

Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz...

Naturschutz durch Landbau?

Schlussbericht zu ELKE III



Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld	220 077 09
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)	

Vorhabensbezeichnung:

Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (ELKE) – Phase III – Umsetzung praxisbasierter Feldmodellprojekte

Laufzeit des Vorhabens:

01.03.2010 – 31.03.2013

Berichtszeitraum:

01.03.2010 – 31.07.2013 (Projektende 31.03.2013)



Herausgeber: Frank Wagener, Peter Heck, Jörg Böhmer

Autoren: Frank Wagener, Peter Heck, Jörg Böhmer, Nele Sutterer, Hans-Peter Michler, Michael Müller, Diana Kuhn, Robert Fritz, Hans-Moritz von Harling, Matthias Maino, Britta Bauer, Eberhard Veith, Finn Ahrens, Marie-Luise Rottmann-Meyer, Georg Gerl, Karin Pritsch, Julia Huber, Claudius Birke, Harald Schmid, Hung-Chun Lin, Kurt-Jürgen Hülsbergen, Sebastian Wolfrum, Kaja Rehbein, Alexandra Sandhage-Hofmann, Wulf Amelung, Anna Slazak, Christian Böhm, Maik Veste, Rüdiger Scherwaß, Ursula Scherwaß, Ralf Krechel, Moritz Schulze, Anja You, Christine Luer, Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad, Gerrit Engelbach, Thomas Rohde, Frank Hellwig, Theo Blick, Michael-Andreas Fritze, Reinhard Baier, Ingolf Rödel, Rolf Klein, Karl-Hinrich Kielhorn

Redaktion: Frank Wagener, Jörg Böhmer, Diana Kuhn, Nele Sutterer

Umwelt-Campus Birkenfeld, Oktober 2013

Verbund



Friedrich-Schiller-Universität Jena

Leibniz-Zentrum für
Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.



Callistus

HelmholtzZentrum münchen
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Landschaftspflegeverein
Mittelbrandenburg e.V.



Niedersachsen - Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe
Kompetenzzentrum 3N⁹

VIESSMANN
climate of innovation



Kooperationen



Begleitung:
Prof. em. Dr. Dr. h. c. Wolfgang Haber



Der Klimawandel und der Verlust an Biodiversität sind die beiden zentralen Umweltprobleme des 21. Jahrhunderts (u.a. WBGU 2009, 2011, SRU 2007, EEA 2010, WBA 2007, 2010). Diese sind Teil der Schlüsselprobleme des 21. Jahrhunderts, der Endlichkeit der abiotischen und biotischen Ressourcen und des immensen Bevölkerungswachstums (vgl. u.a. Haber 2010).

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt ELKE erarbeitet Handlungswissen für die Praxis, um einige dieser Herausforderungen als Chancen für die Kulturlandschaftsentwicklung in Deutschland verstehen zu können.



Danke

Wir danken unseren Partnern und Kolleginnen und Kollegen im Verbundprojekt für die gemeinsame Forschung und Weiterentwicklung von ELKE und das starke Engagement in ihren Fachbereichen und an den Modellstandorten. Unseren Kooperationspartnern, insbesondere dem Deutschen Verband für Landschaftspflege (DVL) und Prof. em. Dr. Wolfgang Haber, danken wir für die wertvollen Hinweise und Diskussionen, die dem Projektverlauf gewinnbringende Impulse gegeben haben.

Ein besonderer Dank gilt der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. für die konstruktive Begleitung und Förderung dieses Bundesverbundprojektes mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung & Ziele	12
2	Stand des (Praxis-) Wissens und Projekte	15
2.1	Projekte im Themenfeld Naturschutz, Landnutzung & Nachwachsende Rohstoffe	16
2.1.1	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe/BMELV	16
2.1.2	„Nachhaltiges Landmanagement“ PtJ/BMBF	16
2.1.3	Deutsche Bundesstiftung Umwelt	17
2.1.4	Bundesamt für Naturschutz/BMU	17
2.2	Einige Treiber der Kulturlandschaftsentwicklung	19
2.2.1	Artenvielfalt	21
2.2.2	Energiewende	22
2.2.3	Flächeninanspruchnahme	24
2.3	Naturschutz mit der Landwirtschaft	26
2.3.1	Naturschutz durch Nutzung	26
2.3.2	Produktionsintegrierte Kompensation (PIK)	26
2.3.3	Produktive Kompensation	27
2.4	Naturschutz durch Landbau	27
2.4.1	Extensive Landbausysteme	28
2.4.2	Mehrnutzungskonzepte	31
2.4.3	Landnutzungsstrategie und Differenzierte Landnutzung	33
3	Vorgehensweise	37
3.1	Projektaufbau & Forschungsverbund	37
3.2	Datenverarbeitung und -management	38
3.3	Wissenstransfer	40
3.3.1	Vorträge	41
3.3.2	Schriften	43
3.3.3	Feldtage	44
3.3.4	Internetpräsenz	44
4	Standorte, Forschung und Einzelergebnisse	46
4.1	Modellstandorte	46
4.1.1	Allendorf (Eder), Hessen (Viessmann Werke: Hans-Moritz von Harling)	47
4.1.1.1	Koordinator, Standort und Anbausysteme	47
4.1.1.2	Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick	48
4.1.2	Freising, Bayern (LPV Freising: Matthias Maino)	50
4.1.2.1	Koordinator, Standort und Anbausysteme	50
4.1.2.2	Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick	53

4.1.3	Scheyern, Bayern (Helmholtz Zentrum München, TU München)	55
4.1.3.1	Koordinator, Standort und Anbausysteme.....	55
4.1.3.2	Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick	56
4.1.4	Marpingen, Saarland (ÖFM: Britta Bauer, Eberhard Veith)	57
4.1.4.1	Koordinator, Standort und Anbausysteme.....	57
4.1.4.2	Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick	58
4.1.5	Spelle, Niedersachsen (3N: Finn Ahrens, Marie-Luise Rottmann-Meyer)	60
4.1.5.1	Koordinator, Standort und Anbausysteme.....	60
4.1.5.2	Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick	65
4.2	Praxisbegleitung & Sozioökonomie	68
4.2.1	Landbau	68
4.2.1.1	Zielsetzung & Hypothesen	68
4.2.1.2	Stand des Wissens	68
4.2.1.3	Methoden.....	69
4.2.1.4	Ergebnisse & Diskussion	70
4.2.2	Landbau Scheyern (TUM: Julia Huber, Magdalena Ochsenbauer, Harald Schmid, Kurt-Jürgen Hülsbergen)	72
4.2.2.1	Zielsetzung & Hypothesen	72
4.2.2.2	Stand des Wissens	73
4.2.2.3	Methodik Scheyern	76
4.2.2.4	Ergebnisse & Diskussion	78
4.2.3	Betriebswirtschaftliche Bewertung	82
4.2.3.1	Zielsetzung & Hypothesen	82
4.2.3.2	Stand des Wissens	83
4.2.3.3	Methodik	83
4.2.3.4	Methodische Details Allendorf.....	86
4.2.3.5	Methodische Details Freising & Scheyern.....	87
4.2.3.6	Methodische Details Marpingen.....	89
4.2.3.7	Methodische Details Spelle.....	90
4.2.3.8	Ergebnisse & Diskussion	92
4.2.3.9	Ergebnisse Allendorf.....	94
4.2.3.10	Ergebnisse Scheyern.....	97
4.2.3.11	Ergebnisse Marpingen	99
4.2.3.12	Ergebnisse Spelle.....	102
4.2.4	Naturschutz-Ökonomie	103
4.2.4.1	Zielsetzung & Hypothesen	104

4.2.4.2	Stand des Wissens	104
4.2.4.3	Methoden.....	105
4.2.4.4	Ergebnisse & Diskussion	105
4.2.5	Recht.....	107
4.2.5.1	Zielsetzung & Hypothesen	108
4.2.5.2	Stand des Wissens	108
4.2.5.3	Methoden.....	109
4.2.5.4	Ergebnisse & Diskussion	109
4.2.6	Landschaftsplanung	112
4.2.7	Zertifizierung	114
4.2.7.1	Zielsetzung & Hypothesen	114
4.2.7.2	Stand des Wissens	114
4.2.7.3	Methoden.....	115
4.2.7.4	Ergebnisse & Diskussion	115
4.3	Begleitforschung Boden, Wasser, Klima.....	118
4.3.1	Basismessprogramm Boden (Kaja Rehbein, Alexandra Sandhage- Hofmann, Wulf Amelung, Julia Huber, Harald Schmid, Claudius Birke, Kurt-Jürgen Hülsbergen, Anna Slazak, Christian Böhm, Maik Veste)	119
4.3.1.1	Zielsetzung & Hypothesen	119
4.3.1.2	Methodik	119
4.3.1.3	Methodische Details Allendorf.....	120
4.3.1.4	Methodische Details Marpingen.....	121
4.3.1.5	Methodische Details Spelle.....	121
4.3.1.6	Ergebnisse & Diskussion	121
4.3.1.7	Ergebnisse Allendorf.....	121
4.3.1.8	Ergebnisse Marpingen.....	124
4.3.1.9	Ergebnisse Spelle.....	128
4.3.1.10	Schlussfolgerungen	129
4.3.2	Kohlenstoffspeicherung, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit (BTU Cottbus: Anna Slazak, Christian Böhm, Maik Veste)	130
4.3.2.1	Zielsetzung & Hypothesen	130
4.3.2.2	Stand des Wissens	130
4.3.2.3	Methodik	131
4.3.2.4	Methodische Details Teilstandort Haine	132
4.3.2.5	Methodische Details Teilstandort Rennertehausen	133
4.3.2.6	Ergebnisse & Diskussion	135
4.3.2.7	Ergebnisse Teilstandort Haine	135

4.3.2.8	Ergebnisse Teilstandort Rennertehausen	142
4.3.3	Langfristiger Kohlenstoffumsatz und C-Sequestrierung (Uni Bonn: Kaja Rehbein, Alexandra Sandhage-Hofmann, Wulf Amelung.)	149
4.3.3.1	Zielsetzung & Hypothesen	149
4.3.3.2	Stand des Wissens	151
4.3.3.3	Methodik	152
4.3.3.4	Methodische Details Scheyern.....	152
4.3.3.5	Methodische Details Marpingen.....	152
4.3.3.6	Methodische Details Spelle.....	153
4.3.3.7	Ergebnisse & Diskussion	153
4.3.3.8	Ergebnisse Scheyern.....	153
4.3.3.9	Ergebnisse Marpingen.....	156
4.3.3.10	Ergebnisse Spelle.....	160
4.3.3.11	Schlussfolgerungen	161
4.3.4	Einfluss von Agroforstsystemen auf den Humus- und Nährstoffhaushalt, die C-Sequestrierung und Bodenfunktionen (TU München: Julia Huber, Harald Schmid, Claudius Birke, Kurt-Jürgen Hülsbergen).....	162
4.3.4.1	Zielsetzung & Hypothesen	162
4.3.4.2	Stand des Wissens	163
4.3.4.3	Methodik	165
4.3.4.4	Ergebnisse & Diskussion	167
4.3.5	Nährstoff- und Energiebilanzierung (TU München: Hung-Chun Lin)	179
4.3.5.1	Zielsetzung & Hypothesen	179
4.3.5.2	Stand des Wissens	181
4.3.5.3	Methodik.....	182
4.3.5.4	Ergebnisse & Diskussion	185
4.4	Feldbiologie.....	189
4.4.1	Vegetation & Flora (IVÖR: Rüdiger Scherwaß, U. Scherwaß, Ralf Krechel; ZALF: Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad; bfu: Gerrit Engelbach)	190
4.4.1.1	Zielsetzung & Hypothesen	190
4.4.1.2	Stand des Wissens	191
4.4.1.3	Allgemeine Methodik.....	193
4.4.1.4	Methodische Details Allendorf (BfU)	196
4.4.1.5	Methodische Details Scheyern (ZALF).....	197
4.4.1.6	Methodische Details Marpingen (IVÖR).....	198
4.4.1.7	Methodische Details Spelle (IVÖR).....	200

4.4.1.8	Ergebnisse & Diskussion	202
4.4.1.9	Ergebnisse Allendorf (BfU)	202
4.4.1.10	Ergebnisse Scheyern (ZALF)	236
4.4.1.11	Ergebnisse Marpingen (IVÖR)	250
4.4.1.12	Ergebnisse Spelle (IVÖR)	269
4.4.2	Spezielle Botanik (FSU Jena: Thomas Rohde, Frank Hellwig)	282
4.4.2.1	Zielsetzung & Hypothesen	282
4.4.2.2	Stand des Wissens	287
4.4.2.3	Allgemeine Methodik.....	290
4.4.2.4	Ergebnisse & Diskussion	304
4.4.2.5	Standortübergreifende Ergebnisse.....	304
4.4.2.6	Ergebnisse Allendorf.....	306
4.4.2.7	Ergebnisse Scheyern.....	310
4.4.2.8	Ergebnisse Marpingen	323
4.4.2.9	Ergebnisse Spelle	331
4.4.2.10	Populationsgenetische Untersuchungen	337
4.4.2.11	Diskussion	339
4.4.3	Laufkäfer & Spinnen (Callistus: Michael-Andreas Fritze, Theo Blick; ZALF: Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad, Karl-Hinrich Kielhorn; LPV MBB: Reinhard Baier, Ingolf Rödel)	341
4.4.3.1	Zielsetzung & Hypothesen	341
4.4.3.2	Sägezahnhypothese, Arten/Strukturvielfalt (Ralph Platen, Jessica Konrad, Michael Glemnitz)	343
4.4.3.3	Permeabilitätshypothese, Arten/Strukturvielfalt (Ralph Platen, Jessica Konrad, Michael Glemnitz)	343
4.4.3.4	Stand des Wissens	344
4.4.3.5	Allgemeine Methodik.....	346
4.4.3.6	Methodische Details Allendorf (Jessica Konrad, Ralph Platen)	352
4.4.3.7	Methodische Details Allendorf, Eklektorenuntersuchung (Michael- Andreas Fritze, Theo Blick).....	354
4.4.3.8	Methodische Details Scheyern (Ralph Platen, Jessica Konrad)	356
4.4.3.9	Methodische Details Marpingen (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).....	358
4.4.3.10	Methodische Details Spelle (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).....	360
4.4.3.11	Ergebnisse & Diskussion	361
4.4.3.12	Ergebnisse Allendorf, Laufkäfer (Jessica Konrad).....	361
4.4.3.13	Ergebnisse Allendorf, Spinnen und Weberknechte (Ingolf Rödel, Jessica Konrad unter Mitarbeit von Karl-Hinrich Kielhorn)	375

4.4.3.14	Ergebnisse Allendorf, Eklektorenfänge (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).....	394
4.4.3.15	Ergebnisse Scheyern, Laufkäfer, Spinnen und Weberknechte (Ralph Platen).....	401
4.4.3.16	Ergebnisse Marpingen, Laufkäfer und Spinnen (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).....	421
4.4.3.17	Ergebnisse Spelle, Laufkäfer und Spinnen (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).....	447
4.4.3.18	Schlussfolgerungen Allendorf und Scheyern (Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad).....	472
4.4.3.19	Gesamtbetrachtung der Laufkäfer- und Spinnenerfassung an allen vier Modellstandorten (Theo Blick, Michael-Andreas Fritze).....	473
4.4.4	Vögel (IVÖR: Ralf Krechel, Moritz Schulze, Anja You, Christine Luer)	475
4.4.4.1	Zielsetzung & Hypothesen	475
4.4.4.2	Stand des Wissens	477
4.4.4.3	Allgemeine Methodik.....	478
4.4.4.4	Methodische Details Allendorf.....	480
4.4.4.5	Methodische Details Freising & Scheyern.....	482
4.4.4.6	Methodische Details Marpingen.....	484
4.4.4.7	Methodische Details Spelle.....	486
4.4.4.8	Ergebnisse & Diskussion	489
4.4.4.9	Ergebnisse Allendorf.....	489
4.4.4.10	Ergebnisse Scheyern.....	513
4.4.4.11	Ergebnisse Freising	522
4.4.4.12	Ergebnisse Marpingen	525
4.4.4.13	Ergebnisse Spelle	533
4.4.4.14	Schlussfolgerungen & Forschungsbedarf.....	541
4.4.5	Regenwürmer (TU München: Julia Huber)	550
4.4.5.1	Zielsetzung & Hypothesen	550
4.4.5.2	Stand des Wissens	550
4.4.5.3	Methodik	550
4.4.5.4	Ergebnisse & Diskussion	550
4.4.6	Fledermäuse (TU München: Sebastian Wolfrum)	552
4.4.6.1	Zielsetzung & Hypothesen	552
4.4.6.2	Stand des Wissens	552
4.4.6.3	Methodik	553
4.4.6.4	Ergebnisse & Diskussion	554
5	Diskussion	556

5.1	Einordnung der Ergebnisse anhand der Schutzgüter des Naturschutzes	556
5.2	Werkzeuge „Naturschutz durch Landbau“	562
5.3	Verwertung der Ergebnisse	563
5.3.1	Regionen/Kommunen/Naturschutzbehörden/öffentliche Hand.....	564
5.3.2	Landwirtschaft	565
5.3.3	Natur- und Umweltschutz	566
5.3.4	Bund.....	566
6	Perspektiven Praxis & Coaching	568
7	Zusammenfassung	570
7.1	Deutsche Zusammenfassung	570
7.2	English Abstract	572
8	Quellen	574
8.1	Quellen zu den Kapiteln 1, 2, 3, 4.1.5, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.4, 5, 6 und 7.....	574
8.2	Quellen zu Kapitel 4.3.1 „Basismessprogramm Boden“	580
8.3	Quellen zu Kapitel 4.3.2 „Kohlenstoffspeicherung, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit“	581
8.4	Quellen zu Kapitel 4.3.3 „Langfristiger Kohlenstoffumsatz und C-Sequestrierung“	583
8.5	Quellen zu Kapitel 4.3.4 „Einfluss von Agroforstsystemen auf den Humus- und Nährstoffhaushalt, die C-Sequestrierung und Bodenfunktionen“	584
8.6	Quellen zu Kapitel 4.3.5 „Nährstoff- und Energiebilanzierung“	587
8.7	Quellen zu Kapitel 4.4.1 „Vegetation & Flora“	588
8.8	Quellen zu Kapitel 4.4.2 „Spezielle Botanik“	591
8.9	Quellen zu Kapitel 4.4.3 „Laufkäfer & Spinnen“	594
8.10	Quellen zu Kapitel 4.4.4 „Vögel“	602
8.11	Quellen zu Kapitel 4.4.5 „Regenwürmer“	605
8.12	Quellen zu Kapitel 4.4.6 „Fledermäuse“.....	605
9	Abbildungsverzeichnis	606
10	Tabellenverzeichnis	614
11	Anhang	621
11.1	Anhang zu Kapitel 4.1.5 „Modellstandort Spelle“	621
11.2	Anhang zu Kapitel 4.2.5 „Recht“	622
11.3	Anhang zum Kapitel 4.3.1 „Basismessprogramm Boden“	622
11.4	Anhang zu Kapitel 4.4.1 „Vegetation & Flora“	630
11.5	Anhang zu Kapitel 4.4.3 „Laufkäfer & Spinnen“	691

11.5.1	Dokumentation der Zuordnung der Laufkäfer- und Spinnenarten zu ökologischen Typen (ÖT) und Habitatpräferenzen (SP) nach GAC (2009), modifiziert.....	691
11.5.2	Tabellen	692
11.5.3	Fotodokumentation.....	765
11.5.3.1	Marpingen	765
11.5.3.2	Spelle	769
11.6	Anhang zu Kapitel 4.4.4 „Vögel“	772

1 Einleitung & Ziele

Die häufigsten Eingriffe in unsere Kulturlandschaften finden auf der gesetzlich wenig geschützten landwirtschaftlichen Nutzfläche statt, i.d.R. auf konventionell bewirtschafteten Ackerstandorten der wachsenden Metropolen und angrenzender Regionen. Der Entzug dieser bewirtschafteten Flächen verstärkt die Flächenkonkurrenz in Deutschland. Ein vermutlich indirekter Effekt dieser aufgrund der kontinuierlichen Verknappung zunehmenden Flächenkonkurrenz und veränderter Betriebsstrukturen liegt auch im vermehrten Umbruch von Grünland in den benachbarten Übergangslagen. Im Ergebnis weist die Statistik von 2008 bis 2010 den Verlust von nur 30.000 ha Ackerland, dafür aber 220.000 ha Grünland aus (Statistisches Bundesamt 2009, 2011, siehe Kapitel 2.2.3). Dieser konkrete Wandel in unseren Kulturlandschaften hat wesentliche Auswirkungen auf biotische wie abiotische Ressourcen in Deutschland (siehe Kapitel 2.2).

Nimmt man die gesellschaftlichen Ziele im Erhalt der Biodiversität, u.a. durch Artenschutz aber auch durch die Vernetzung von Lebensräumen (Biotopverbund), auf der einen Seite (siehe Kapitel 2.2.1) und in der (künftig gesteigerten) Bereitstellung von Rohstoffen für Nahrungs- und Futtermittel, Energie (siehe Kapitel 2.2.2) und stoffliche Nutzung auf der anderen Seite in den Blick, so wird klar, dass eine zunehmende Konkurrenz um die knapper werdende Freifläche die Erreichung beider Ziele aktuell erschwert. Während der Rückgang landwirtschaftlicher Nutzfläche den steigenden Ansprüchen an die Rohstoffbereitstellung zuwiderläuft und i.d.R. zu einer Intensivierung der verbleibenden Flächen führt, wird es für Zwecke des Naturschutzes immer schwerer, dieser Intensivierung zu begegnen oder überhaupt Flächen z.B. für unproduktive Kompensationsmaßnahmen zu finden. In dieser Situation werden Betroffene zu Konkurrenten, das ist grundsätzlich unsinnig. Denn im Sinne der gesetzlich verbindlichen Folgenbewältigung des Eingriffes muss der Nutznießer desselben auch gegenüber der Gesellschaft gerecht kompensieren. Es macht Sinn, dass sich die Betroffenen über gemeinsame Strategien verständigen und so einen Interessenausgleich in der Folgenbewältigung erarbeiten (siehe Kapitel 2.3 und 2.4). Land ist und bleibt i.d.R. nicht vermehrbar, so wird es daher auch immer um den objektiv bestmöglichen Kompromiss der betroffenen Flächennutzer gehen.

Das Praxisziel von ELKE liegt in der Anerkennung von extensiven Landbausystemen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (kurz A.&E.-Maßnahmen) in der naturschutz- wie baurechtlichen Eingriffsregelung in Deutschland.

Das wissenschaftliche Ziel ist die Erfassung der Leistungen der als aussichtsreich eingeschätzten Kulturen für den biotischen wie abiotischen Ressourcenschutz im direkten Raumvergleich. Dazu wurden an vier Modellstandorten in Deutschland über zwei bis drei Jahre systematisch Daten erfasst und ausgewertet (siehe Kapitel 4). Die wissenschaftlichen Untersuchungen bilden die Grundlage für die Umsetzung des vorgenannten Praxisziels. Als Maß wurden die Schutzgüter des Naturschutzes verwendet und z.T. Vorschläge für neue Funktionen formuliert. Alle Daten sind georeferenziert und in einer zentralen ELKE-Datenbank verfügbar, insbesondere um effizient und langfristig an diesen neuen Landbausystemen arbeiten zu können (siehe Kapitel 3.2).

Die in der Praxis arbeitenden Naturschützer inklusive der zuständigen Genehmigungsbehörden sind gut beraten, wenn sie grundlegend den permanenten Kulturlandschaftswandel (Klima, Strukturwandel, Eingriffe etc.) und die damit einhergehende Dynamik in neue kooperative Prämissen formulieren und folgerichtig in neue, mit anderen „Landschaftsnutzern“, insbesondere der Land- und Forstwirtschaft, abgestimmte Konzepte umsetzen (siehe Kapitel 2.4; vgl. auch Jessel in „Die Welt“ vom 11.07.2013). Dies kann und muss dazu führen, dass eine weit verbreitete eindimensionale Betroffenheitssicht überwunden wird, indem das Verständnis für die Profession des Anderen Grundlage kooperativer und arbeitsteiliger Maßnahmen in unseren Kulturlandschaften wird. Eine Ressourcenverknappung kann und muss dazu führen, dass neue Ideen und zeitgerechte Innovationen erarbeitet werden. Aus dieser Geistes- und Arbeitshaltung können Mehrnutzungskonzepte entstehen, die verschiedene Ansprüche auf derselben Fläche realisieren (siehe Kapitel 2.4.2). Die Zukunft liegt in integrativen Strategien, in denen grüne Kulturgüter mit modernen produktiven und extensiv geführten Kulturen gezielt kombiniert werden, um so Puffer-, Lebensraum- und Biotopverbundmaßnahmen umsetzen zu können (siehe Kapitel 2.4.3).

Eine derartige Kombination klassischer bewahrender Maßnahmen mit neuen produktiven Landbausystemen, wie diese in ELKE eingesetzt werden, ist eine Erweiterung des aktuellen Handlungswissens. Insofern geht es nicht um den Ersatz aktueller Maßnahmen, sondern um die Ergänzung derselben mit neuen kooperativen Handlungsoptionen. „Pioniere, bitte übernehmen“, so titelte der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) am 22.06.2012 in seiner Presseerklärung anlässlich des Rio-+20-Gipfels in Rio de Janeiro. „Viel Lärm ums Ganze – aber keine Fortschritte in Rio“ weist wieder zurück in die Teilnehmerländer der Weltgesellschaft, von der globalen Perspektive in die regionale und lokale Wirklichkeit. Wir müssen die Entwicklung unserer Kulturlandschaften wieder an die Basis der Landschaftsnutzer (zurück)delegieren und dort das Handlungswissen bündeln und im Zusammenwirken der Wissensträger mit den Praktikern pragmatisch, objektiv und auch gerecht – im Sinne unseres Gesellschaftsvertrages – weiter entwickeln. Neue Themen wie der Aufbau einer grünen Infrastruktur, eine dezentrale nachhaltige Energieversorgung oder mehr landbauliche Vielfalt durch regionale Wertschöpfung müssen zusammengedacht und nicht mehr zeitgemäße Restriktionen aus Fachrechten überarbeitet werden. So z.B. auch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), § 38 Gewässerrandstreifen (4) Satz 2., in welchem nur die Forstwirtschaft standortgerechte Bäume und Sträucher „entfernen“ darf und daher die Landwirtschaft bspw. eine gewässerbegleitende Agrarholzkultur bis in den Gewässerrandstreifen gar nicht bewirtschaften kann, wenn mit „entfernen“ die Ernte des Holzes gemeint ist. In gleicher Weise ist aber auch die Landwirtschaftsverwaltung gefragt, den aktuellen Baumartenkatalog nicht unnötig zu begrenzen und alle heimischen Gehölze zuzulassen (Bekanntmachung Nr. 05/10/31 der Liste der für Niederwald mit Kurzumtrieb bei der Betriebsprämie geeigneten Arten und deren maximale Erntezyklen vom 12.05.2010 geändert durch Bekanntmachung Nr. 15/10/31 vom 17.12.2010).

Die rechtliche Situation ist aktuell in Hinsicht auf ein einheitliches, anerkanntes Bewertungsverfahren für Eingriffe in Natur und Landschaft unbefriedigend. Die aktuell diskutierte Bundeskompensationsverordnung (BKompV) soll diese Lücke als verbindliche Handlungsgrundlage

schließen (siehe Kapitel 4.2.5). Der zuständige LANA-Ausschuss „Eingriffsregelung und Landschaftsplanung“ (Jansen 2011) empfiehlt aufgrund der Vielzahl von Bewertungsverfahren in den einzelnen Bundesländern einen länderübergreifenden Vergleich auf fachlich-inhaltliche Beschreibungen und den Erfassungsergebnissen zu stützen, ohne dass hierfür ein förmliches Bewertungsverfahren zugrunde gelegt wird. Die sogenannten zentralen und erweiterten „Schutzgüter des Naturschutzes“ (LANA 1996a, Wagener et al. 2010b) dienen der Diskussion der Ergebnisse und zwar ob und in welchem Maß eine Verbesserung der grundsätzlichen Funktionen nachweisbar ist (siehe Kapitel 5.1).

Der Bedarf an neuen, ergänzenden Werkzeugen in der Kulturlandschaftsentwicklung wird durch die Nachfrage aus der Praxis der Unteren Naturschutzbehörden, Planer, Naturschützer und Landwirte offensichtlich belegt (siehe Kapitel 5.2).

Die grundlegende Hypothese von ELKE (Wagener et al. 2008) wird in der Tendenz der hier vorgelegten wissenschaftlichen Untersuchungen bestätigt:

„Die Ausweitung von dem Naturschutz dienenden Flächen muss nicht mit Verlust von landwirtschaftlicher Nutzfläche verbunden sein, weil

- extensive flächige Landnutzungsstrategien
- auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen
- als Teil einer produktionsintegrierten praktischen Naturschutzstrategie

geeignet sind.

Ziel ist die Herausarbeitung möglicher Synergieeffekte zwischen sinnvoller Biomasseproduktion und dem angewandten Naturschutz.“

Dieser Bericht liefert dazu erste wissenschaftlich fundierte Ergebnisse, die eine klare positive Tendenz belegen.

2 Stand des (Praxis-) Wissens und Projekte

Eine grundsätzliche Aufarbeitung des Themenfeldes moderner Landbau mit Nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo), Naturschutz (biotischer und abiotischer Ressourcenschutz) und Eingriffsregelung wurde durch Wagener et al. 2008 und 2010b vorgelegt und jedermann zugänglich im Internet veröffentlicht (siehe Kapitel 3.3). In den Phasen I und II wurden alle maßgeblichen Informationen, Quellen und wissenschaftlichen Arbeiten ausgewertet. Grundlegend wurden sowohl die angefertigten rechtlichen Stellungnahmen von Michler et al. (2007) und Möller/Michler (2011) als auch die z.T. sichtbaren Planungs- und Umsetzungsdefizite durch die Praxis bestätigt. In Regionen mit einer hohen Flächenkonkurrenz fehlen neue kooperative, effiziente und auch produktive Maßnahmenkonzepte. Der Zugriff auf landwirtschaftliche Nutzflächen, um diese aus der Bewirtschaftung zu nehmen und damit den landwirtschaftlichen Betrieben zu entziehen, um darauf „naturschutzfachliche Pflegefälle“ zu schaffen, die nicht langfristig im Unterhalt gesichert sind (vgl. z.B. Koch 2004, Wagener et al. 2008, Czybulka et al. 2012), wird zunehmend durch die Praxis und die Kommunen kritisiert. Denn es ist unter den eingangs erwähnten Herausforderungen der Gesellschaft kaum noch vermittelbar, dass z.B. fruchtbarer Boden abgeschoben wird, um Magerrasen – also ehemals devastierte Standorte einer nicht nachhaltigen Flächennutzung – zu initiieren. Dem gegenüber besteht ebenso in der Praxis kein Zweifel daran, die bestehenden grünen Kulturgüter der Landschaftsgenese zu erhalten – auch hier können das Magerrasen oder alte Bauernwälder sein. I.d.R. sind diese alten gewachsenen Standorte auch gesetzlich geschützt. Der aus der Praxis postulierte Bedarf zielt häufig auf die Vernetzung dieser Flächen untereinander – Stichwort Biotopverbund – und auf mesophile Standorte (die immer seltener werden, weil eben diese leicht intensivierbar sind), die einer gezielten Bewirtschaftung zwingend bedürfen. Das können flächig v.a. landwirtschaftliche Betriebe effizient und nachhaltig durch eine Produktionsintegration leisten. Der gesellschaftlich geforderte Biotopverbund (BNatSchG § 20-21) ist nur durch eine enge Kooperation von Naturschutz und Landwirtschaft umsetzbar – das bezweifeln ernsthaft in der Praxis verantwortlich handelnde Experten nicht mehr. Kontrovers wird das „wie“ diskutiert. Im Vordergrund dieser Diskussionen steht die Begrenztheit von Ressourcen (grüne Grenze) und die Akzeptanz der Menschen (kulturelle Grenze), hier geht es i.d.R. primär um die Daseinsvorsorge der Menschen und sekundär um kulturelle Bedürfnisse (vgl. Haber 2010, WBGU 2009 und 2011).

Der Stand des Wissens aus den einzelnen Professionen, Fachgruppen und speziellen Themen wird jeweils in den entsprechenden Kapiteln ab der Nummer 4 ausgeführt (Stand März bis Juni 2013).

Die in dieser Projektphase erarbeiteten Aufsätze sind in Kapitel 3.3.2. gelistet.

In Bezug zu den Forschungszielen und der Praxisausrichtung von ELKE sind während der Projektlaufzeit einige neue Erkenntnisse erwachsen bzw. z.T. neue Forschungsprojekte seit dem Wissensstand 2010 gestartet. Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln angesprochen.

2.1 Projekte im Themenfeld Naturschutz, Landnutzung & Nachwachsende Rohstoffe

2.1.1 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe/BMELV

Auf der Fachveranstaltung zum Projekt **Energie aus Wildpflanzen** – Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten in der Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich – am 12.04.2011 in Berlin wurden einige Untersuchungsergebnisse vorgestellt, die belegen, dass die heimischen Kräutermischungen zu einer Diversifizierung und Steigerung der Biodiversität in Agrarlandschaften beitragen können, insofern also auch Funktionen für A.&E.-Maßnahmen in Bezug zu Eingriffen in Agrarlandschaften übernehmen können. Im Zuge der Phase III von ELKE wurde eine bilaterale Kooperation mit diesem Projekt vereinbart, im Zuge derer die aktuellen Ansaaten 2011 an drei Modellstandorten (Marpingen, Allendorf, Spelle und beabsichtigt im Raum Freiburg) erprobt und Wissen sowie Ergebnisse ausgetauscht wurden.

Aus dem **EVA II**-Verbundprojekt weisen Willms et al. (2009) im Zusammenhang mit den Auswirkungen des landwirtschaftlichen Anbaus von Energiepflanzen auf die Biodiversität darauf hin, dass im Ergebnis mit steigender Kultur- und Fruchtartenvielfalt i.d.R. eine Steigerung der Agrobiodiversität einhergeht. In ELKE werden vielfältige Kulturen bis hin zum Agrarholzanbau miteinander im Raum kombiniert, daher flankieren und unterstützen diese Aussagen die Forschungsziele dieses Verbundes – je vielfältiger die Kulturen bzw. deren Kombination im Raum sind, umso mehr Biodiversität kann im Raumverhältnis erreicht werden.

Aus dem Verbundprojekt **AgroForstEnergie** der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) mit ihren Partnern wurden am 20.-21.06.2011 Ergebnisse auf dem Forum Agroforstsysteme vorgestellt. Auch hier besteht ein enger fachlicher Austausch, der u.a. auch mit einem Beitrag „Nutzung von Agroforstsystemen im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen“ anlässlich des Forums dokumentiert wird.

2.1.2 „Nachhaltiges Landmanagement“ PtJ/BMBF

Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Nachhaltiges Landmanagement“ des BMBF wurden verschiedene Projekte in 2010 und 2011 gestartet, die einen Bezug zu Landnutzungssystemen sowie abiotischem und biotischem Ressourcenschutz aufweisen. Nachfolgend werden nur die entsprechenden Projekte mit relevanten Bezügen gelistet:

- **AgroForNet**, TU Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Professur für Forst- und Holzwirtschaft Osteuropas, Tharandt. Aufbauend auf dem abgeschlossenen Projekt Agrowood befasst sich AgroForNet mit dem Aufbau von Wertschöpfungsnetzen im Rahmen von fünf Teilprojekten: Relevant darunter insbesondere Teilprojekt (1) Natur- und Ressourcenschutz/Landschaftsökologie, worin eine landschaftsökologische Bewertung insbesondere des Agrarholzanbaus erfolgt.
- **BEST – Bioenergie-Regionen stärken**, Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen. Thematisch gliedert sich das Vorhaben in die sieben Cluster. Relevant sind

Ökologische Landschaftsfunktionen, Innovative Anbausysteme und -verfahren, Ökologische Folgenabschätzung unterschiedlicher Bewirtschaftungsformen.

- **Null-Emissions-Gemeinden, Zero-Emission-Villages als strategische Zielsetzung für eine nachhaltige Landnutzung**, Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), Neubrück. Relevant ist der Forschungsbereich „Landnutzung und Kulturlandschaftsmanagement“, der u.a. auch auf Erkenntnissen aus ELKE basiert.

2.1.3 Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat im Projektzeitraum von ELKE ein Vorhaben mit teilweise verwandtem Inhalt gefördert:

- **Eingriffsregelung und landwirtschaftliche Bodennutzung – Aufwertung durch Nutzung – Modellvorhaben zur innovativen Anwendung der Eingriffsregelung.** Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), AZ: 28764 – 33/0, Projektleitung: Dr. Alexander Schmidtke, Thüringer Landesgesellschaft mbH, Bearbeitung: Catharina Druckenbrod, Projektbeginn: 01.03.2011, Laufzeit: 18 Monate.

Zwischenbericht:

http://www.thlg.de/fileadmin/media/Downloads/Aktuelles/EF_ThLG_DBU_PIK_Zwischenbericht_Az._28764.pdf

Vorausgehend fand am 27.08.2009 bei der TLL ein Workshop zu ELKE statt, an dem u.a. Herr Michael Schkade und Frau Anne Hoffmann vom TMLNU teilnahmen. An der weiteren Projektentwicklung wurden die damaligen Gesprächspartner aus dem ELKE-Verbund nicht mehr beteiligt. Allerdings wurden vermehrt Anfragen zu ELKE-Ergebnissen getätigt.

Anhand des fachlichen Austausches ist in diesem Projekt eine innovative Anwendung der Eingriffsregelung in Thüringen erkennbar, wo mittlerweile auf Landesebene praktische Anpassungen zum Verhältnis von Kompensationsmaßnahmen und Betriebsprämien sowie der fachlichen Einordnung von PIK nach dem thüringischen Bewertungssystem stattgefunden haben. Daher ist diese Entwicklung auf der Landesregierungs- und Verwaltungsebene bemerkenswert.

2.1.4 Bundesamt für Naturschutz/BMU

Das BfN hat am 17.03.2010 den UFOPLAN 2010 veröffentlicht und ausgeschrieben. Am 18.03.2010 erhielten wir einen Fragenkatalog des BfN zu ELKE, der zeitnah umfangreich beantwortet wurde. Die am 17.03.2010 veröffentlichten Forschungskennziffern 3510 82 2800 wie auch 3510 82 2900 weisen Parallelen zum Verbundforschungsvorhaben ELKE III auf, welches zu diesem Zeitpunkt in der Beantragungsphase war. Es ist ohne Weiteres aus den Veröffentlichungen nicht ersichtlich, welches der folgenden Projekte den o.g. Forschungskennziffern oder verwandten Ausschreibungen des BfN zugeordnet werden kann.

- NABU und Bosch & Partner: **Praktische Umsetzung naturschutzfachlicher Anforderungen bei der Neuanlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (Vorstudie)**, 21.03.2012.
- Ein FuE-Folgeprojekt mit dreijähriger Laufzeit ist durch das BfN genehmigt: **Naturverträgliche Standortwahl, Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUP)**, Laufzeit: 01.06.2012 bis 31.12.2015.

Informationen unter:

<http://www.nabu.de/themen/landwirtschaft/biomasse/kurzumtriebsplantagen/>

Die Erkenntnisse in beiden Projekten sind nach dem heutigen Stand des Wissens nicht neu, sondern spiegeln wesentliche Inhalte aus sogenannten **BfN-Positionspapieren** wieder: „Bioenergie und Naturschutz“ (BfN 2010) und „Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen – Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt, Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN“ (BfN 2010 und aktualisiert 2012). Die Autoren sind ebenfalls z.T. identisch, hier Wolfgang Peters (Bosch & Partner) und in der Redaktion Kathrin Ammermann (BfN, Fachgebiet II 4.3).

Download unter: http://www.bfn.de/01_positionspapiere.html

Die Übersicht der ausgewählten Maßnahmen legt aktuell keine neuen Erkenntnisse dar und insbesondere die Anlage von Blühstreifen, von Strauchmänteln und die Pflanzung heimischer Gehölze werden in verschiedenen Modellprojekten in ELKE bereits seit 2010 umgesetzt. Ein Großteil der getroffenen Aussagen basiert auf Vermutungen oder einjährigen, wissenschaftlich nicht abgesicherten Aussagen (Voruntersuchungen). Bei der Darstellung laufender und abgeschlossener Projekte ist ELKE zwar erfasst aber thematisch nicht vollständig und zutreffend wiedergegeben (Jennemann et al. 2012, S. 5). Insbesondere die Anlage und Bewirtschaftung von über 100 ha Fläche im Praxismaßstab ist einzigartig in Deutschland.

Zu Beginn des FuE-Projektes „Naturverträgliche Standortwahl, Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUP)“ wurde ein Austausch wissenschaftlicher Methoden und Daten vereinbart, um ein effizientes Wissensmanagement, insbesondere am Standort Allendorf (Hessen), zu gewährleisten.

- Universität Hohenheim, Fachgebiet Landschaftsökologie und Vegetationskunde, **Forschungsprojekt Biomassenkulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht**, 12.04.2012.

Dieses Forschungsprojekt an der Universität Hohenheim schafft nach eigenen Aussagen neue wissenschaftliche Standards und macht künftige Studien vergleichbar.

Folgende Kulturen sollen auf mindestens ein Hektar großen Versuchsfeldern an zwei Standorten im Kreis Sigmaringen und im Kreis Höxter untersucht werden: Raps, Zuckerrüben, Miscanthus und unreifes Getreide in Bezug auf Biodiversitätseffekte zwischen dem angenommenen Pessimum Mais und dem Optimum Wildkräutermischungen. Erfasst werden sollen Wildpflanzen, Vögel, Insekten, Spinnen und Würmer. „Wenn wir sehen, welche dieser Pflanzen und Tiere vorkommen, können wir

einschätzen, wie wertvoll die jeweilige Energiepflanze aus der Warte von Naturschützern ist und wie gut verschiedene Ökosystemfunktionen im jeweiligen Artenspektrum repräsentiert sind.“

Nach diesen Angaben wird das Projekt auf mindestens 12 ha Flächen arbeiten. Es bleibt offen, nach welcher Methode naturschutzfachlich oder ökologisch bewertet werden soll. Ein Hinweis wird aufgrund der Unterscheidung von „Generalisten und Spezialisten“ gegeben.

Informationen unter:

<https://www.uni-hohenheim.de/news/naturschutz-und-bioenergie-oekologe-erfasst-artenvielfalt-auf-energiepflanzenfeldern-1>

Der Bezug zu BMU/BfN wird wie folgt dargestellt: „Das auf 1,5 Jahre angelegte Forschungsprojekt Biomassenkulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht gehört zum Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Projektpartner sind das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg (Außenstelle Forchheim-Rheinstetten), die Hochschule Ostwestfalen-Lippe und das Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) in Singen am Hohentwiel.“

Weiterhin wurde im Rahmen einer **Expertentagung des FuE-Vorhabens Agroforstwirtschaft** der TU München das aktuelle Wissen aus ELKE im BfN vorgetragen, (24.-25.06.2010, Bonn).

Download unter:

http://www.landschaftsentwicklung.wzw.tum.de/fileadmin/w00bds/www/pdf/Vortrag8_Forschungsvorhaben_ELKE_WAGENER.pdf

2.2 Einige Treiber der Kulturlandschaftsentwicklung

Über Treiber und Szenarien des dynamischen und zukünftigen Kulturlandschaftswandels in Deutschland wurde eine Vielzahl an Beiträgen veröffentlicht, insbesondere BMVBS/BBR (2006) und BfN et al. (2011) zeigen Chancen und Grenzen diverser möglicher Kulturlandschaftswandel auf. Zweifelsohne wird auch der landschaftliche Transformationsprozess der Energiewende durch die Eingriffsregelung und die Regional- und Landschaftsplanung flankiert.

Die Raumordnung und Landschaftsplanung erscheint geeignet, durch die Bereitstellung regional- und landschaftsplanerischer Grundlagen den Transformationsprozess zumindest in Teilen zu steuern und im besten Fall darüber hinaus ein wichtiger Bestandteil des andauernden Prozesses „Kulturlandschaftsentwicklung“ zu sein (vgl. BMVBS/BBR 2006, BfN et al. 2011). Allerdings müssen die verwendeten Methoden zur Integration der Energiewende in die Landschaft laufend erweitert und zielgerichtet auf den realen Handlungsbedarf entwickelt werden, das ist heute in der Praxis noch nicht ausreichend erkennbar bzw. erst vereinzelt angekommen. In Hinsicht auf die konkreten Eingriffe (in ihrer Gesamtheit) gilt es, frühzeitig grundlegende Konflikte zu vermeiden und durch die Kompensationsleistung im Raum zu minimieren. Dazu müssen und können Festsetzungen in den

Planwerken¹ als Rahmenbedingungen zur Steuerung der Kompensation genutzt werden (siehe Kapitel 4.2.6; vgl. Wagener 2013a). Gleichwohl geht es um einen vernünftigen Rahmen, indem gute Ideen und betriebliche Entscheidungsfreiheit zu angemessenen Lösungen führen; es geht sicher nicht um eine einengende „Planwirtschaft“ ohne „Innovationsräume“. Dieser kleine Exkurs muss an dieser Stelle ausreichen, um die wichtige Zuordnung des ELKE-Konzeptes in die Planungsdisziplinen zumindest ausreichend anzudeuten (siehe Kapitel 2.4.3 und 4.2.6). Allerdings limitieren das Alter der Planwerke und die Geschwindigkeit neuer Anforderungen im Raum die eigenständigen Gestaltungsspielräume der Planungsdisziplinen. Sie müssen mehr noch als früher v.a. regional mit anderen Disziplinen zusammenarbeiten.

Es lohnt sich dazu, kurz die grundlegende Sicht auf die menschlichen Aktivitäten in unseren Kulturlandschaften zu vergegenwärtigen. In ELKE treten die Perspektiven der Landwirte und Naturschützer in den Vordergrund. Denn genau dort sind auch die grundlegend unterschiedlichen Wahrnehmungen und daraus entstehenden Konflikte angelegt (vertiefend siehe z.B. Haber 2013). Der Landwirt gestaltet sein Wirtschaftsland – also die landwirtschaftliche Nutzfläche – zweckorientiert und reagiert schnell und effizient auf die Anforderungen seiner Märkte. Für ihn ist eine Orientierung in die Zukunft wichtig für seine laufenden organisatorischen Prozesse und Betriebsentscheidungen von denen maßgeblich sein durch ihn – im Zusammenwirken mit den natürlichen Produktionsbedingungen – gestaltbarer Betriebserfolg abhängt. Der Naturschützer hingegen bewahrt „seine“ als wertvoll eingestufte „naturnahe“ Kultur- und Heimatlandschaft und pflegt diese überwiegend mit Bezug zur Vergangenheit, z.B. den grünen Kulturgütern wie Magerrasen oder Niederwäldern. Die Nähe zu einer „musealen“ Pflege ist offensichtlich. So treffen aktive Gestalter auf Bewahrer, die i.d.R. sich erst mal mit den Veränderungen der anderen auseinandersetzen müssen, um zu entscheiden, ob und wie der Naturschutz betroffen ist und wie zu reagieren ist. Im Ergebnis entstehen Konflikte, die wiederum viel mit Skepsis, mangelnder Akzeptanz und begrenztem proaktivem Gestaltungswillen zu tun haben. Denn der Mensch braucht einen gewissen Erfahrungshorizont, um sich an Veränderungen zu gewöhnen. Dies gilt insbesondere für „Naturschützer“. Haber bringt das folgendermaßen auf den Punkt: „... Das Bestreben, einen als erwünscht erscheinenden Naturzustand „museumsartig“ festhalten zu wollen, z.B. als nationales Naturerbe oder als Welterbe, steht im Widerspruch zur Dynamik der Natur und auch der großen Anzahl der Verursacher von Eingriffen“ (Haber 2013, S. 119), wie z.B. der Land- und Forstwirtschaft.

Allein diese kurze Herleitung zeigt, in welchem Spannungsfeld der unterschiedlich verstandene „Nutzen der Menschen“ verortet werden kann. ELKE verbindet moderne Landbausysteme mit Bezügen zu vertrauten Kulturgütern, z.B. die Energiehecke, der Niederwald im Kurzumtrieb oder die Wildkrautgemenge mit Aspekten der blumenbunten Wiesen, und testet diese in der Praxis mit objektiven wissenschaftlichen Methoden. Neues mit Altem verbinden hilft, die Spannung zwischen Vertrautheit und Gewöhnungsbedürftigkeit zu verringern.

Die nachfolgende Darstellung von drei Treibern steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Ausrichtung der Projektziele in ELKE.

¹ Insbesondere der Landschaftsplanung als Fachplanung des Naturschutzes, hier entstand das Eigenschaftswort „naturschutzfachlich“, das heute auf vielerlei Zusammenhänge im Naturschutz bezogen wird. (Haber 2013).

2.2.1 Artenvielfalt

Das europäische Ziel, den Verlust an Biodiversität bis 2010 zu stoppen, wurde für Deutschland und Europa nicht erreicht (z.B. EEA 2010). Als neues Zieldatum ist 2020 von der EU benannt worden.² Die bestehenden Werkzeuge und Aktivitäten sind offensichtlich nicht ausreichend. Es besteht Handlungsbedarf, um neue Werkzeuge und Strategien entwickeln und erproben zu können.

Schumacher konnte in der Mittelgebirgsregion der Nordeifel zeigen, dass sehr wohl in diesen grünlanddominierten Wirtschaftsräumen mit i.d.R. großen Waldanteilen die kooperative Zusammenarbeit zwischen Land-/Forstwirten und Naturschützern den Verlust an Biodiversität nicht nur stoppen, sondern sogar die Artenvielfalt steigern kann (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 2010, siehe Kapitel 2.3.1).

Vom Flachland bis in die submontane Stufe sorgen allerdings andere Betriebsstrukturen und Landschaftsbestandteile, eine im Verhältnis zur montanen Stufe der Mittelgebirge weit höhere Wertschöpfung pro Flächeneinheit wie auch ein andauernder Flächenverlust durch Siedlung und Verkehr für vollkommen andere Rahmenbedingungen einer gewünschten bzw. notwendigen Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Landwirtschaft (siehe Wagener et al. 2008). Es ist daher von besonderem Interesse, in diesen wirtschaftsstarken Regionen neue flächige Strategien, Werkzeuge und Maßnahmentypen zu entwickeln und einzuführen, um eine gesellschaftlich erwünschte Trendumkehr im aktuellen Biodiversitätsverlust erreichen zu können. Das notwendige Zusammenwirken von Naturschutz und Landbau auf der Ebene der Kulturlandschaften Deutschlands muss dezentral und an der Basis, d.h. auf kommunaler/regionaler Ebene, erarbeitet und verankert werden.

Europa, insbesondere Deutschland, kann sich so weltweit eine Vorreiterrolle für die Integration von Naturschutz in Kulturlandschaften erarbeiten. Das wird aber nur erreicht werden, wenn es dem „Naturschutz“ – den Spezialisten, der Umsetzungspraxis und den amtlich Verantwortlichen – gelingt, die Ziele des Naturschutzes für regelmäßig genutzte Landschaften ausreichend zu definieren und Methoden zu entwickeln, wie diese im Rahmen der Nutzung ausreichend berücksichtigt werden können (vgl. u.a. Flade et al. 2003). Das in ELKE verfolgte Prinzip, Naturschutz durch Landbau, kann dazu einen wichtigen Beitrag als weiteren Baustein für die prospektive Kulturlandschaftsentwicklung leisten.

In Deutschland wird die nationale Strategie für eine nachhaltige Entwicklung seit elf Jahren mittels Nachhaltigkeitsindikatoren fortgeschrieben und weiter entwickelt. Der Indikatorenbericht 2013 führt als

² Die Europäische Union hat 2010 in Anbetracht der ursprünglichen Zielverfehlung eine Vision und ein zentrales Ziel formuliert:
"The vision

'By 2050 European Union biodiversity and the ecosystem services it provides – its natural capital – are protected, valued and appropriately restored for biodiversity's intrinsic value and for their essential contribution to human wellbeing and economic prosperity, and so that catastrophic changes caused by the loss of biodiversity are avoided'.

The headline target

'Halting the loss of biodiversity and the degradation of ecosystem services in the EU by 2020, and restoring them in so far as feasible, while stepping up the EU contribution to averting global biodiversity loss'."

Indikator Nummer 5 Artenvielfalt und Landschaftsqualität³ mit der Zielformulierung Arten erhalten – Lebensräume schützen (Statistisches Bundesamt 2013, S. 11).

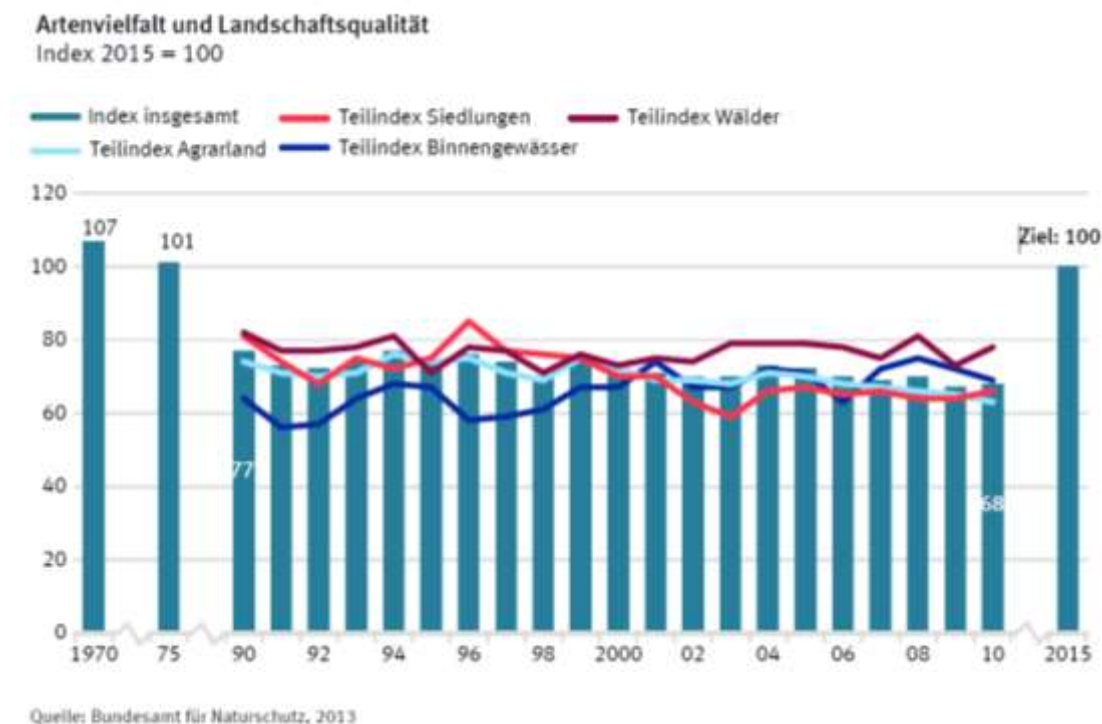


Abbildung 1: Indikator 5 Artenvielfalt und Landschaftsqualität (Statistisches Bundesamt 2013 nach Bundesamt für Naturschutz 2013).

Das Statistische Bundesamt (2013, S. 11) stellt fest: „... Im Vergleich mit den historischen Werten für 1970 und 1975 hat der Teilindikator für Agrarland besonders stark abgenommen. 2010 lag er bei 63% des Zielwerts und entwickelte sich in den letzten zehn Jahren bis 2010 statistisch signifikant weg vom Ziel. Die Teilindikatoren für Wälder (78%), Binnengewässer (69%) und Siedlungen (66%) zeigten in den Jahren von 2000 bis 2010 keinen statistisch signifikanten Trend. Eine Trendwende beim Gesamtindikator könnte insbesondere durch Maßnahmen zur Verbesserung der Verhältnisse im Agrarraum befördert werden. ...“

Die Erfassung der Vögel (in Bezug zum Indikator 5) gibt wertvolle Hinweise zur Wirkung geeigneter extensiv geführter ELKE-Kulturen und Tendenzen zur Situation und Verbesserung der Vogelbesiedlung im Agrarraum an den Modellstandorten im Vergleich zu konventionell geführten Ackerstandorten (siehe Kapitel 4.4.4).

2.2.2 Energiewende

Die energetische Verwertung von Biomasse aus landwirtschaftlicher Erzeugung ist ein grundlegender Pfeiler der Klimaschutzstrategie der Bundesregierung und der Energiewende (u.a. Nitsch/Wenzel

³ „... Die Berechnung des Indikators basiert auf der Bestandsentwicklung von 59 Vogelarten, die die wichtigsten Landschafts- und Lebensraumtypen Deutschlands repräsentieren. Der Indikator bildet indirekt auch die Situation anderer Tierarten mit ähnlich komplexen Lebensraumansprüchen ab. Für jede Vogelart wurden Bestandszielwerte für das Jahr 2015 festgelegt. Aus dem Grad der Zielerreichung aller 59 Vogelarten ergibt sich der Wert des Gesamtindikators. ...“ (Statistisches Bundesamt 2013, S. 11).

2009, Nitsch et al. 2010). Allein die stationäre Verwendung von Biomasse schätzen Nitsch/Wenzel (2009) bis 2020 auf 0,6 Mio. ha für Agrarholz (KUP) und 0,7 Mio. ha für Biogas (0,4 Mio. ha bereits umgesetzt). Dies sind mit Bezug zu 2009 zusätzlich 0,9 Mio. ha Anbaufläche. Bis 2050 sollen dann 1,0 Mio. ha für Agrarholz (KUP) und 0,85 Mio. ha für Biogas erreicht werden. Dies sind nochmal zusätzlich 0,55 Mio. ha Anbaufläche.

Im Ergebnis wurde ein ausgeprägter Kulturlandschaftswandel in einem geschätzten Ausmaß von rund 1,85 Mio. ha bis 2020 und 2,4 Mio. ha bis 2050 angenommen. Aktuell werden mehr als 2,5 Mio. ha für die stoffliche und energetische Nutzung in Deutschland angebaut (FNR 2012). Davon entfallen auf die Energiepflanzen 2,1 Mio. ha. Das geschätzte Potenzial von Biogas ist mit rund 1 Mio. ha (vgl. Abbildung 2) – wenn man von einer überwiegenden stationären Nutzung ausgeht – bereits 2012 weitgehend umgesetzt.



Abbildung 2: Anbau Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (FNR 2012).

Allerdings wird das angenommene Potenzial von Agrarholz (Festbrennstoffe 6.500 ha) aktuell nicht erschlossen. Hier besteht Handlungsbedarf, denn auch die Waldstrategie 2020 (BMELV 2011), als Teil der bundesweiten Energiewende, greift außerhalb des Waldes auf Flächen für den Agrarholzanbau „flankierend“ zurück. Bei einer Deckungslücke von 22 Mio. Festmeter bis 2050 wurde eine Größenordnung von ca. 1 bis 1,5 Mio. ha Kurzumtriebsplantagen überschlägig errechnet (vgl. Toews 2009, Nitsch 2009).

Auf mögliche negative Effekte durch den Anbau Nachwachsender Rohstoffe für die Kulturlandschaften in Deutschland wurde bereits durch das BfN hingewiesen (2010 und speziell Agrarholz 2012). Der gezielte Anbau extensiv geführter Kulturen zur Erzeugung Nachwachsender Rohstoffe kann und soll die Energiewende mit Mehrnutzungskonzepten unterstützen, für mehr Akzeptanz in der Bevölkerung

werben und gleichzeitig die landbauliche Vielfalt und regionale Wertschöpfung in den landwirtschaftlichen Betrieben fördern (siehe Kapitel 2.4).

2.2.3 Flächeninanspruchnahme

Die Notwendigkeit einer Produktionsintegration von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen wird durch den andauernden Verlust von fruchtbaren Böden eindrucksvoll belegt (siehe Abbildung 3). Denn in Deutschland sorgt nach wie vor die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche für einen Verlust multifunktionaler Freifläche, i.d.R. landwirtschaftlicher Nutzfläche, von 29.565 ha pro Jahr (81 ha/Tag gleitender Vierjahresdurchschnitt 2008-2011, Statistisches Bundesamt 2013). Gegenüber dem Vorjahreswert von 31.755 ha (87 ha/Tag gleitender Vierjahresdurchschnitt 2007-2010) konnte eine Reduktion von 2.190 ha festgestellt werden.

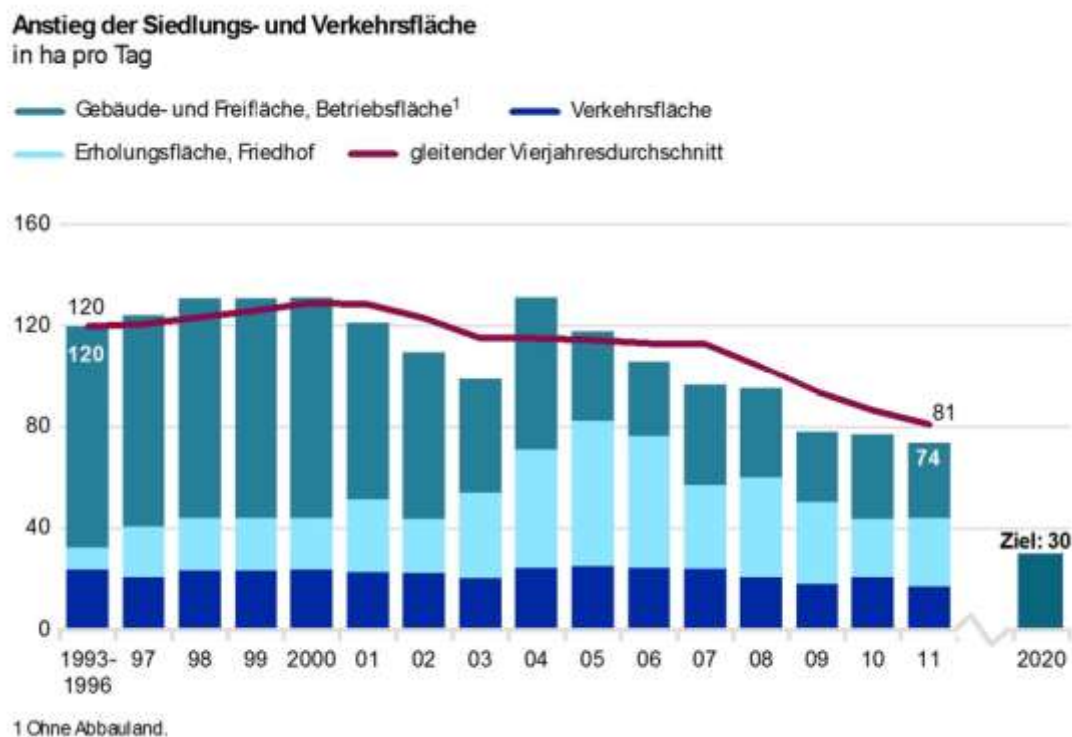


Abbildung 3: Indikator 4, Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Statistisches Bundesamt 2013).

Aktuell kann aufgrund entweder nicht ausreichend vorhandener Daten über alle Ausgleichs- und Ersatzflächen in Deutschland oder statistischer Rand- und Umstellungsfehler bzw. Ungenauigkeiten nicht genau geklärt werden, wie hoch der tatsächliche Flächenverlust durch diese Flächenumwidmung in der Landwirtschaft ist. Gleichwohl ist die Tendenz in Deutschland eindeutig. Denn geht man mindestens von einem Flächenverhältnis von 1:1 (Eingriff zu Ausgleich) aus, so summieren sich aktuell in einem Jahr die vermutlichen Flächenentzüge aus der landwirtschaftlichen Nutzung durch direkte Umwidmung und verbundener Kompensationsverpflichtung auf rund 59.000 ha. Dieses Phänomen wird auch als „doppelter Flächenverlust für die Landwirtschaft“ bezeichnet.

Wird der aktuell verfügbare Vierjahreszeitraum abgebildet und in Relation zum durchschnittlichen Ackerbaubetrieb mit 70 ha Bewirtschaftungsfläche gelegt (Stand 2012), so liegen die konservativ

geschätzten Gesamtverluste bei 236.000 ha. Das sind rund 1,4% der landwirtschaftlichen Nutzfläche und entzieht ca. 3.300 „statistischen“ Durchschnittsbetrieben in Deutschland ihre wichtigste Produktionsgrundlage, den fruchtbaren gewachsenen Boden.

Der Indikatorenbericht 2013 führt als Indikator Nummer 4 Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche mit der Zielformulierung Nachhaltige Flächennutzung. Das Statistische Bundesamt (2013, S. 10) stellt fest: „... In den letzten Jahren hat sich der Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsfläche mit erkennbarem Trend abgeschwächt. Der gleitende Vierjahresdurchschnitt⁴ für neu in Anspruch genommene Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke lag 2011 bei 81 ha pro Tag. Eine Fortsetzung dieser Entwicklung der letzten Jahre würde jedoch nicht genügen, um das Reduktionsziel bis 2020 zu erreichen. ...“

Der Gesetzgeber hat auf diese schleichende und kontinuierlich negative Entwicklung der Agrarstruktur reagiert und einen neuen Prüfauftrag in § 15 Abs. 3 BNatSchG festgelegt, um insbesondere den doppelten Flächenverlust zu mindern. Dort heißt es: „Es ist vorrangig zu prüfen, ob der Ausgleich oder Ersatz auch durch Maßnahmen zur Entsiegelung, durch Maßnahmen zur Wiedervernetzung von Lebensräumen oder durch Bewirtschaftungs- oder Pflegemaßnahmen, die der dauerhaften Aufwertung des Naturhaushalts oder des Landschaftsbildes dienen, erbracht werden kann, um möglichst zu vermeiden, dass Flächen aus der Nutzung genommen werden.“ Diesem vorsichtig formulierten Prüfauftrag haben die zuständigen Behörden im Rahmen ihres fachlichen Beurteilungsspielraums bei der Bewertung bzw. Konzeption von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ab 2011 Rechnung zu tragen (siehe Kapitel 4.2.5, Michler/Möller 2011 Möller/Michler 2011).

Die in ELKE erprobten Kulturen sind grundsätzlich geeignet, genau diesem Prüfauftrag entsprechend, produktive Kompensationsmaßnahmen nach dem Prinzip Naturschutz durch Landbau in landwirtschaftlichen Betrieben produktionsintegriert zu verankern und insofern also die gesellschaftlich erwünschte Rücksichtnahme auf unsere Agrarstruktur zu erfüllen.

Bis heute fehlen landes- und bundesweite Statistiken zur Dokumentation umgesetzter Kompensationsmaßnahmen, obwohl häufig bereits die Pflicht zur Anlage eines Kompensationskatasters landesrechtlich verankert ist. So fehlen Flächenangaben, Maßnahmenklassen nebst Zielfestlegungen und die Erfassung der einmalig und überjährig eingesetzten Geldmittel. Hampicke/Schäfer (2012, S. 73) bringen das auf den Punkt: „... Die Praxis der Eingriffsregelung vollzieht sich abseits der breiten Öffentlichkeit im Kreis von Behörden, Eingriffsverursachern und Planungsbüros. ...“ Eine Erfolgskontrolle ist daher nur in Einzelfällen möglich.

⁴ Statistisches Bundesamt (2010, S. 15): „... Die Berechnung des Anstiegs der Siedlungs- und Verkehrsfläche als gleitender Vierjahresdurchschnitt liefert derzeit belastbarere Aussagen als die auf einzelne Jahre bezogenen Angaben. Ursache sind methodische Umstellungsarbeiten in den amtlichen Liegenschaftskatastern, auf denen die Flächenstatistik basiert. ...“

2.3 Naturschutz mit der Landwirtschaft

2.3.1 Naturschutz durch Nutzung

Land- und Forstwirtschaft haben sich bereits seit vielen Jahren als verlässliche Partner in der Schutzgebietspflege bewährt und damit das seit den 1980er Jahren u.a. von Schumacher eingeführte Prinzip Naturschutz durch Nutzung so erfolgreich umgesetzt, dass es mittlerweile in ganz Deutschland verfolgt wird. Es basiert auf einer naturschutzgerechten regelmäßigen Nutzung von Flächen (Naturschutz- und landwirtschaftliche Betriebsflächen) und der sinnvollen Verwertung des Aufwuchses im eigenen/angeschlossenen Betriebskreislauf. Hier liegt ein eindeutiger Unterschied zu einer Pflege, bei der anfallender Grünschnitt i.d.R. kostenintensiv und unproduktiv entsorgt werden muss.

Mit rund 200 Staatsexamens-, Diplom- und Doktorarbeiten aus den letzten 30 Jahren, weiteren Datenerhebungen und einer ganzen Reihe umsetzungsorientierter Forschungsprojekte hat der Forschungsbereich „Geobotanik und Naturschutz“ der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn im Detail den Erfolg von Umweltschutzmaßnahmen in der nordrhein-westfälischen Eifel untersucht. Das Ergebnis fasste Professor Schumacher zusammen: „In der Eifel wurde als eine der ersten Regionen Deutschlands das 2010-Ziel der Europäischen Union nicht nur erreicht, sondern deutlich übertroffen.“ Dies sei zumindest für die Flora, die Pflanzengesellschaften und die gefährdeten Biotoptypen zweifelsfrei nachgewiesen worden (Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 2010).

Schumacher konnte so sehr eindrucksvoll zeigen, dass nur durch eine kooperative Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Naturschutz eine flächige Landnutzungsstrategie zur Verbesserung des biotischen und vermutlich auch abiotischen Ressourcenschutzes in einer Landschaft erfolgreich umgesetzt werden kann.

2.3.2 Produktionsintegrierte Kompensation (PIK)

Die Produktionsintegration von Kompensationsmaßnahmen fußt auf der Einpassung geeigneter und genau definierter Maßnahmen in meist vorhandene und i.d.R. bereits bewirtschaftete Kultursysteme landwirtschaftlicher Betriebe, die aus Naturschutzsicht ein auf den Eingriff bezogenes Aufwertungspotenzial im Sinne einer tatsächlichen, ökologisch wirksamen Verbesserung aufweisen. Grundsätzlich muss diese regelmäßig nachweisbar sein und die rechtlich vorgegebenen Mindestanforderungen (gute fachliche Praxis, Cross Compliance) deutlich übertreffen (Kontrollfähigkeit). So können z.B. klassische Ackerrandstreifen die rezente Segetalflora (und die Bodensamenbank) fördern und so einen Eingriff auf einem konventionellen Acker ausgleichen. Czybulka et al. (2012) sprechen in diesem Zusammenhang von einer nutzungsbedingten Biodiversität. Ein entscheidender Nutzen aus Sicht der Agrarstruktur liegt im Verbleib dieser Flächen im landwirtschaftlichen Betrieb.

Grundsätzlich muss diesen Flächen nach aktueller Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes eine Aufwertungsbedürftigkeit und -fähigkeit nachgewiesen werden. Eine Aufwertungsbedürftigkeit der

Fläche ist gegeben, wenn es sich um eine ökologisch minderwertige Fläche handelt. Aufwertungsfähig sind Flächen, die durch entsprechende Maßnahmen in einen ökologisch höherwertigen Zustand versetzt werden können. Der Erhalt des vorhandenen Zustandes auf der Fläche reicht nicht aus (vertiefend und umfassend in Michler et al. 2007, Möller/Michler 2011, Czybulka et al. 2012).

2.3.3 Produktive Kompensation

Aufbauend auf der PIK führt eine konsequente Integration neuer Anforderungen an unsere Landschaften zur „produktiven Kompensation“. Nimmt man die aktuellen Treiber des Landschaftsgeschehens wie Flächenverbrauch, Verlust an Lebensräumen und Entwicklung der Rohstoffmärkte und die gesellschaftlichen Anforderungen wie den Erhalt der Biodiversität und die Energiewende in den Blick (siehe Kapitel 2.2), kommt man über die Weiterentwicklung neuer Anbaukulturen, wie z.B. Agrargehölzen oder Wildkräutergemengen, zu produktiven Kompensationsmaßnahmen mit nachwachsenden Rohstoffen. Hier stehen die Produktion von Biomasse und der biotische wie abiotische Ressourcenschutz im Entwicklungsziel der Kulturen gleichberechtigt nebeneinander. Ermöglicht wird dies durch veränderte Bewirtschaftungsweisen sogenannter Low-Input-Systeme mit dem Ziel der energetischen oder auch stofflichen Verwertung.

Die produktive Kompensation vollzieht einen Paradigmenwechsel in der Kooperationsfähigkeit zwischen Landwirtschaft, Naturschutz und Planung. Insofern folgt dieses Vorgehen dem Integrationsansatz im Naturschutz und entwickelt diesen konsequent weiter im Sinne einer optimalen Gesamtleistung produktiver Faktoren und Ressourcen (vgl. Pareto-Optimum in Wagener et al. 2008, S. 16). So können mehrere Ziele unserer Gesellschaft miteinander verbunden werden.

2.4 Naturschutz durch Landbau

Das neue Prinzip Naturschutz durch Landbau basiert auf der nutzungsbedingten Biodiversität durch die gezielte Entwicklung von produktiven z.T. neuen Kulturen (z.B. Wildpflanzengemeinde, Agrarholzkulturen). Dieses Zusammendenken eröffnet Möglichkeiten für eine Erweiterung der bewährten Werkzeuge im angewandten Naturschutz. Durch eine derartige, aktive Gestaltung kann ein positiver Einfluss auf die Dynamik unserer Kulturlandschaften entfaltet werden.

Naturschutz durch Landbau ist ein „grenzüberschreitendes“ Konzept des Landbaus, Naturschutzes und verbindender Fachplanungen (insbesondere der Eingriffsregelung eingebettet in die Landschaftsplanung). Der Ansatz geht insofern über den „Naturschutz durch Nutzung“ und auch über „produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen“ hinaus, als hier die Bewirtschaftung etwa durch einen Landwirt nicht „nur“ als Grundlage für Naturschutzmaßnahmen herangezogen wird, sondern das Ziel verfolgt wird, ökologische Leistungen direkt durch eine angepasste Bewirtschaftung abzubilden. Anders als beispielsweise bei der Nutzung von Feuchtwiesen durch landwirtschaftliche Betriebe, bei der vorhandene Kulturbiotop erhalten werden, oder bei der Anlage von Blühstreifen oder Lerchenfenstern, bei der die Bewirtschaftung auf – wenn auch nur geringen – Teilflächen eingeschränkt oder ausgesetzt wird, zielt der Naturschutz durch Landbau darauf ab, neue Biotop

durch Kulturen zu schaffen, die aus einer vollflächigen Bewirtschaftung und Verwertung heraus gezielte, wiederholbare ökologische Leistungen erbringen.

Diese realen Leistungen bilden die Grundlage für eine Einordnung und Bewertung der produktiven Kompensationsmaßnahmen nach dem Prinzip ELKE anhand der Schutzgüter des Naturschutzes (siehe Kapitel 5.1). Der Aufwertungsmaßstab bzw. -erfolg wird dabei an konventionell bewirtschafteten und aufwertungsfähigen Äckern gemessen (Ausgangslage).

Der Ansatz Naturschutz durch Landbau ist damit die Grundlage der Arbeiten in ELKE. Er basiert auf der Identifikation, Entwicklung und dem Einsatz geeigneter extensiver Landbausysteme (siehe Kapitel 2.4.1) und ihrer Inwertsetzung im Rahmen von Mehrnutzungskonzepten (Kapitel 2.4.2) – hier produktive Kompensationsmaßnahmen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe und zur Erbringung von Kompensationsleistungen. Werden diese Mehrnutzungskonzepte im Kontext des jeweiligen Landschaftsraumes mit seiner spezifischen Ausstattung, den aktuellen regionalen Rahmenbedingungen sowie im Einklang mit den Anforderungen der Akteure vor Ort im Sinne einer differenzierten Landnutzung (Haber 1972) entwickelt, können im Ergebnis ganzheitliche Landnutzungsstrategien (Kapitel 2.4.3) entstehen, die verschiedene gesellschaftliche Ansprüche an die Landschaft aufgreifen und sinnvoll miteinander verbinden. So ergeben sich insbesondere auf kommunaler Ebene neue Handlungsoptionen in der Daseinsvorsorge.

2.4.1 Extensive Landbausysteme

Wie bereits in den Kapiteln 1 und 2.2.3 dargestellt, findet ein Großteil der Eingriffe auf landwirtschaftlichen Gunststandorten statt, so dass er mit dem Verlust von Ackerflächen einhergeht. Zugleich wurden und werden diese Eingriffe häufig durch die Anlage extensiv bewirtschafteten Grünlands oder auch von Streuobstbeständen auf Grünland kompensiert. Eine adäquate Kompensation durch die Schaffung oder den Erhalt mesophiler Ackerstandorte oder einer vergleichbaren Nutzung – wo dies aufgrund der Art des Eingriffs funktional und räumlich sinnvoll ist – stellt eher die Ausnahme dar. Anhand der statistischen Daten zur Entwicklung der Acker- und Grünlandfläche in Deutschland ist davon auszugehen, dass hierdurch neben einer laufenden Intensivierung der verbleibenden Ackerflächen in Gunstgebieten auch ein verstärkter Umbruch von Grünland zu Acker in angrenzenden Regionen stattfindet (vgl. Kapitel 1).

Um Kompensationsmaßnahmen (Kapitel 2.3.3) für diese Eingriffe umzusetzen, bei denen produktive Ackerfläche – wenn auch mit Einschränkungen bei der Bewirtschaftung – für die Betriebe erhalten bleibt, müssen geeignete Anbausysteme identifiziert werden. Dabei muss es neben einer allgemeinen Eignung für derartige Maßnahmen im Anschluss auch um die regionale und betriebliche Einpassung gehen, damit eine effiziente Bewirtschaftung und Verwertung der Produkte ermöglicht werden kann.

Grundsätzlich gibt es gerade unter den nachwachsenden Rohstoffen zahlreiche „Low-Input-Pflanzen“, die bei einem verminderten Einsatz oder auch dem vollständigen Verzicht auf chemisch-synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel mit lediglich geringen ertraglichen und ökonomischen Einbußen reagieren und zugleich ökologische Leistungen z.B. durch Struktur-, Habitat- oder Nahrungsfunktion erbringen können. Zudem sind die Qualitätsanforderungen, die an nachwachsende Rohstoffe zur

Energieerzeugung gestellt werden, i.d.R. in geringerem Maße vom Düngenniveau und dem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln abhängig als bei Nahrungs- und Futtermitteln.

Eine umfassende Darstellung potenziell geeigneter Kulturen ist bereits im Schlussbericht zu Phase I von ELKE (Wagener et al. 2008) enthalten. Darunter finden sich unter anderem verschiedene Baum- und Straucharten, die für den Anbau von Agrarholz im Kurzumtrieb geeignet sind. Werden diese Gehölze flächig angebaut, ist häufig auch von Kurzumtriebsplantagen (KUP) die Rede. Ziel beim Anbau in kurzen Umtriebsintervallen ist i.d.R. die Erzeugung von Energieholz.

Kombiniert man den streifigen Agrarholzanbau funktional mit einer anderweitigen landwirtschaftlichen Nutzung, so wird dies als Agroforstsystem bezeichnet. Agroforstsysteme können grundsätzlich verschiedene Produktionsziele sowohl bei den Gehölzen, wie etwa Energie- oder Wertholz, als auch bei der sonstigen landwirtschaftlichen Nutzung, angefangen von der Weidehaltung, über den Anbau von Lebens- und Futtermitteln bis hin zur Erzeugung von Biogassubstraten, umfassen.

Neben dem flächigen und streifigen Agrarholzanbau sind auch extensive Anbausysteme zur Erzeugung von Biogas-Substraten für sich betrachtet oder als Bestandteil von Agroforstsystemen für die Gestaltung produktiver Kompensationsmaßnahmen geeignet. Aufgrund der Anforderung, dass die Kulturen bei weitgehend reduziertem Betriebsmitteleinsatz akzeptable Erträge liefern sollten, zeigt sich schnell, dass vor allem bestimmte Gemenge, die häufig bereits traditionell zur Futtergewinnung genutzt werden, hierfür in Frage kommen. An erster Stelle seien hier Klee gras, Landsberger Gemenge und Wickroggen genannt. Eine weitere, moderne Option stellen Wildpflanzengemenge zur Biogaserzeugung dar, die in den letzten Jahren in einem Forschungsprojekt der LWG Veitshöchheim (siehe auch Hinweis Kapitel 2.1.1) intensiv untersucht und auch im Rahmen von ELKE erprobt wurden.

Neben einer extensiven Bestandesführung hinsichtlich Pflanzenschutz und Düngung ist für die Erbringung ökologischer Leistungen vor allem die Vielfalt der an einem Standort angebauten Kulturen entscheidend. Kombiniert man verschiedene extensive Landbausysteme zu einem vielfältigen Mix, wird anhand der Bewirtschaftungsrhythmen schnell klar, dass hierdurch eine Vielzahl funktionaler Aspekte und Nischen für verschiedenste Tier- und Pflanzenarten abgebildet werden kann.

Abbildung 4 zeigt anhand eines vierjährigen Ausschnittes die Vielfalt in Raum und Zeit, die sich aus der Bewirtschaftung und Vegetationsdynamik verschiedener extensiver Landbausysteme zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe im Vergleich mit einer praxisüblichen, konventionellen Fruchtfolge zum Anbau von Marktfrüchten wie Raps und Getreide ergeben.

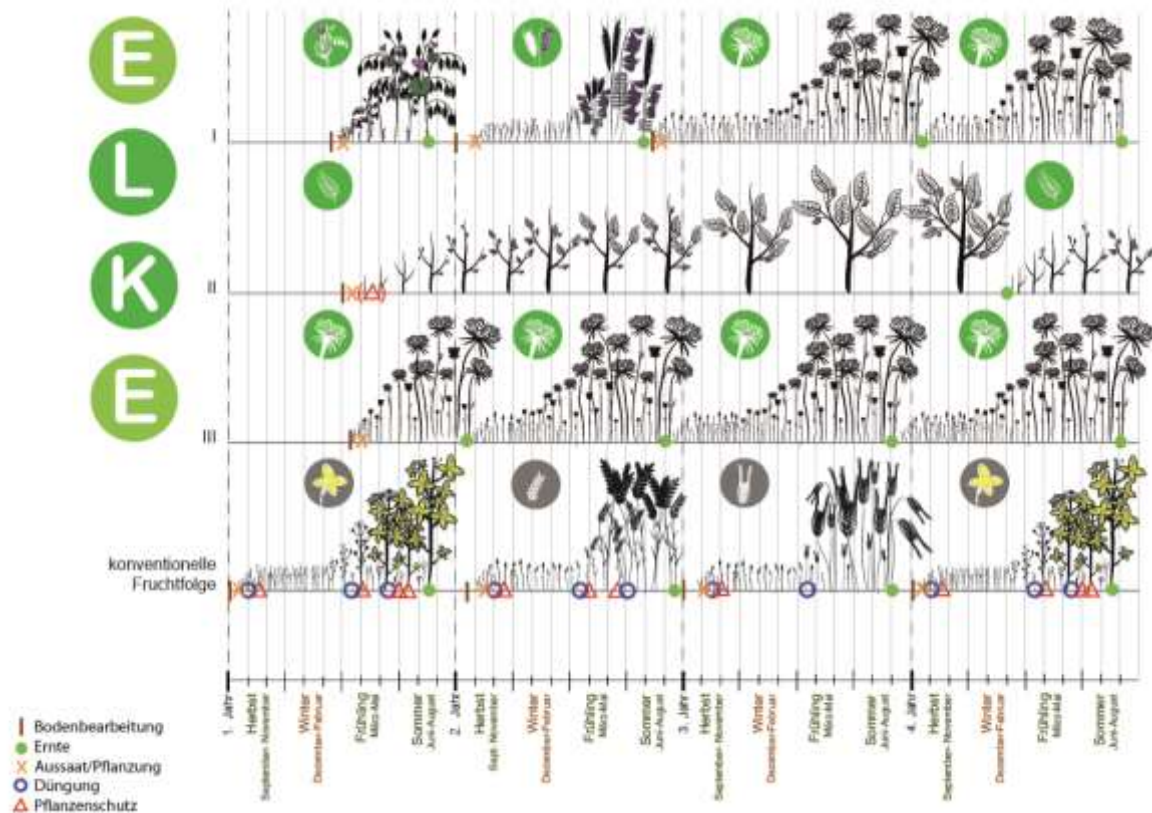


Abbildung 4: Vielfalt in Raum und Zeit durch extensive Landbausysteme.

Die „Zeilen“ I, II und III bilden dabei die Kombination verschiedener Gemenge aus Hafer-Erbse (I), Wickroggen (I) und Wildpflanzen (I und III) sowie den Anbau von Agrarholz mit dreijährigem Umtrieb (II) ab. Darunter ist eine praxisübliche, konventionelle Fruchtfolge aus Raps, Weizen und Gerste dargestellt.

Während die praxisübliche Bewirtschaftung je nach Standort und Betrieb von einem mehr oder minder intensiven Betriebsmitteleinsatz geprägt ist, bieten die extensiven Anbausysteme in ihrer Kombination auf benachbarten Flächen (I, II und III) durch verschiedene Erntezeitpunkte (u.a. mit mehrjährigen Aufwuchsphasen beim Agrarholz) und eine erhöhte Bodenruhe (durch z.B. 3-5jährigen Anbau von Wildpflanzengemengen und Klee gras oder auch 20-30jährigen Rekultivierungsperioden beim Agrarholz) insgesamt eine wesentlich vielfältigere Vegetationsdynamik. Durch den Verzicht auf Pflanzenschutz und mineralische Düngung, die Integration von Blühpflanzen als Nahrungsquelle in die Gemenge, den Aufbau von (Leit-)Strukturen durch das Agrarholz, eine intensivere Durchwurzelung und Humusbildung und viele andere Aspekte mehr, werden weitere positive abiotische und biotische Effekte gegenüber der praxisüblichen Bewirtschaftung erzielt.

2.4.2 Mehrnutzungskonzepte

Die dramatischen Werte der Flächenverluste (siehe auch Kapitel 2.2.3) zeigen ebenso deutlich wie die aktuellen Herausforderungen im Hinblick auf den Klimaschutz, die mögliche Verlustspanne zwischen 5 % und 30 % heimischer Arten durch den Klimawandel (Leuschner/Schipka 2004), den Schutz abiotischer Ressourcen und die Sicherung der Rohstoffversorgung, dass bundesweit ein anwendungsorientierter Handlungsbedarf gegeben ist, gemeinsame Wege für Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz und Energiewirtschaft bzw. stoffliche Veredelung nachwachsender Rohstoffe herauszuarbeiten. Hier sind Synergien realisierbar (vgl. Wagener et al. 2008, Wagener 2010b), wenn Schnittmengen identifiziert werden und die genannten Akteure durch den Aufbau von Mehrnutzungskonzepten partnerschaftlich in regionalen Netzwerken zusammenwirken (siehe Abbildung 5).

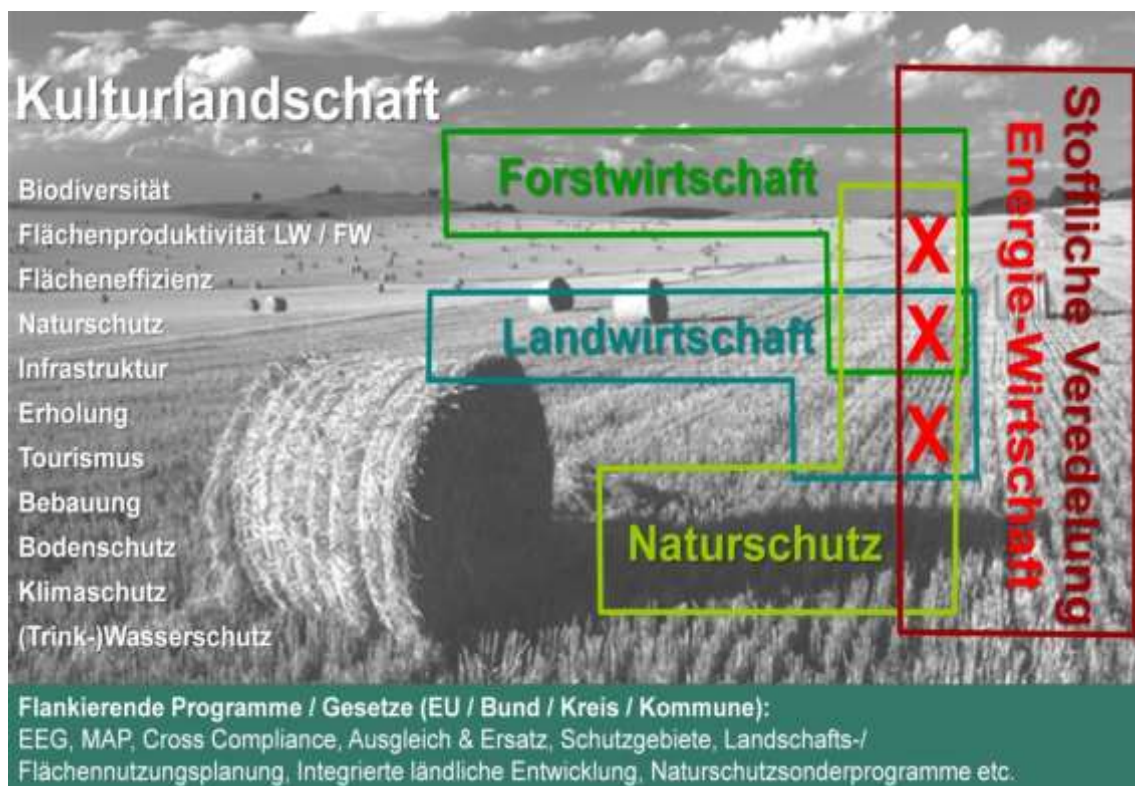


Abbildung 5: Mehr Nutzen von einer Fläche kann durch die Identifikation von Schnittmengen begründet werden.

So können konkurrierende Nutzungen durch Mehrnutzungskonzepte in Teilen zugunsten gemeinsamer Lösungsansätze für die betrachtete Kulturlandschaft aufgelöst werden. Die Verbindung von Einzelansprüchen zu einer gemeinsamen Strategie ist insbesondere wünschenswert, weil die Vielfalt der Funktionen (siehe Abbildung 5, linke Seite) sowie der gesellschaftlich verfassten Grundlagen in Form von Gesetzen sowie Förderungsprogrammen (siehe Abbildung 5, unten) eine Regelungsdichte erreicht hat, die für den Einzelnen (insbesondere die Land- und Forstwirtschaft und den Natur- und Umweltschutz) kaum noch überschaubar ist.

Eine weiter fortschreitende Segregation der freien Landschaft nach Einzelanforderungen – wie hier Naturschutz, dort intensive Produktion, Grundwasserspende, Wasserschutz, Klimaschutz,

Naherholung etc. (Landschaftsprodukte im erweiterten Sinne) – wird den Herausforderungen der Zukunft nicht mehr ausreichend effizient begegnen können.

In den letzten Jahren wurden aus der öffentlichen Debatte um Bioenergie und Nachhaltigkeit heraus zunehmend konkrete Anforderungen an den Anbau Nachwachsender Rohstoffe gestellt, die von Expertengremien gezielt formuliert wurden (z.B. SRU 2007, WBA 2007, 2010, WBGU 2009, 2011). So wird u.a. eine Orientierung auf flächeneffiziente Anbausysteme gefordert, die ein hohes Klimaschutzpotenzial mit anderen Leistungen wie etwa einem verbesserten Erosions-, Gewässerschutz und Ausbau des Biotopverbundes in der Fläche kombinieren.



Abbildung 6: Mehrnutzungskonzepte – mehr Nutzen von einer Fläche am Beispiel von Agroforstsystemen.

Diese Anforderungen, die über die gesetzlich geforderten Nachhaltigkeitskriterien im Landbau und somit auch im Energiepflanzenanbau – konkret z.B. in Form der Cross Compliance Regelungen oder der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – hinausgehen, können durch extensive Anbausysteme (siehe Kapitel 2.4.1) erfüllt werden, wenn deren Anlage im Gesamtkontext der Landschaftsfunktionen eingepasst wird. Damit handelt es sich um echte Mehrnutzungskonzepte (siehe Abbildung 6), die volkswirtschaftliche Vorteile gegenüber einer segregierten Landschafts(be)nutzung aufweisen und im Falle einer Internalisierung und Monetarisierung der positiven gesellschaftlichen Effekte auch betriebswirtschaftlich konkurrenzfähig sein können (siehe Kapitel 4.2.3). Diese Mehrnutzungskonzepte sind eine wesentliche und äußerst vielseitige Grundlage für die Erarbeitung konkreter Landnutzungsstrategien.

2.4.3 Landnutzungsstrategie und Differenzierte Landnutzung

Bereits 1972 schaffte Haber mit seinem Konzept der Differenzierten Landnutzung eine wesentliche Grundlage für die Kombination von nachhaltiger Landnutzung mit dem Arten- und Biotopschutz im angewandten Naturschutz (siehe Abbildung 7). 2013 bezeichnet Haber nach einer grundlegenden Analyse von Strategien und Programmen des Naturschutzes auch im Verhältnis zur Landwirtschaft seine „Kompromiss-Strategie“ als „Differenzierte agrarische Landnutzung mit flexibler Naturschutzintegration“ (vertiefend Haber 2013, S. 125 ff.).

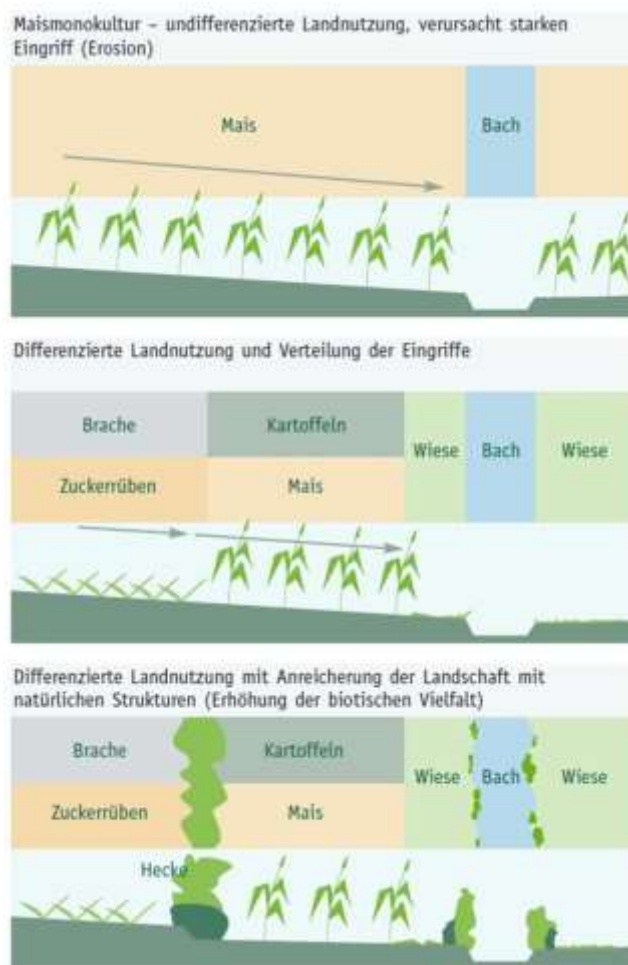


Abbildung 7: Schema Differenzierter Landnutzung in der modernen Landwirtschaft (Haber 2003).

Das hier formulierte und umgesetzte Konzept Naturschutz durch Landbau versteht sich als ein spezielles Umsetzungskonzept dieser Kompromiss-Strategie. Wesentlicher Ansatz ist die Steigerung der Vielfalt in der Landschaft als Grundlage für die Biodiversität von Flora und Fauna. Diese nutzungsbedingte Agrobiodiversität erhöht die Strukturvielfalt im räumlichen und zeitlichen Rhythmus der hier in Erprobung befindlichen landwirtschaftlichen Kulturen (siehe Kapitel 2.4.1). Diese neuen verschiedenartigen Lebensräume krautiger und gehölzbasierter Kulturen bieten in unserer Kulturlandschaft Platz für mehr Arten. Das Konzept des Biotopverbundes (vgl. Jedicke 1994) durch gezielt eingesetzte Strukturen (im Sinne von „Verbindungsflächen und Verbindungselementen“, BNatSchG 2010) unterstützt den Austausch und erhöht die Aktivitätsdichte von Tieren. Pflanzen – insbesondere flächig die der landwirtschaftlichen Kulturen – bieten dazu eine wesentliche

Lebensgrundlage, wobei gerade die dort wildlebenden Pflanzen unter anderem durch z.B. Samentransport wiederum von der Aktivität der wildlebenden Tiere und der gezielten Kulturtätigkeit des Menschen profitieren (sogenannte Kulturfollower, wie z.B. Segetalarten).

Das neue Konzept Naturschutz durch Landbau nimmt diese Grundlagen auf, entwickelt sie weiter und erarbeitet dazu moderne Werkzeuge aus und für die Praxis (siehe Kapitel 5.2). Diese Werkzeuge beinhalten als einen qualifizierenden Faktor eine qualitätsorientierte und gezielte Planung und daran ausgerichtetes Management im Raum. In dieser Weise ist das Konzept geeignet, den klassischen bewahrenden Naturschutz im betrachteten realen Landschaftsraum zu unterstützen und zu erweitern. Folgende Leistungen können so unterstützend und erweiternd im Raum platziert und kombiniert werden:

- Biotopverbund in der Landschaft: Biotischer Ressourcenschutz,
- Pufferfunktionen in der Landschaft: Abiotischer Ressourcenschutz,
- Lebensraumfunktion z.T. für neue (noch reifende) Lebensgemeinschaften in Agrarlandschaften mit entsprechenden Ackeranteilen,
- Landschaftsbildaufwertung durch gliedernde und belebende Kulturen (moderne Interpretation und Nachbildung gewachsener Kulturlandschaftstypen).

So kann eine pragmatische Landnutzungsstrategie in der Kulturlandschaft entstehen, die sich durch ein qualifiziertes und effizientes Kulturlandschaftsmanagement auszeichnet. Diese Landnutzungsstrategien weiten den Blick von der Betrachtung einzelner Schläge/Maßnahmen und Betriebe hin zu einer umfassenden Strategie für einen ganzen Landschaftsraum. Sie können gezielt weitere Anforderungen z.B. aus dem Gewässerschutz (Wagener 2011b und 2013b) oder dem Tourismus integrieren und in den Prozess der Umsetzung führen – so verändern sich Landschaften durch regionale und nicht mehr nur überwiegend durch internationale Marktentwicklungen (z.B. Leitmarkt Rohöl gekoppelt mit landw. Rohstoffmärkten). Aktuell findet man i.d.R. eine von den Regionen weitestgehend entkoppelte Landnutzung, die mit vielfältigen Problemen belastet ist – ein Beispiel ist die Zunahme der Erosion und die Abnahme des Humusgehaltes der Ackerböden (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Ungleichgewichte in der Kulturlandschaft aufgrund unzureichender Vernetzung und fehlender bzw. nicht systematisch organisierter Landnutzungsstrategien.

Die ganzheitliche Herangehensweise in ELKE wird durch ein angewandtes, regionales Stoffstrommanagement erreicht, das eine effektive Akteursvernetzung, die Herausarbeitung regionaler Handlungsoptionen, die Verbindung von Quellen und Senken innerhalb nachhaltiger Systemgrenzen und die Bereitstellung von ökonomischen Werkzeugen für die Umsetzung umfasst. Gerade die (sozio-)ökonomische Bewertung und Einpassung der gewünschten Landbausysteme in lokale/regionale Märkte ist ein wesentlicher Schlüssel für die langfristige Etablierung neuer Landnutzungsstrategien, denn Entscheidungen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe werden i.d.R. vor dem Hintergrund der ökonomischen Tragfähigkeit wie rechtlichen Zuverlässigkeit dieser häufig neuen Betriebszweige getroffen. So sind die Kommunen die zentralen Scharniere für ein umfassendes Kulturlandschaftsmanagement. Sie können durch die Aktivierung der regionalen Meinungsführer und die Verbindung ihres Tagesgeschäftes z.B. mit neuen nachhaltigen Wärme- und Energiesystemen erste erfolgreiche Schritte unternehmen und damit wichtige Demonstrationsvorhaben initiieren, z.B. Holzhackschnitzelheizungen in zu modernisierende öffentliche Liegenschaften integrieren oder direkt nur die Wärme im Contracting einkaufen (siehe Wagener/Böhmer 2009, Wagener 2011a). Damit wird den interessierten Landbaubetrieben (oder deren Kooperationen mit anderen Betrieben, z.B. in Genossenschaften) eine Investitionssicherheit gegeben, die wiederum als Sicherheit gegenüber Banken hilft, Geldmittel regional zu erschließen. So entstehen regionale Innovationen und Investitionen, die den Ausbau der Landnutzungsstrategie durch angewandtes Stoffstrommanagement fördern – eine Vernetzung der lokalen Wirtschaftssysteme führt zu Synergien für eine nachhaltige Landnutzung und verbindet so die Stoffströme mit der Kulturlandschaft (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Der Aufbau nachhaltiger und regional verankerter Landnutzungsstrategien schafft eine „neue“ Balance im Raum und stärkt ein effizientes Kulturlandschaftsmanagement.

Diese Vorgehensweise zielt auf eine flächige Integration dieser neuartigen Kulturen in die Landschaft und ist so geeignet, die segregierten grünen Kulturgüter wieder mehr mit der Landschaft zu verknüpfen.

3 Vorgehensweise

Um dem Anspruch einer praxisgerechten, umfassenden Erforschung extensiver Landbausysteme im Kontext von Ausgleich und Ersatz gerecht zu werden, wurde der Ansatz über mehrere Projektphasen seit 2007 laufend weiterentwickelt.

In einer ersten, theoretischen Phase wurden die Grundlagen für die Umsetzbarkeit des ELKE-Ansatzes anhand von Literaturstudien, Expertengesprächen und eines ersten Rechtsgutachtens analysiert. Nachdem grundlegende Aspekte der rechtlichen und pflanzenbaulich-technischen Machbarkeit sowie der ökologischen Zielrichtung im Projekt geklärt waren, wurden in Phase II ab 2008 Modellstandorte für die Erprobung und Erforschung im Praxismaßstab identifiziert und aufgebaut. Von 2010 bis 2013 lief die dritte Projektphase, die sich der Umsetzung und intensiven Begleitforschung an vier Modellstandorten bundesweit widmet.

Nachfolgend werden einige kurze Erläuterungen zum Projektaufbau und zum Forschungsverbund, zum Datenmanagement und zum Wissenstransfer gegeben. Nähere Angaben zur Methodik der Forschungsarbeiten finden sich in den Fachbeiträgen zu den einzelnen Forschungsbereichen in Kapitel 4.

3.1 Projektaufbau & Forschungsverbund

Eine Besonderheit bei der Vorgehensweise im Projekt liegt im laufenden Abgleich zwischen den beteiligten Wissenschaftlern und den Praktikern aus der praktischen Landwirtschaft, Verbänden, Beratungseinrichtungen, privaten Unternehmen und Behörden. Erst dadurch entsteht neben der Interdisziplinarität des Projektkonsortiums auch eine echte Transdisziplinarität im Sinne einer Rückkopplung zwischen praktischer Entwicklung und Erkenntnisgewinn.

Basis aller Untersuchungen im ELKE-Projekt sind die Modellstandorte (Kapitel 4.1), an denen der Projektansatz im Praxismaßstab umgesetzt und erprobt wurde. Erst diese Entwicklung, die von den Partnern vor Ort getragen wurde, hat die Arbeit des Forschungsverbundes ermöglicht. Weitere Details zum Projektaufbau sind dem Förderantrag vom 06.01.2010 zu entnehmen.

Der Verbund wurde und wird geleitet durch das Projektteam des IfaS. Insofern liegt die Verantwortung und die Ausrichtung für das Gesamtprojekt beim IfaS. Ziel war und ist die objektive und wissenschaftlich fundierte Beforschung extensiv geführter Landbausysteme im Raumverbund und -vergleich. Dieses Ziel wurde von allen Partnern sowohl aus der Praxis als auch der Wissenschaft verfolgt.

Die Projektergebnisse wurden von den Projektpartnern in Ihren Professionen und Fachgruppen erarbeitet und regelmäßig im Projektkonsortium interdisziplinär diskutiert und eingeordnet. Alle Beiträge wurden redaktionell durch das IfaS im Zusammenwirken mit den Partnern überarbeitet. Es wurden dazu fünf Gesamtworkshops und einzelne Arbeitsgruppentreffen durchgeführt, die z.T. auf der Homepage dokumentiert wurden. Die letztliche Verantwortlichkeit hinsichtlich der Ergebnisse und Darstellung liegt bei den im jeweiligen Kapitel als Autor benannten Personen und für den

Gesamtbericht beim IfaS. Die nicht mit Autoren gekennzeichneten Kapitel sind durch das Projektteam des IfaS, Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld ausgearbeitet worden. Die dort vorgestellten Ergebnisse basieren auf der interdisziplinären Zusammenarbeit aller Partner.

3.2 Datenverarbeitung und -management

Im Rahmen des ELKE-Projektes wurden an fünf Modellstandorten in Deutschland umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen im Feld und anschließend je nach Methode im Labor durchgeführt. Die Ergebnisse wurden durch die zuständigen Forschungs- und Praxispartner digitalisiert und an das IfaS übermittelt, um diese Datensätze dann in eine ELKE-Datenbank einzustellen.

Um eine konstant hohe Datenqualität zu garantieren sowie eine „barrierefreie“ Nutzung der Daten, sowohl während als auch nach der Projektlaufzeit, zu ermöglichen, wurden die (Roh-)Daten der Verbundpartner am IfaS zentral aufbereitet. Die Datenverarbeitung gliederte sich in die Bereiche Sachdaten- und Geodatenmanagement. Durch die konsequent GIS-basierte Aufbereitung der mittels DGPS-eingemessenen Untersuchungsflächen in einer Projekt-Geodatenbank, konnte jedem Ergebnis(Sach-)Datensatz eine exakte räumliche Lage zugeordnet werden. Durch die Generierung eines individuellen Geo-Identifikationscodes („GID“), der sich sowohl in den Sach- als auch in den Geodaten findet, konnten alle Forschungsergebnisse im Raum verortet werden. Dadurch wird die transdisziplinäre Auswertung der Forschungsergebnisse auch bei zukünftigen Arbeiten und Forschungsfragen gewährleistet. Aktuelle Ergebnisformate der Datenaufbereitung sowie deren Inhalt zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht der aufbereiteten Daten.

Kategorie		Format	Daten zu
Landbau		Access-Datenbank	Kulturen, Bewirtschaftung
Boden		Access-Datenbank	Basis- & Spezialuntersuchungen Boden
Feldbiologie	Arthropoden	Access-Datenbank	Laufkäfer & Spinnen
	Avifauna	Access-Datenbank	Vogelkartierung
	Biotoptypen (ÖFS)	Access-Datenbank (standortspezifisch)	Daten Biotopkartierung
	Detaillkartierung Flora	Access-Datenbank (standortspezifisch)	Avifauna
	Strukturkartierung	Access-Datenbank (standortspezifisch)	Strukturkartierung Vegetation
	Diasporen	Access-Datenbank	Diasporenanalyse, Einzelpflanzenkartierung

Eine Übersicht der Datenbereitstellung durch die Projektpartner gibt Abbildung 10. Die erhobenen Daten wurden in drei übergeordnete Kategorien (Landbau, Boden und Feldbiologie) zusammengefasst:

(1) Die Kategorie Landbau beinhaltet Daten zu den angebauten Kulturen. Beispiele hierfür sind Ertrag, Trockenmasse- und C/N-Gehalte, aber auch Bewirtschaftungsmaßnahmen sowie Kosten und Gewinne. Diese Daten stellen die Grundlage zur Berechnung der Ökonomie von Produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahmen nach dem erweiterten ELKE-Prinzip der Produktiven Kompensation dar.

(2) In der Kategorie Boden wurden die Daten aus den bodenwissenschaftlichen Untersuchungen gebündelt. Neben den Ergebnissen der jährlichen Basisuntersuchungen (Nährstoff- und C_{org} -Gehalt, pH-Wert etc.) sind auch die Ergebnisse der Spezialuntersuchungen, in denen beispielsweise die Aggregatstruktur oder die Gehalte an heißwasserlöslichem Stickstoff und Kohlenstoff im Boden untersucht wurden, enthalten. Mithilfe dieser Daten konnten die Effekte des Anbaus von ELKE-Kulturen auf den lokalen (Boden-), Nähr- und Kohlenstoffkreislauf quantifiziert werden.

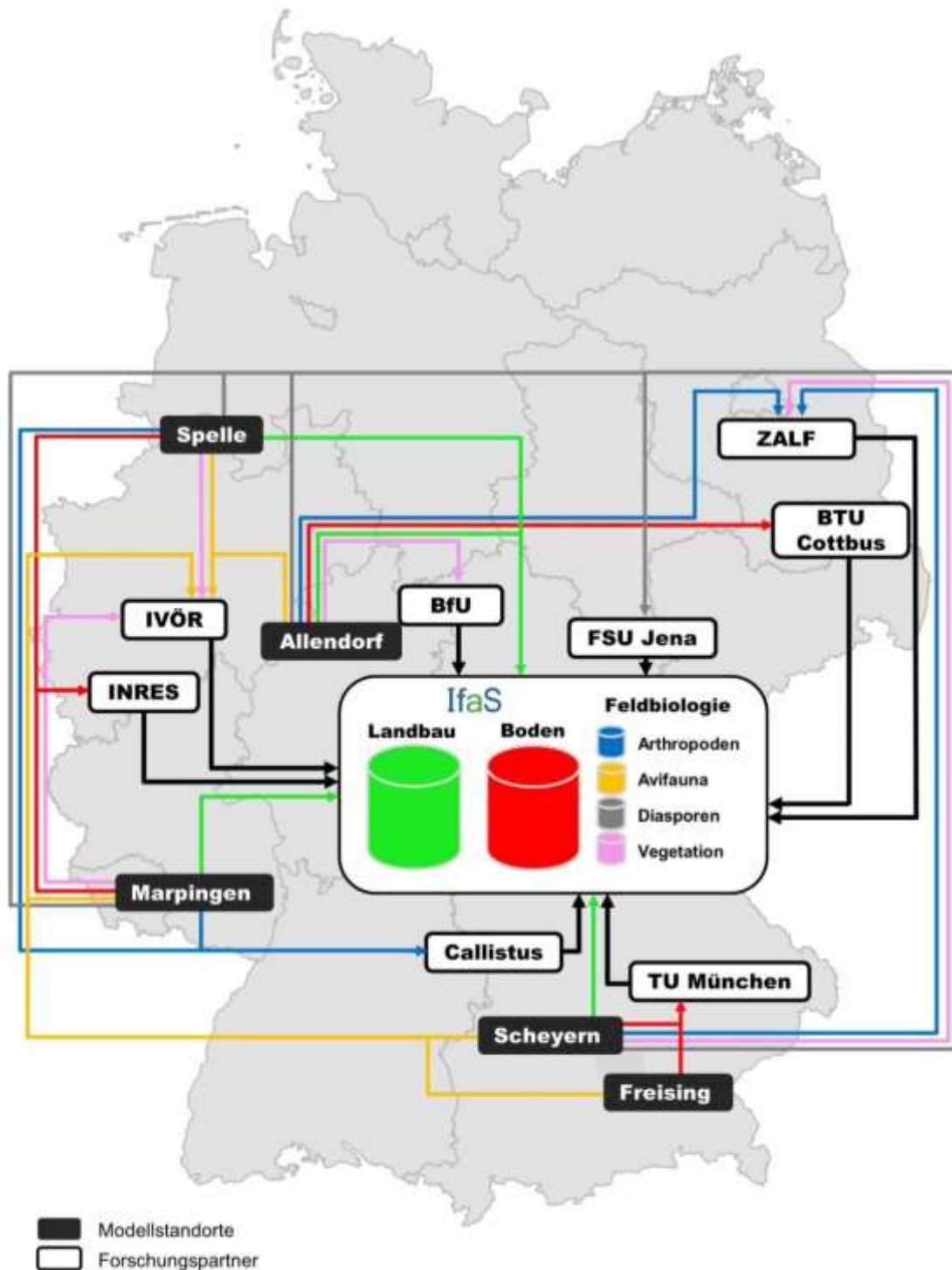


Abbildung 10: Übersicht der Datenflüsse (farbige Pfeile) von den Modellstandorten (schwarze Kästchen) zu den Forschungspartnern (weiße Kästchen).

(3) Die Kategorie Feldbiologie umfasst Daten zur lokalen Flora und Fauna. Im Bereich der Vegetation wurde an jedem Modellstandort eine flächendeckende Biotoptypenkartierung (angelehnt an die Ökologische Flächenstichprobe, ÖFS) durchgeführt. Ergänzend wurden an mehreren Terminen auf ausgewählten Flächen sämtliche Pflanzenarten (Detailkartierung Flora) sowie deren Struktur (Strukturkartierung) aufgenommen. Die Auswirkungen der ELKE-Kulturen auf die faunistische Artenvielfalt und -zusammensetzung prüften Vogel- und Arthropoden-Untersuchungen. Um das Biodiversitätspotenzial der ELKE-Maßnahmen auf den Ackerflächen der Modellstandorte abzuschätzen, fand eine intensive Beprobung der Bodensamenbank statt (Diasporenanalyse). Die Daten aus dem Bereich Feldbiologie bilden die Basis für eine ökologische und nachfolgend naturschutzfachliche Bewertung der Anbaumaßnahmen im Rahmen der jeweiligen Kompensationsverfahren.

Die ELKE-Datenbank steht den Forschungspartnern in ELKE für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung. Ein Datenaustausch mit Dritten bedarf einer Freigabe durch das IfaS und bei zu diesem Zeitpunkt wissenschaftlich nicht publizierten Untersuchungsreihen des Datenurhebers. Betrieblich sensible Datensätze werden nur nach Freigabe durch den Bewirtschafter bereitgestellt. Die Datensätze dienen dem langfristigen öffentlichen Erkenntnisgewinn durch ELKE in den Themenfeldern Landwirtschaft, Umwelt- und Naturschutz.

3.3 Wissenstransfer

ELKE verfolgt das Ziel der Anerkennung von extensiven Landbausystemen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der naturschutz- wie baurechtlichen Eingriffsregelung in Deutschland. Der thematische Ansatz von ELKE ist biotopverbundene Maßnahmen nachhaltig mit der modernen Landbewirtschaftung zu verbinden, um so den Naturschutz verstärkt in die Flächen zu bringen und effizienten Landbau zu betreiben. Die Herausarbeitung möglicher Synergieeffekte zwischen sinnvoller Biomasseproduktion und angewandtem Naturschutz ist die primäre Intention des ELKE-Projektes.

Dabei standen die beteiligten Akteure bereits während der Projektlaufzeit mit ihren zuständigen Arbeitsbereichen den Kollegen für den Informationsaustausch zur Verfügung. Dadurch ist der intensive transdisziplinäre Ansatz des Projektes über die Synthese der vor Ort tätigen Akteursnetzwerke mit den forschenden Institutionen durch die regionalen Koordinatoren gewährleistet worden. Die Praxisanforderungen wurden so unmittelbar aufgenommen und in die Forschung übersetzt. Durch diese Vorgehensweise hat das Projekt eine bundesweite Akzentuierung erfahren und ist inzwischen deutschlandweit bekannt. Dieser Bekanntheitsgrad ist auch durch die Durchführung von Expertenworkshops mit Wissenschaft und Praxis, die Teilnahme an Tagungen und Austauschforen zu anderen laufenden Forschungsvorhaben, der direkte fachliche Austausch mit anderen Forschungsgruppen sowie themenverwandten (abgeschlossenen/laufenden) Projekten zu verdanken.

Um die Resultate der einzelnen Fachdisziplinen bekannt zu machen, wurden sämtliche Ergebnisse des Projektes einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dies hat nicht nur dazu geführt, dass ELKE bundesweit an Bekanntheit dazu gewann, sondern auch, dass sich dieses Projekt in der

Fachwelt der Disziplinen Agrar- und Forstwissenschaften, Landschaftsökologie, Naturschutz, Rechtswissenschaften und Umweltplanung etabliert hat. Die dabei entstandenen Vorträge und Schriften sowie die Funktion und Nutzung der Internetpräsenz werden nachfolgend dargestellt.

3.3.1 Vorträge

Im Lauf des Projekts wurden der ELKE-Ansatz und Zwischenergebnisse aus dem Vorhaben in einer Vielzahl von Vorträgen einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die nachfolgend aufgeführten Vorträge wurden sowohl auf wissenschaftlichen Tagungen als auch auf Praxisveranstaltungen gehalten:

- Böhmer J., Wagener F., Sutterer N. (2011): Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – erste Tendenzen im ELKE-Projekt. 3. Symposium Energiepflanzen, FNR & BMELV, 02.-03. Nov. 2011, Berlin.
- Böhmer J., Wagener F. (2012): Nutzen von Agroforstsystemen für den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz in der Kulturlandschaft. Forstwissenschaftliche Tagung „Wald – Umwelt – Energie“, 19.-22.09.2012, TU München Weihenstephan.
- Glemnitz M., Platen R., Krechel R., Konrad J., Wagener F.: Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? Tagung Environmental management on farmland. Association of applied biologists, 23.-25. April 2013, North Lincs (GB).
- Wagener F. (2010): Naturschutz durch Nutzung - Energiepflanzen auf Ausgleichsflächen. Tagung Bioenergie und Naturschutz: Neue Energiepflanzen - Energie aus Wildpflanzen und Co. Naturschutz-Akademie Hessen, 29. April 2010, Wetzlar.
- Wagener F. (2010): Agroforstsysteme als Baustein einer neuen Naturschutzstrategie. Symposium Agrarholz 2010, BMELV & FNR, Berlin.
- Wagener F. (2010): ELKE - Agroforstsysteme als Baustein einer neuen Naturschutzstrategie. In Expertentagung des F+E-Vorhabens Agroforstwirtschaft, BfN & TUM, 24.-25. Juni 2010, Bonn.
- Wagener F. (2010): Nachwachsende Rohstoffe als Chance für den ländlichen Raum - Bundesverbundprojekt ELKE. In: 10. Biomasse-Tagung - Vielfalt in der Biomassenutzung, IfaS, 04.-05.11.2010, Umwelt-Campus Birkenfeld.
- Wagener F. (2010): Landbau als Innovationsträger - Landwirtschaft als Partner der nachhaltigen Rohstoff- und Energiebereitstellung. Bioenergiedorf-Coaching, ANE & IfaS, 29.-30.10.2010, Pasewalk.
- Wagener F. (2011): Reststoffe aus der Landschaft nachhaltig managen - dezentrale Systeme ausbauen. Tagung Energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial, DBFZ, 01.-02. März 2011, Berlin.
- Wagener F. (2011): Bundesverbundforschung ELKE - Anbau nachwachsender Rohstoffe als Kompensation in der Eingriffsregelung. Tagung Landnutzungssysteme und pflanzliche Biodiversität, FSU Jena, 12.-15. Mai 2011, Jena.
- Wagener F. (2011): Nutzung von Agroforstsystemen im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen. Forum Agroforstsysteme, TLL & FNR, 20.-21. Juni 2011, Dornburg-Camburg.
- Wagener F. (2011): Nachwachsende Rohstoffe als Bestandteil innovativer Natur- und Gewässerschutzkonzepte. Wirkung und Folgen der Nutzung von Biomasse zur Biogasgewinnung auf Böden und Gewässer, DWA / DWA Landesverband Nord, FNR, DVGW Nord & Ostfalia Hochschule, 12.-13. Oktober 2011, Suderburg.

- Wagener F. (2011): Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – erste Tendenzen im ELKE-Projekt. 11. Biomasse-Tagung, Zusammenwirken – Bioenergie gemeinsam ausbauen, Neubrück (Nahe).
- Wagener F. (2012): Nutzen von Agrarholz für den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz von Kompensationsmaßnahmen in der Kulturlandschaft - Bundesverbundforschung ELKE. 4. Internationaler Energy Farming Congress, 13.-15. März 2012, Papenburg.
- Wagener F. (2012): Chancen und Grenzen von Kurzumtriebsplantagen (KUPs) und Agroforstsystemen als Kompensationsmaßnahmen. Dresdner Planergespräche, Eingriffsregelung in der Energiewende - wissenschaftliche Arbeitstagung, 22.06.2012, TU Dresden.
- Wagener F. (2012): Kombination Biomasse und Gewässerschutz - Projekt „ELKE“. Energie aus Biomasse – Ethik und Praxis: Gemeinsames Sommerkolloquium Bayerische Akademie Ländlicher Raum, Hanns-Seidel-Stiftung, Technologie und Förderzentrum, 28.06.2012, Technologie und Förderzentrum Straubing.
- Wagener F. (2012): Bioenergie als Chance nutzen – mehr Naturschutz durch dezentrale Landnutzungsstrategien entwickeln (Bundesverbundprojekt ELKE). 31. Deutscher Naturschutztag (DNT) „Neue Energien – Neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende“, 17.-21. September 2012, Erfurt.
- Wagener F. (2013): Vorstellung des Projektes ELKE – Aufgabenstellung und Ergebnisse. Veranstaltung Kulturlandschaften der Zukunft – Intelligente Flächen- und Nutzungskonzepte, DLR Eifel Akademie Ländlicher Raum, 16. April 2013 in Daun/Eifel.
- Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2013): Bundesverbundprojekt ELKE - Agrarholzkulturen als Kompensationsmaßnahmen in der Kulturlandschaft. Internationaler Kongress - Agrarholz 2013, FNR & DLG & BMELV, 19.-20. Februar 2013, Berlin.

Zusätzlich fand eine Vorstellung des ELKE-Projekts bei der Sommerarbeitsbesprechung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und des Instituts für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB) mit den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit Fachzentrum Agrarökologie am 19.06.2013 in Scheyern statt (Bayern). Eine weitere Fortbildung „Ökokonto und Flächenverbrauch“ (2/145-1)“ der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume in Schwäbisch Gmünd ist für den 17.09.2013 mit einem Vortrag zugesagt: „Naturschutz durch Landbau – extensive Land-nutzungsstrategien als Umsetzungsplanung für A.&E.-Maßnahmen – erste Ergebnisse aus dem Bundesverbundprojekt „ELKE“ (Baden-Württemberg)“. Diese beiden Beispiele dokumentieren die Anerkennung des ELKE-Konzeptes in der Praxis. Weitere Anfragen u.a. aus der Verkehrswegeplanung liegen aktuell vor.

Auf Einladung des BMELV wurde das ELKE-Konzept in die Plattform „Schutz der natürlichen Ressource Boden – Rechtliche Regelungen und Intelligentes Flächenmanagement“ eingebracht. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Beratung des BMELV zur BKompV seit Mitte 2012 ausgebaut und konkrete Vorschläge detailliert erarbeitet (siehe Kapitel 4.2.5 & Anhang 11.1).

3.3.2 Schriften

Folgende Schriften wurden im Laufe der Phase III von ELKE publiziert:

- Böhmer J., Wagener F. (2012): Nutzen von Agroforstsystemen für den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz in der Kulturlandschaft – Bundesverbundforschung ELKE. In: M. Moog (Hrsg.): Forstwissenschaftliche Tagung Wald – Umwelt – Energie. Tagungsband zur 12. Forstwissenschaftlichen Tagung. Frankfurt am Main: Sauerländer's, 191.
- Glemnitz M., Platen R., Krechel R., Konrad J., Wagener F. (2013): Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? In: Aspects of Applied Biology 118, 153-161.
- Wagener F. (2010): Agroforstsysteme als Baustein einer neuen Naturschutzstrategie. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agrarholz 2010 – Symposium am 18./19. Mai 2010 in Berlin. Tagungsband. Berlin. 7 S.
[<http://www.fnr.de/agrarholz2010/>]
- Wagener F. (2010): Nachwachsende Rohstoffe als Chance für den ländlichen Raum – Bundesverbundprojekt ELKE. In: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS Hrsg.): 10. Biomasse-Tagung: Vielfalt in der Biomassenutzung am 04./05. November 2010 in Neubrücke (Nahe). Tagungsband. Neubrücke (Nahe), 82-89.
[<http://www.stoffstrom.org/veranstaltungen/biomasse-tagung-2010/>]
- Wagener F. (2011): Reststoffe aus der Landschaft nachhaltig managen – dezentrale Systeme ausbauen. In: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ Hrsg.): Dokumentation Konferenz „Energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial“ am 01./02. März 2011 in Berlin. Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“, Band 1. Berlin. 9 S.
[<http://www.energetische-biomassenutzung.de/de/aktuelles/tagungen/landschaftspflegematerial/programm.html>]
- Wagener F. (2011): Nachwachsende Rohstoffe als Bestandteil innovativer Natur- und Gewässerschutzkonzepte. In: DWA Landesverband Nord (Hrsg.): Wirkung und Folgen der Nutzung von Biomasse zur Biogasgewinnung auf Böden und Gewässer am 12./13. Oktober 2011 in Suderburg. Seminarband. Suderburg. 8 S.
[<http://dwa-nord.de/>]
- Wagener F. (2013): Perspektive Stoffstrommanagement auf Chancen und Grenzen von Agrarholz als Kompensationsmaßnahme. In: Lerh- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung der TU Dresden (Hrsg.): Dresdener Planergespräche. Reparieren, Steuern, Gestalten? Eingriffsregelung in der Energiewende. Tagungsbericht wissenschaftliche Arbeitstagung am 22. Juni 2012. Hrsg. Romy Hanke. Dresden, 75-90.
[http://www.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_architektur/ila/lp/planergespraechepublikation_tagungsbaende/Publikationsliste]
- Wagener F. (2013): Kultur für unsere Landschaften – Kombination von Biomasse und Gewässerschutz. In: Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen 85, 29-38.
[<http://www.hss.de/mediathek/publikationen.html>]
- Wagener F. (2013): ELKE – Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agrarholz-Kongress 2013 am 19./20. Februar 2013 in Berlin. Schriftenreihe Gülzower Fachgespräche, Band 43. Gülzow, 14-15, 40-41, 91-105.
[<http://mediathek.fnr.de/band-43-agrarholz-kongress-2013.html>]
- Wagener F. (2013): Bioenergie als Chance nutzen – mehr Naturschutz durch dezentrale Landnutzungsstrategien entwickeln (Bundesverbundprojekt ELKE). In: Bundesverband Beruflicher Naturschutz e.V. (Hrsg.): Neue Energien – Neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende. Reihe Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege, Band 59. Bonn, 48-61.
[<http://www.deutscher-naturschutztag.de/>]

- Wagener F., Böhmer J. (2011): Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – erste Tendenzen im ELKE-Projekt. In: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS Hrsg.): 11. Biomasse-Tagung: Zusammenwirken – Bioenergie gemeinsam ausbauen am 10./11. November 2011 in Neubrücke (Nahe). Tagungsband. Neubrücke (Nahe), 85-91.
[<http://www.stoffstrom.org/veranstaltungen/biomasse-tagung-2011/>]
- Wagener F., Böhmer J. (2012): Naturschutz und Landbau – Regionale Wertschöpfung durch nachhaltige Bioenergiegemeinden im UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. In: Bundesamt für Naturschutz (BfN Hrsg.): Biosphärenreservate als Modellregionen für Klimaschutz und Klimaanpassung. Dokumentation des Workshops 28.09 – 29.09.2010, Blumberger Mühle, Angermünde. Schriftenreihe BfN-Skripten 316. Bonn, 71-86.
[<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript316.pdf>]
- Wagener F., Böhmer J. (2013 i.V.): Anbau nachwachsender Rohstoffe als Kompensation in der Eingriffsregelung – Bundesverbundprojekt ELKE. Vortrag im Rahmen der Tagung Landnutzungssysteme und pflanzliche Biodiversität vom 12.-15. Mai 2011 in Jena von der Friedrich-Schiller-Universität Jena.
[<http://www.lanu.uni-jena.de/Tagungsband+Subskription.html>]
- Wagener F., Heck P., Böhmer J. (2010a): Vielfalt in der Landschaft – extensive Anbausysteme mit Nachwachsenden Rohstoffen als Option für den Naturschutz? (ELKE). In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): 2. Symposium Energiepflanzen 2009. Schriftenreihe Gülzower Fachgespräche, Band 34. Gülzow, 221-232.
[http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_413-pdf_413gfg_nr_band_34_energiepflanzen.pdf]

In Vorbereitung ist ferner ein Beitrag zur Jahrestagung „Nachhaltige Erzeugung von Nachwachsenden Rohstoffen“ der Deutschen Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (GPW) am 04.-06. September 2013 in Weihenstephan.

3.3.3 Feldtage

Im Verlauf des Projektes wurden an den Modellstandorten insgesamt sieben Feldtage mit über 350 Teilnehmern durchgeführt, die z.T. auf der Internetpräsenz dokumentiert wurden. Weitere kleinere Fachexkursionen wurden ebenfalls auf Nachfrage von Partnern oder Dritten durchgeführt.

3.3.4 Internetpräsenz

Ein zentrales Medium für den Wissensaustausch im Projektkonsortium und die Verbreitung der Ergebnisse darüber hinaus ist die Internetpräsenz www.landnutzungsstrategie.de. Für den Projektverbund wurde über einen internen Bereich der Austausch von Daten, Teilberichten, Ergebnissen der Workshops etc. ermöglicht. Für externe Interessenten wurden laufend aktuelle Vorträge, Aufsätze, Studien und Gutachten etc. der einzelnen Institutionen und Partner, die im Rahmen des Projekts entstanden, publiziert. So fungiert die Homepage als eine Informationsplattform, die dem direkten Informationsaustausch und Wissenstransfer dient.

Die Dynamik und der zunehmende Bekanntheitsgrad des ELKE-Projekts spiegeln sich in den Besucherzahlen der Internetpräsenz wider (Abbildung 11). Darin zeigt sich unter anderem, dass insbesondere nach dem Besuch von Veranstaltungen ein hoher Seitenaufruf der Homepage zu verzeichnen war.



Abbildung 11: Besucherzahlen der Internetpräsenz.

4 Standorte, Forschung und Einzelergebnisse

Unterteilt nach den Arbeitsbereichen der Projektpartner sind nachfolgend die jeweiligen Ziele und Ausgangsüberlegungen, der Stand des Wissens bzw. der regionalen Entwicklung, das Vorgehen im Projektverlauf, die Ergebnisse und eine Diskussion und Bewertung dieser dargestellt. Dabei werden zuerst die Modellstandorte als Basis aller Untersuchungen detailliert vorgestellt. Im Anschluss daran folgen Details zur Praxisbegleitung und Sozioökonomie, dann die Begleitforschung zu den abiotischen Umwelteffekten/Ressourcenschutz und abschließend die feldbiologischen Untersuchungsprogramme zu biotischen Umwelteffekten/Ressourcenschutz (letztere fokussieren auf die Schutzgüter des Naturschutzes, siehe auch Abbildung 12).



Abbildung 12: Praxisforschung an den Modellstandorten.

4.1 Modellstandorte

Die Modellprojekte, die in Phase III von ELKE umgesetzt wurden, befinden sich an den Standorten Allendorf (Eder), Freising & Scheyern (Bayern), Marpingen (Saarland) und Spelle (Niedersachsen) und repräsentieren verschiedene regionale Bedingungen hinsichtlich der pflanzenbaulichen und ökologischen Standorteigenschaften, der Agrarstruktur, des Klimas und der Rahmenbedingungen für Kompensationsmaßnahmen.

Zu den Modellstandorten wird jeweils ein Überblick hinsichtlich der lokalen Koordinatoren, Standortgegebenheiten, der umgesetzten Anbausysteme, der Zielsetzung vor Ort, des Vorgehens und der weitergehenden Überlegungen für die Umsetzung des ELKE-Ansatzes gegeben.

4.1.1 Allendorf (Eder), Hessen (Viessmann Werke: Hans-Moritz von Harling)

4.1.1.1 Koordinator, Standort und Anbausysteme

Die Viessmann Group ist einer der international führenden Hersteller von Heiztechnik-Systemen. Das 1917 gegründete Familienunternehmen beschäftigt rund 10.600 Mitarbeiter, der Gruppenumsatz beträgt 1,89 Milliarden Euro. Mit 27 Produktionsgesellschaften in 11 Ländern, mit Vertriebsgesellschaften und Vertretungen in 74 Ländern sowie weltweit 120 Verkaufsniederlassungen ist Viessmann international ausgerichtet.

Im Mittelpunkt des Viessmann Nachhaltigkeitsengagements steht das strategische Nachhaltigkeitsprojekt „Effizienz Plus“, das mit einem ganzheitlichen Konzept der Ressourceneffizienz, dem Klimaschutz und der Standortsicherung dient. Im Ergebnis wurde der Verbrauch fossiler Energie am Unternehmensstammsitz Allendorf (Eder) um zwei Drittel und der CO₂-Ausstoß um mehr als 80% gesenkt. Damit zeigt Viessmann am eigenen Beispiel, dass die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung für 2050 schon heute mit marktverfügbarer Technik erreicht werden können.

Das Energiekonzept für den Standort Allendorf folgt der energiepolitischen Doppelstrategie aus Effizienzsteigerung und Substitution fossiler durch erneuerbare Energien. Bei den erneuerbaren Energien setzt Viessmann insbesondere auf Biomasse, die standortnah auf eigenen Kurzumtriebsplantagen gewonnen wird. Auf einer Gesamtfläche von 170 Hektar wurden dafür Pappeln und Weiden angepflanzt, die alle drei Jahre geerntet und in Form von Hackschnitzeln energetisch verwertet werden. Diese Bioenergie aus eigener Erzeugung deckt schon heute mehr als die Hälfte des Wärmebedarfs. Langfristiges Ziel ist die vollständige Versorgung des Standorts mit diesen klimaschonenden Energieträgern. Dabei gilt das Prinzip der Nachhaltigkeit, das heißt: immer nur so viel Biomasse zu nutzen, wie im selben Zeitraum nachwächst.

Die Viessmann Kurzumtriebsplantagen dienen auch Forschungs- und Versuchszwecken. Im Mittelpunkt stehen die Weiterentwicklung von Anbau- und Erntetechniken, innovative Lösungen für die Zerkleinerung und Lagerung der Biomasse, die Steigerung der Flächenerträge und die Verbesserung der Verbrennungseigenschaften. Zusätzlich liefert eine Biogasanlage Strom und Wärme aus Reststoffen der heimischen Landwirtschaft und der Landschaftspflege sowie aus nachwachsenden Rohstoffen.

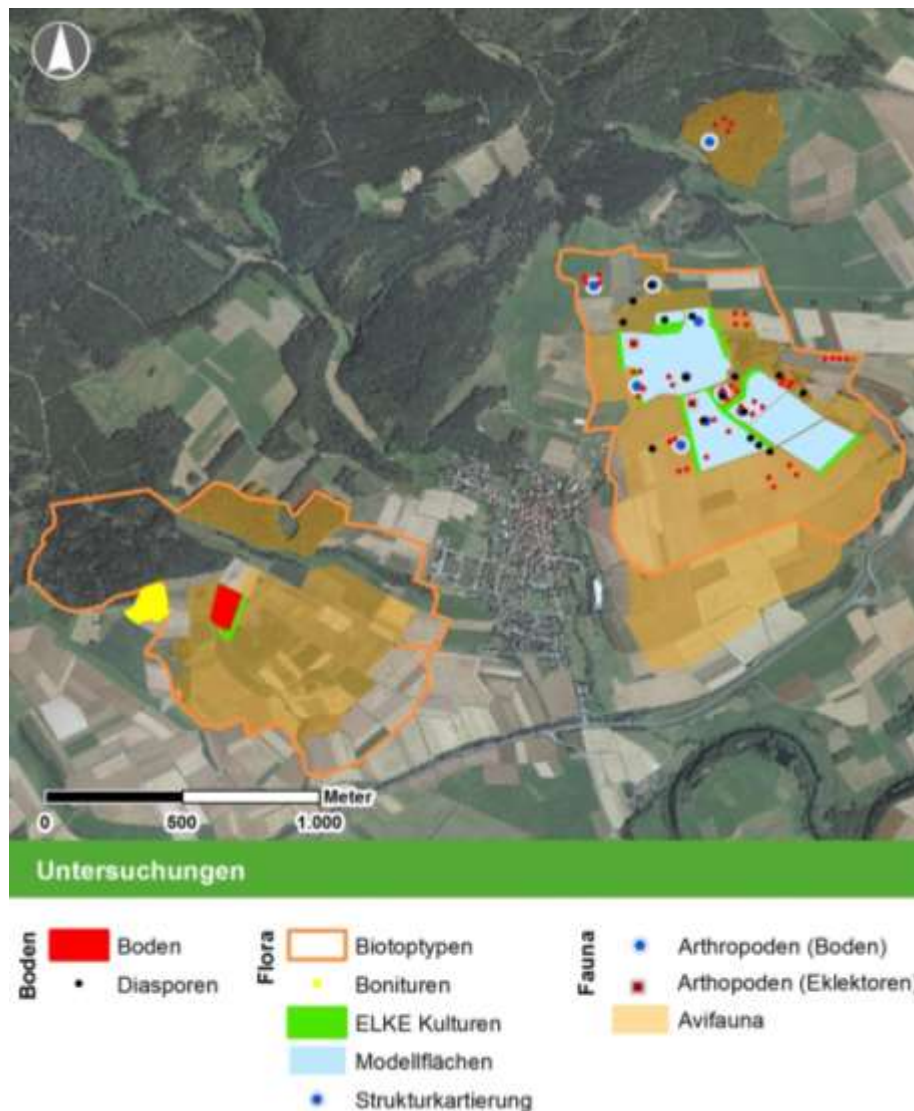


Abbildung 13: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Allendorf (Eder).

Die Modellflächen im Rahmen von ELKE (Abbildung 13) umfassen rund 43 Hektar. Sie sind mit Agrarholz im Kurzumtrieb (Pappel und Schwarzerle) sowie Biogasgemengen in den Vorgewenden bepflanzt. Eine Anerkennung der Anbausysteme zur Kompensation für betriebliche Baumaßnahmen in Form eines firmeneigenen Ökokontos wird durch die zuständige UNB geprüft.

4.1.1.2 Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick

Die Anlage einer in Reihen gemischten Agrarholzkultur mit Schwarzerlen und Pappeln im Jahr 2011 (1,59 ha) zeigte aufgrund der langanhaltenden Trockenheit in Verbindung mit der geringen Bodengüte hohe Ausfälle der Pappel. Die bewurzelte Schwarzerle hingegen konnte gute Anwuchsraten erzielen. Da die ursprüngliche Mischung und die erwünschte Leistungsfähigkeit der Kultur nicht erreicht wurden, sondern sich das Bild eines lückigen Pappel-Schwarzerlenbestandes in 2011 zeigte, wurde diese Fläche nur noch in der Vogelkartierung bearbeitet. Der Fokus der Forschungsarbeiten wurde auf den Teilstandort Haine gelegt.

Alle anderen Agrarholzflächen am Standort Allendorf wurden wie vorgesehen bewirtschaftet. Im Winter 2011/2012 fand wie in den Vorjahren eine Beerntung von Agrarholzteilflächen statt. Ferner wurden im Frühjahr 2012 in den Vorgewenden der Agrarholzbestände auf ca. 1 ha Fläche weitere Wildkrautgemenge gesät. Wie bereits im „Trockenjahr“ 2011 haben sich auch diese Bestände z.T. sehr heterogen entwickelt. Zur Ernte zeigten die zweijährigen Bestände aus 2011 und die neuangelegten aus 2012 stark schwankende Ertragsergebnisse, so dass bei der Auswahl standortangepasster Mischungen, die reproduzierbare und verlässliche Erträge liefern sollen, sicherlich noch weiterer Entwicklungsbedarf gegeben ist.

Zum Anbau wurden vom Projektpartner Viessmann umfassende Daten für die ökonomische Bewertung geliefert. Diese Daten haben eine hohe Bedeutung für die Bewertung insgesamt, da sie bislang die einzigen Praxisdaten zur Beerntung von flächigen Agrarholzbeständen im Projekt enthalten. Aufgrund der vorgesehenen Umtriebszeiten und der Aufwuchssituation der Bestände fand am Teilstandort Haine im Winter 2012/2013 keine Ernte statt.

Mit der breiten Aufstellung der Viessmann Werke Allendorf im Bereich der Heiz- und Biogastechnik und dem Nachhaltigkeitsprojekt „Effizienz Plus“ bietet der Modellstandort gute Perspektiven für den Praxistransfer des ELKE-Ansatzes in einer anschließenden „Coachingphase“ des Projektes. Mit weiteren Baumaßnahmen, wie z.B. einer zweiten Biogasanlage, ist nicht nur der Bedarf an Kompensationsmaßnahmen dokumentiert, sondern steigt auch der Bedarf an Rohstoffen. Eine Ausweitung der Modellflächen und Ergänzung um weitere Kulturen ist denkbar. Die Viessmann Biomasse KG hat in Kooperation mit lokalen Landwirten bereits mehrere Praxisversuche zu geeigneten alternativen Substraten angelegt. Auch hier sorgt die Einbindung des regionalen Maschinenrings für Integration und Erhöhung der Akzeptanz dieser Maßnahmen in der Region.

Die Bioenergie-Aktivitäten der Viessmann Werke im Oberen Edertal bieten ein enormes Potenzial als Demonstrationsstandort und Multiplikator für konventionelle Agrarholzsysteme (gute fachliche Praxis) und darauf aufbauende zusätzliche Leistungen für den Natur- und Umweltschutz (ELKE). Qualifizierende Maßnahmen, wie die gezielte Einbindung in den Landschaftsraum, die Anlage von Vorgewenden, die Holzpolter als befristete Lebensräume, die Vielfalt der drei am Standort Haine räumlich direkt benachbarten Aufwuchsstadien und der zusätzlich ökologisch ausgerichtete Einbau von Erschließungsgassen können hier demonstriert werden. Das gesamte angewandte Stoffstrommanagement von den Kulturen bis in die Energiesysteme kann transparent abgebildet und Effizienzsteigerungen dargestellt werden. Dies könnte den ELKE-Ansatz auch langfristig in der Region fest verankern und darüber hinaus auch weitere größere Wirtschaftsunternehmen anregen, der Strategie von Viessmann zu folgen. Die Gespräche zur Wertigkeit der Modellflächen mit der zuständigen Fachbehörde laufen. Die Ergebnisse der Phase III sollen Hilfestellung geben für eine Biotopwertermittlung der Maßnahmen, die dann als Basis für den Aufbau eines firmeneigenen Ökokontos dienen soll.

Die primären Alleinstellungsmerkmale des Familienunternehmens Viessmann am Standort Allendorf werden kontinuierlich weiter entwickelt und sind beispielgebend für die Wirtschaft:

- Das Nachhaltigkeitsprojekt „Effizienz Plus“ ist im Unternehmensleitbild verankert und wird in Hinsicht auf den Einsatz von Biomasse als „naturnahe bewirtschaftete Quelle“ auf die Leistungsfähigkeit der umgebenden Kulturlandschaft abgestimmt. Insbesondere die natürliche Ertragskraft der Böden soll durch den nachhaltigen Anbau von Agrarholzkulturen erhalten und verbessert werden. Der Boden als bewirtschafteter Kohlenstoffspeicher erhält so eine zunehmende Wertschätzung im angewandten Klimaschutz des Unternehmens.
- Integration der Agrarholzbestände überwiegend als konventionelle KUPs in die Landschaft des Ostsauerländer Gebirgsrand (Naturraum 332) unter besonderer Berücksichtigung der Landschaftsstruktur, der Landschaftsfunktionen, des Natur- und Umweltschutzes und der land- wie forstwirtschaftlichen Erwerbsstruktur (Einbindung der Betriebe in die Wertschöpfungskette der Biomasseproduktion).
- Weiterentwicklung der guten fachlichen Praxis anhand bestehender leistungsorientierter KUP durch ökologische Aufwertungsmaßnahmen bis hin zum Einsatz heimischer und für den angewandten Naturschutz bedeutsamer Strauch-/Baumarten und strukturfördernder Maßnahmen wie beispielsweise die Erhöhung des Randlinienreichtums oder gestufter Ernteintervalle.

Der Aufbau dieses wirtschaftlich verantwortbaren Kulturlandschaftsmanagements in die Unternehmenskultur stärkt die Weiterentwicklung und kooperative Zusammenarbeit der Viessmann Werke Allendorf mit der Landwirtschaft und dem Naturschutz im Oberen Edertal (Nordwestliches Hessen).

4.1.2 Freising, Bayern (LPV Freising: Matthias Maino)

4.1.2.1 Koordinator, Standort und Anbausysteme

Auf Initiative des Landkreises Freising wurde der Landschaftspflegeverband Freising am 25. Juli 1991 gegründet. Damit begann in zuerst sehr kleinem Rahmen mit fünf Mitgliedsgemeinden eine Initiative zur Pflege der Natur- und Kulturlandschaft. Inzwischen hat der LPV sein Aufgabengebiet ausgedehnt und steht als kommunaler Dienstleister den Gemeinden, Verbänden und Privatpersonen für vielfältige Aufgaben zur Verfügung. Das Modell – gleichmäßige Beteiligung von je drei Vertretern aus Kommunalpolitik, Naturschutzverbänden und Landwirtschaft im Vorstand⁵ – ermöglicht einen intensiven Interessens Austausch zwischen diesen Beteiligten und viele richtungsweisende Entscheidungen für die Weiterentwicklung der bayerischen Kulturlandschaften.

Der LPV Freising organisiert und finanziert Projekte in den Bereichen der Renaturierung, Biotopneuanlage, Landschaftspflege sowie des Artenschutzes, außerdem übernimmt er Aufgaben in der Umweltbildung, der Öffentlichkeitsarbeit und im Regionalmanagement. Auch der Aufgabe „Gestaltung, Pflege und Nutzung von Ausgleichs- und Ersatzflächen“ hat sich der Landschaftspflegeverband angenommen. Für den Landkreis und die mittlerweile

⁵ Aktuell sind folgende Institutionen im Vorstand vertreten: Landrat LKR Freising, Stadt Freising, Gemeinde Eching, Landesbund für Vogelschutz, Bund Naturschutz, Maschinenring Freising, Jagdschutz- und Jägerverein, Tagwerk Förderverein.

18 Mitgliedsgemeinden werden erfolgreich Ausgleichsmaßnahmen geplant, die Bauüberwachung durchgeführt und die Folgenutzung/-pflege mit ortsansässigen Landwirten organisiert. Erst die enge Zusammenarbeit des LPV mit der Unteren Naturschutzbehörde (UNB) Freising, den ortsansässigen Landwirten, dem Maschinenring Freising, den Naturschutzverbänden, Planungsbüros und Ausführungsfirmen ermöglicht im Ergebnis ein professionelles Kulturlandschaftsmanagement im gesamten Landkreis.

Im Rahmen von ELKE übernahm der LPV Freising die Aufgabe, auf geeigneten Standorten Modellflächen mit schnellwachsenden Gehölzen anzulegen und durch diese Praxis neue Interessenten, insbesondere Kommunen und Dienstleister, für das Projekt zu gewinnen. Eine weitere Aufgabe bestand in der Vernetzung mit dem Schwesterstandort Scheyern (Helmholtz Zentrum München & TU München, Kapitel 4.1.3).

Der Landkreis Freising ist Zuzugsgebiet in der Metropolregion München und hat aufgrund der Bautätigkeit der Gemeinden einen hohen Bedarf an Ausgleichs- und Ersatzflächen. Weitere Kompensationsmaßnahmen werden aufgrund der Erweiterungspläne am Münchener Flughafen benötigt. Demnach ist der Landkreis von einem anhaltend hohen Flächenverbrauch und damit einhergehend enormen Landpreis- und Pachtniveau gekennzeichnet. Die Landnutzung ist entsprechend intensiv.

Der Kreis verfügt dabei über eine hohe Vielfalt an Lebensräumen und lässt sich in folgende Landschaftsräume unterteilen: Münchner Schotterebene, Tertiäres Hügelland, Isartal, Freisinger Moos und Ampertal. Vorherrschende Bodentypen sind die Braunerde, Parabraunerde und Pararendzina. Teilweise liegen auch Auenböden sowie Pseudogley aus Löss und verschiedenen Gesteinen vor. Die mittlere Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 7,5°C und die jährliche Niederschlagsmenge bei 800 mm.

Am ELKE Modellstandort Freising wurden bislang insgesamt 5,3 ha Kompensationsflächen mit extensiven Landnutzungssystemen angelegt (Abbildung 14), weitere 2 ha sind dort in Planung. Die Planung der Anbausysteme erfolgt differenziert nach den 5 Lebensräumen. Dadurch können auch gezielt lebensraumbezogene Artenschutzmaßnahmen geplant und in ELKE-Flächen mit eingebaut werden.

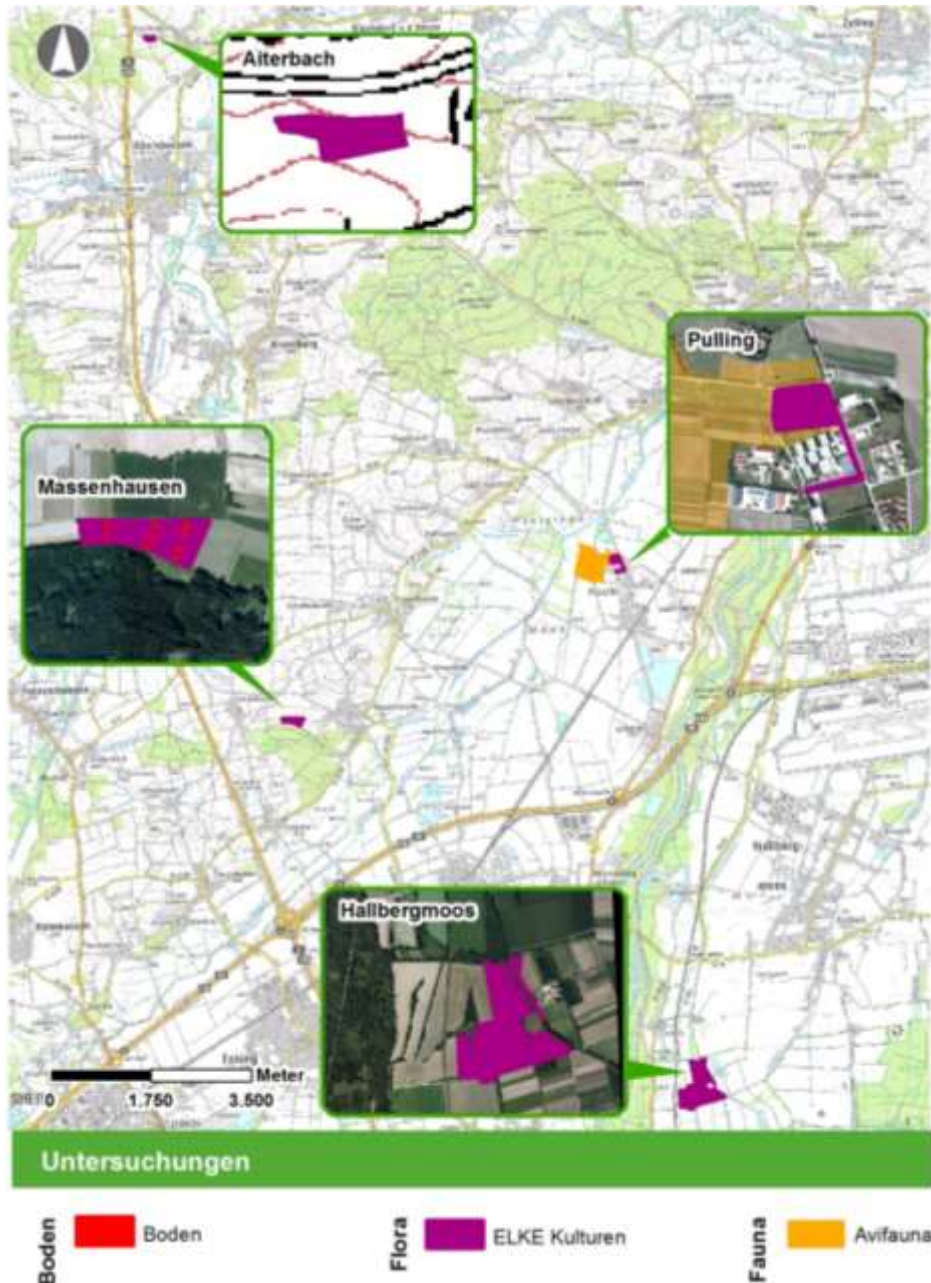


Abbildung 14: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Freising.

Auf den Modellflächen wurden Agrarholz und Gemenge, teilweise in Kombination mit klassischen Maßnahmen wie Extensivgrünland, angepflanzt. Zum Einsatz kamen dabei flächige und streifige Agrarholzbestände zur Energieholzgewinnung aus Leistungssorten der Pappel, Schwarzerle und Robinie sowie Wertholzbestände aus Esche, Linde, Kirsche, Eiche, Speierling, Walnuss und Eberesche. Zur Gestaltung vielfältiger Habitate wie Äcker, Säume, Grünland, Hecken, Feldgehölze und (vorwaldähnlicher) Gehölzbestände an einem Standort wurden zudem Teilflächen mit Ackernutzung, Grünland und Übergangsbereichen angelegt. Zusätzlich wurden stellenweise Sonderstrukturen (Steinhaufen und Wurzelstöcke) als lebensraumverbessernde Maßnahmen für einzelne Arten eingebaut. Die Verwertung von Holz und krautigen Aufwüchsen ist über die lokale Landwirtschaft organisiert.

Besonders hervorzuheben ist die Modellfläche Hallbergmoos, auf der durch die Umsetzung der ELKE-Maßnahmen in unmittelbarer Nähe zu einem Trinkwasserbrunnen, einem Altwaldbestand und einer Wildbrücke eine Verbesserung der Trinkwasserqualität, eine Erhöhung der Strukturvielfalt und damit die Schaffung von Nischen für verschiedenste Arten sowie eine Verbesserung des Biotopverbundes für Großwild verfolgt und mit der Gewinnung von Energie- und Wertholz verbunden werden.

4.1.2.2 Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick

Der Landschaftspflegeverband Freising verfolgt das Ziel einer in jeder Hinsicht nachhaltigen Landschaftsentwicklung. Die Projekte des LPV zielen daher auf die Erreichung ökologischer Entwicklungsziele bei gleichzeitiger Integration ökonomischer und sozialer Aspekte. Bei der Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen werden beispielsweise die Mittel für diese so eingesetzt, dass Arbeitsplätze für geringqualifizierte Menschen geschaffen und erhalten werden können, zugleich wird grundsätzlich die Integration der Produkte in lokale landwirtschaftliche Betriebsabläufe angestrebt, um auch dort Erwerbsmöglichkeiten und damit letztlich die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

Zu Beginn des Projektes standen zwei kommunale Ausgleichsflächen zur Verfügung, die zum einen flächig und zum anderen in Streifen (Agroforstsystem) mit standortgerechten schnellwachsenden Gehölzen bepflanzt wurden. Der Standort Hallbergmoos wurde als dritte Modellfläche im Herbst 2012, also gegen Ende der Projektlaufzeit, umgesetzt. Alle drei Flächen wurden manuell im Winter (höhere Bodenfeuchte als im Frühjahr) bepflanzt und werden aller Voraussicht nach auch manuell beerntet. Die Konzeption wurde stets durch den zum Ausgleich verpflichteten Bauträger (Auftraggeber) bezahlt. Der Unterhalt wird teilweise ebenso vom Bauträger bezahlt, ist aber zumindest auf einer der Flächen kostenlos, da ein Landwirt bereits die Bewirtschaftung übernommen hat und im Gegenzug die entnommene Biomasse vergünstigt erhält. Für alle Anpflanzungen konnte der Bau eines Zaunes eingespart werden, da durch die enge und sehr konstruktive Zusammenarbeit mit den Jägern eine effektive Bejagung während der Winterzeit umgesetzt werden konnte.

Bei der Ernte verbleiben „Überhälter“ auf den Flächen (ca. 10% des Bestandes), um den kontinuierlichen Fortbestand der angesiedelten Arten und weiterer zugewiesener ökologischer Effekte bzw. Leistungen zu garantieren. Auf keiner der drei Flächen wurde bei der Anlage der Agrarholzkulturen eine Düngung oder Unkrautbekämpfung durchgeführt (auf Fläche 2 geschah diese aber zuvor). Dies war aus landbaulicher Sicht nicht notwendig, da die Gehölze direkt in die Unkräuter verdämmende Wiesennarbe gepflanzt wurden. Die Kontrolle des Grünlandaufwuchses gegenüber den Gehölzen wurde durch Mahd mittels Motormäher durchgeführt.

Als Grundlagen für die Umsetzung dienten planerische Vorgaben der UNB für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, insbesondere die Benennung von floristischen und faunistischen Zielarten, als auch die Aussagen des Landschaftsplanes, dort insbesondere die Maßnahmenvorschläge zur Anreicherung der Landschaft mit Hecken und Feldgehölzen. Ferner wurden das „Arten und Biotopschutzprogramm Bayern“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt: http://www.lfu.bayern.de/natur/absp_einfuehrung/index.htm) und das „Landschaftspflegekonzept Bayern“ (Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege:

<http://www.anl.bayern.de/publikationen/landschaftspflegekonzept/>) als Wissensgrundlagen verwendet. Im Ergebnis konnten alle Anpflanzungen entsprechend der planerischen Vorgaben umgesetzt werden.

Die Pflanzung von schnellwüchsigen Agrargehölzen auf Ausgleichsflächen hat in Freising nachweislich positive Effekte auf die Ökologie, sofern sie unter bestimmten, von der Fläche abhängigen Bedingungen geplant und umgesetzt werden. Dazu gehören:

- standortgerechte Baumartenauswahl (z.B. Schwarzerle auf feuchten Standorten, nicht nur Pappeln),
- Verwendung von autochthonem Pflanzmaterial, nicht als Steckholz, sondern als bewurzelter Sämling, um bessere Anwuchsergebnisse zu erzielen,
- Ansaat und Belassen von artenreichen Säumen,
- Anpflanzung von Überhältern bzw. Wertholzbaumarten als Hochstämme, die nicht vor Ablauf von mindestens 40 Jahren geerntet werden dürfen und
- Ansaat artenreichen Grünlandes zwischen den Pflanzreihen.

Die Qualitätssicherung erfolgt auf allen Flächen, mindestens einmal jährlich durch eine floristische und faunistische Begutachtung sowie eine Bodenuntersuchung unabhängiger Experten. Werden die festgelegten Kriterien bzw. Merkmale nicht ausreichend erreicht bzw. nachgewiesen, so muss nachgebessert werden. Eine Nachbesserung war auf den ELKE-Flächen bisher nicht notwendig.

Neben den bereits benannten Partnern aus ELKE vor Ort wurde zur weiteren Implementierung und regionalen Verankerung des ELKE-Konzeptes mit den folgenden Partnern gearbeitet: Mitgliedsgemeinden LPV, Untere Naturschutzbehörde Landkreis Freising, Wasserzweckverband, Jagdgenossenschaft, Flughafen München, Naturschutzverbände, Umweltamt Stadt München, Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU München.

Zur Sensibilisierung dieser und weiterer wichtiger Partner fanden mehrere Veranstaltungen mit dem Netzwerk des Landschaftspflegeverbandes sowohl im Landratsamt als auch in Scheyern statt. So konnten weitere Mitgliedsgemeinden und ein Trinkwasserversorgungsverband als Partner gewonnen werden, die im Laufe des Projektes zusätzlich Flächen für den Aufbau von Agroforstsystemen auf Grünland zur Verfügung stellten. Die enge Zusammenarbeit mit der UNB und der Jagdgenossenschaft waren ein wesentlicher Erfolgsfaktor für diese erweiterte praktische Umsetzung.

Aus Sicht des LPV ist eine hohe Effizienz in landbaulicher und ökologischer Sicht beim Aufbau der Maßnahmen ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit, das heißt sparsam, aber angemessen Finanzmittel des Ausgleichspflichtigen einzusetzen. Grundlegend wird eine Kostendeckung ohne Gewinnerwartung erreicht, letztere wird von Seiten des LPV nicht verfolgt. Die Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Betrieben ist eine wichtige Grundlage für das zentrale Umsetzungsziel einer Differenzierten Landnutzung im LK Freising nach dem Konzept von Haber (1972). Die Betriebe übernehmen nach Herstellung der Flächen deren Nutzung und i.d.R. auch Verwendung bzw. Veredelung der Biomasse.

Insgesamt befinden sich alle Flächen in einem praktischen Versuchsstadium, das aber bereits Ansätze für ein Standardverfahren zeigt. Bislang ist auf keiner der drei Ausgleichsflächen die Maßnahme als Ausgleichsmaßnahme durch die UNB anerkannt. Die aktuell sehr positiven ökologischen Befunde deuten eine wertgerechte Anerkennung an, zumal die UNB intensiv an der Begleitung der Flächen interessiert ist. Im vor Ort maßgeblichen Maßnahmenkatalog werden die ELKE-Flächen in der Kategorie „Ersatzheckenmaßnahme“ geführt.

Ohne die praktische Einrichtung und damit Sichtbarkeit der Kulturen im Feld, gäbe es heute für das ELKE-Konzept noch kein Interesse seitens der UNB, der Bürgermeister und der Landwirte. Durch die intensive Öffentlichkeitsarbeit inklusive der Exkursionen im Feld konnten wichtige neue Partner, unter anderem die regionale Jägerschaft, die Stadt München, Prof. Dr. em. Wolfgang Haber, Vertreter der Ernst Friedrich Schuhmacher Gesellschaft, der Flughafen München sowie Landwirte des Maschinenrings Freising, für den Ansatz gewonnen werden.

Mehrere Landwirte haben sich mittlerweile auch abseits des Themas „Kompensationsmaßnahmen“ interessiert gezeigt und auch damit begonnen, den Anbau schnellwachsender Gehölze auf eigenem Grund und Boden anzuwenden, um den Eigenbedarf an Hackschnitzeln sicher decken zu können. Ziel ist, dass diese beispielhaften Anbauverfahren von den Landwirten auf noch mehr Praxisflächen angelegt werden, um so wichtige Praxiserfahrungen zu sammeln und dieses Wissen gebündelt in regionalen Empfehlungen wieder zurückgeben zu können. Im Ergebnis sorgt diese Zusammenarbeit der landwirtschaftlichen Betriebe mit dem Landschaftspflegeverband für eine regionale Spezialisierung einiger Landwirte zum „Energiewirt“.

Kommunen, Wasserzweckverbände und Jäger haben Interesse angemeldet, bei der Anlage von Ausgleichsflächen, der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, der Verbesserung des Erosionsschutzes im Tertiären Hügelland, der Verbesserung des Trinkwasserschutzes und dem Aufbau von Biotopvernetzungselementen für das Nieder- und Rotwild die ELKE-Anbauverfahren, insbesondere mit Agrargehölzen einzusetzen.

4.1.3 Scheyern, Bayern (Helmholtz Zentrum München, TU München)

4.1.3.1 Koordinator, Standort und Anbausysteme

Das Helmholtz Zentrum München ist eine Forschungseinrichtung des Bundes und des Freistaats Bayern. Erforscht wird die Kausalität zwischen Umwelt und Gesundheit. Die Flächen in Scheyern gehören zu den bestuntersuchten Agrarstandorten Deutschlands. Ein Schwerpunkt der dortigen Forschungsstation liegt in der Ermittlung der Folgen des Klimawandels auf Ökosystemfunktionen. Zudem ist der Standort in Scheyern hinsichtlich der dort durchgeführten Exaktversuche, der hervorragenden Einbindung in die Forschungslandschaft zu Agrar-Umwelt-Effekten und der Multiplikatorwirkung, vor allem für verschiedene zentrale Entscheidungsträger in Bayern (Landesregierung, Kirche, Stadt München, Flughafen München), von besonderer Bedeutung für ELKE.

Bei der Fläche in Scheyern handelt es sich um vier Modellflächen, die insgesamt etwa 15 ha groß sind. Es wurden Agroforstsysteme mit Agrarholzstreifen im Kurzumtrieb (Pappel, Weide, Erle, Robinie, regionale Gehölzmischung) und standortüblicher Ackerfruchtfolge angebaut, wobei die Agrarholzstreifen jeweils auf der Hälfte der Fläche vergleichsweise von einer ökologisch (9 ha) und einer integriert (6 ha) bewirtschafteten Fruchtfolge ergänzt werden (Abbildung 15).

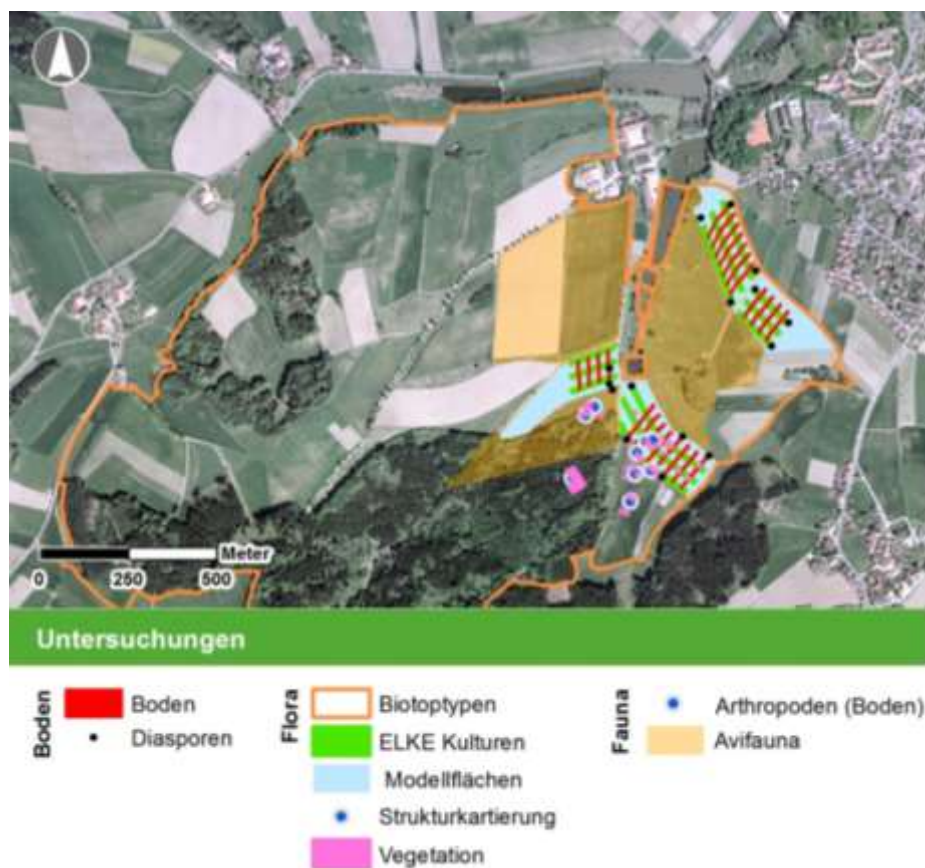


Abbildung 15: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Scheyern.

Die ökologischen und konventionell-integrierten Fruchtfolgen im Agroforstsystem Scheyern wurden in 2012 wie geplant fortgeführt. Die Hackschnitzel dienen der Verbrennung in kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, unter anderem zur Eigenversorgung am Standort Scheyern.

4.1.3.2 Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick

Mit den Agroforstsystemen wurden am Standort Scheyern Dauerbeobachtungsflächen geschaffen, die aufgrund ihrer Lage und der Beteiligung von Helmholtz Zentrum und TU München von außerordentlicher Bedeutung für die Erforschung ökologischer und betrieblicher Zusammenhänge sind. Anhand der umfangreichen Arbeiten der TU München (siehe Kapitel 4.2.2, 4.3.4, 4.3.5, 4.4.5 und 4.4.6), die zum Teil weit über die ELKE-Untersuchungsprogramme hinausgehen, ist erkennbar, welcher Umfang an Erkenntnissen hier gewonnen werden konnte und auch künftig werden kann.

4.1.4 Marpingen, Saarland (ÖFM: Britta Bauer, Eberhard Veith)

4.1.4.1 Koordinator, Standort und Anbausysteme

Die Naturland Ökoflächen-Management GmbH (ÖFM) wurde 1998 gegründet und ist eine Tochtergesellschaft der Naturlandstiftung Saar, die sich seit mehr als 35 Jahren erfolgreich der Erhaltung, Entwicklung und Pflege der saarländischen Natur- und Kulturlandschaft widmet. Ziel der ÖFM ist die Förderung der Allgemeinheit auf dem Gebiet des Natur- und Umweltschutzes. Dieser Zweck wird insbesondere verwirklicht durch den Aufbau eines Flächenpools, die ökologische Aufwertung der erworbenen Flächen, die Vermittlung und Koordinierung von Kompensationsprojekten und die Unterhaltung und Pflege ökologisch wertvoller Flächen. Zu den neueren Geschäftsbereichen zählen die Aktivitäten im Bereich der erneuerbaren Energien wie Biomassegewinnung und -logistik, Fotovoltaik und Windkraft.

Die ÖFM ist einer der ersten Servicedienstleister Deutschlands im Rahmen der Ökokontoregelung. Bisher hat die Gesellschaft rund 200 Projekte und Maßnahmen im Saarland für Ver- und Entsorgungsbetriebe, Verkehrsunternehmen, Städte und Gemeinden, Banken, mittelständische Unternehmen und private Vorhabenträger umgesetzt.

Die Flächen am Modellstandort der ÖFM in der Gemeinde Marpingen (Saarland) wurden inklusive der angrenzenden Hofstelle in den Jahren 2008 bis 2009 von der ÖFM erworben und konnten somit im Flächenverbund (ca. 40 ha) als größter Standort ins ELKE Projekt einfließen.

Naturräumlich betrachtet liegt dieser Mittelgebirgsstandort im Prims-Blies-Hügelland auf einer Höhe von ca. 350 m über NN. Die vorherrschende Bodenart ist Braunerde mit Bodenwertzahlen im Bereich von 25 bis 41. Die jährlichen Niederschläge liegen bei 1.100 mm und es wird eine jährliche Durchschnittstemperatur von 7-9°C gemessen. Im Rahmen des Landschaftsprogramms des Saarlandes wird die Fläche als erosionsgefährdet eingestuft. Die Flächen schließen an ein Naturschutz- und FFH-Gebiet an.

Bis 2008 wurde der Standort konventionell bewirtschaftet. Seit Beginn des ELKE Projektes erfolgt die Bewirtschaftung der Flächen nach dem EU-Biostandard und wird von der Öko-Kontrollstelle ABCERT in Esslingen zertifiziert. Die angebauten Kulturen verteilen sich ungefähr auf folgende Flächenanteile: 6 Hektar Klee gras, 6 Hektar Wildpflanzen, 6 Hektar Sommerungen, 12 Hektar Winterungen, 1 Hektar Miscanthus und ca. 3,5 Hektar Agrarholz (Abbildung 16).

Bei der Auswahl der Ackerkulturen wurde u.a. die Erosionsgefährdung der Flächen berücksichtigt, d.h. es wurden vorrangig Gemenge angebaut, die mit ihren Wurzeln für eine gute Befestigung des Bodens sorgen. Außerdem wurde auf eine möglichst ganzjährige Bodenbedeckung geachtet.

Die vorhandenen Gehölzstrukturen wurden durch Pflanzungen mit Pappel- und Weidenstecklingen (Leistungssorten und regionale Herkünfte) für kurze bis mittlere Umtriebszeiten sowie ernteoptimierten Pflanzungen mit standorttypischen Gehölzen wie Haselnuss, Hartriegel, Weißdorn, Schneeball, Birke, Eiche, Ahorn und Vogelbeere ergänzt.

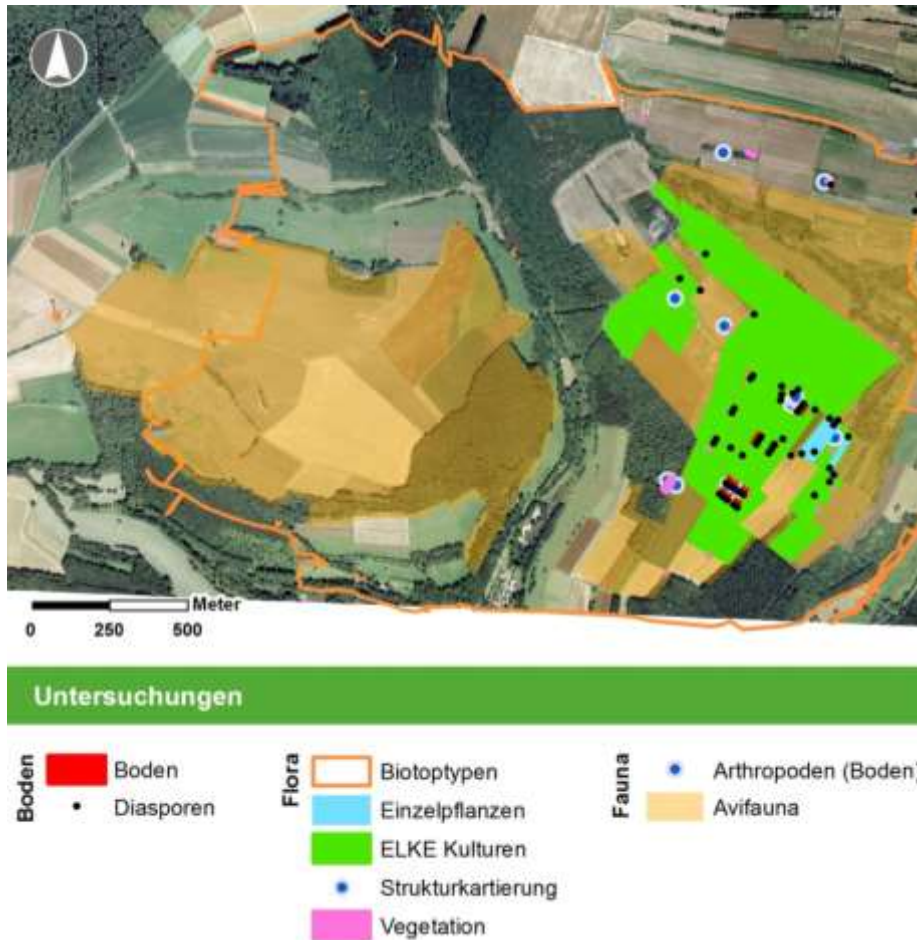


Abbildung 16: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Marpingen.

Die erzeugte halmgutartige Biomasse wird überwiegend als Biogassubstrat in einer benachbarten Biogasanlage genutzt. Neben der energetischen Verwertung werden Teile des Halmgutes als Futtermittel (Silage und Futtergetreide) und als Einstreu genutzt. Restbestände der Körnerernte wurden wiederum als Saatgut für die Folgebewirtschaftung verwendet. Für die holzartige Biomasse ist eine Eigenverwertung in der bereits vorhandenen Holzhackschnitzel-Heizung auf dem nahegelegenen Hofgut Imsbach, das sich im Besitz der Naturlandstiftung Saar befindet, vorgesehen.

4.1.4.2 Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick

Bedingt durch die zunehmende Diskussion um den Flächenverbrauch und die immer geringer werdende Bereitschaft, landwirtschaftlich genutzte Flächen für die Durchführung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen, steht auch die ÖFM vor der Herausforderung, neue Konzepte in der Umsetzung anzubieten. Insbesondere von Seiten der Landwirtschaft sieht sich die ÖFM immer wieder dem Vorwurf ausgesetzt, der Landwirtschaft Nutzflächen durch die Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen zu entziehen.

Von der Mitarbeit im ELKE Projekt verspricht sich die ÖFM in dieser Diskussion Argumente zu finden, um diese Vorwürfe zu entkräften sowie als Vorreiter für die Landwirtschaft Erfahrung im Bereich der Mehrnutzungskonzepte zu sammeln. Zudem verfügt die ÖFM als Dienstleister im Bereich der

Ökokontoregelung über die nötige Erfahrung und das Know-how, um Kompensationsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit regionalen Landwirten durchführen zu können.

In Abstimmung mit dem IfaS, welches die Anbauplanung übernommen hat, wurden ab dem Jahr 2009 die Flächen eingesät und bepflanzt. Das Spektrum der angebauten Kulturen wurde vom IfaS und der ÖFM von Jahr zu Jahr angepasst bzw. weiterentwickelt.

Parallel zur Bewirtschaftung der Modellflächen und der Durchführung der Forschungsarbeiten fanden in den letzten drei Jahren mehrere Gespräche und vor-Ort-Termine mit den Genehmigungsbehörden des Saarlandes, d.h. dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz sowie dem Ministerium für Umwelt statt. Gegenstand der Gespräche war die Anerkennungsfähigkeit der angebauten Kulturen als Maßnahmen im Sinne der Ökokontoregelung des Saarlandes sowie eine eventuelle Anwendung des ELKE-Ansatzes als Kompensationsinstrument außerhalb der Ökokontoregelung.

Um eine Diskussionsgrundlage zu schaffen, wurde ein Planungsbüro damit beauftragt, die Situation der Flächen vor Beginn der Maßnahmen und zum aktuellen Zeitpunkt zu bilanzieren und planungstechnisch zu bewerten. Dieser Bilanzierungsvorschlag wurde den Behörden vorgelegt und in gemeinsamen Gesprächen diskutiert.

Auf dem bislang letzten Treffen im Dezember 2012 wurden die Möglichkeiten für eine Bewertung noch einmal differenziert diskutiert. Im Ergebnis wurde die Anerkennungsfähigkeit bzw. die Kompensationsleistung der ELKE-Kulturen sehr unterschiedlich bewertet.

Während die Feldgehölze und Walsaumpflanzungen mit heimischen Gehölzen uneingeschränkt als Ökokonto-Maßnahmen anerkannt werden können, wurden hinsichtlich der Wildpflanzengemeinde sowie der übrigen Ackerkulturen, der Agrarholzpflanzungen mit Leistungssorten und des Miscanthusbestandes verschiedene Vorbehalte geäußert.

So werden die Wildpflanzengemeinde von Seiten der Behörden wegen der enthaltenen gebietsfremden Arten bzw. Herkünfte abgelehnt; bei einer Beschränkung auf regional gewonnenes Saatgut könnte man sich jedoch eine Anerkennung und Einstufung als „Ruderalfluren“ gemäß Leitfaden Ökokonto vorstellen.

Traditionelle Ackerkulturen wie z.B. das Klee gras wurden von den Teilnehmern unterschiedlich bewertet. Obwohl die Flächen de facto sicherlich eine Aufwertung gegenüber der konventionellen Ackernutzung darstellen, ist eine Einstufung nach dem aktuellen Leitfaden Ökokonto aus Sicht des Ministeriums derzeit nicht möglich.

Hauptkritikpunkt bei den Agrarholzflächen und -streifen sind vor allem die verwendeten Leistungssorten, die nach Darstellung eines Ministeriumsvertreters bei einer flächigen Beerntung alle 5 Jahre keine Aufwertung darstellen. Bei einer abschnittweisen Beerntung sei jedoch eine Aufwertung möglich. Auch hinsichtlich der Miscanthus-Pflanzungen wird kritisiert, dass es sich nicht um eine heimische Art handelt, so dass eine Anerkennungsfähigkeit als Ökokonto-Maßnahme in Frage gestellt wurde.

Die Anerkennungsfähigkeit der ELKE-Flächen am Standort Marpingen in ihrem aktuellen Zustand als Ökokontomaßnahme bliebe bei den derzeit im Saarland angewendeten Maßstäben auf die Feldgehölzstreifen und Waldaumpflanzungen beschränkt.

Neben der Anerkennung als Ökokontomaßnahme wurde ebenfalls diskutiert, ob man die ELKE-Flächen als Funktionalausgleich und/oder als Landschaftsbildausgleich heranziehen kann. Um hier eine Aussage treffen zu können, fehlen bisher nach Einschätzung der beteiligten Behördenvertreter die Ergebnisse der Begleitforschung. Da die ausgewerteten Ergebnisse erst nach Fertigstellung des Schlussberichtes vorliegen, wurde die Entscheidung hierzu in den Spätsommer 2013 vertagt und soll erst in einer weiteren Besprechung abschließend bewertet werden.

Parallel zu den o.g. Behördengesprächen wurden in der Phase III drei Feldtage (28.06.11, 22.03.12, 17.07.12) am Standort durchgeführt. Mit durchschnittlich jeweils 40 Teilnehmern konnten sich die Umweltministerinnen Dr. Simone Peter und Anke Rehliner sowie interessierte Vertreter aus der Landwirtschaft, den Kommunen, den Naturschutzverbänden sowie des Stiftungsrates der Naturlandstiftung Saar über das Projekt informieren. Die Resonanz der Beteiligten war durchweg positiv, insbesondere kamen Rückfragen und Diskussionsbeiträge bzgl. der Bewertung der ELKE-Kulturen in Vergleich zum klassischen Maisanbau in der Biomasseproduktion.

Für die ÖFM als Projektpartner stellt sich nach dem Ablauf der Phase III die Frage, in wieweit bzw. ob die Flächen in Marpingen weiterhin als Versuchflächen bereitgestellt werden können. Trotz positiver Rückmeldungen und anhaltendem Interesse der Öffentlichkeit an dem Projekt fehlt durch die Nichtanerkennung der Kompensationsleistung durch die saarländischen Umweltbehörden die wirtschaftliche Grundlage, um dieses Projekt weiter zu betreiben. Sollte es nicht zu einer grundsätzlichen Anerkennung der Kompensationsleistung bis Herbst 2013 kommen, wird die ÖFM die Flächen für andere Maßnahmen im Sinne der Ökokontoregelung nutzen.

4.1.5 Spelle, Niedersachsen (3N: Finn Ahrens, Marie-Luise Rottmann-Meyer)

4.1.5.1 Koordinator, Standort und Anbausysteme

Das 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe ist seit 2006 landesweit tätig und wird seit 2010 in eigener Rechtsform als gemeinnütziger eingetragener Verein geführt. Das Netzwerk verknüpft Akteure aus Wirtschaft, Kommunen und Forschung und bündelt die Aktivitäten in Niedersachsen mit dem Ziel, einen nachhaltigen Beitrag für die Entwicklung und den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zur stofflichen und energetischen Nutzung zu leisten. Zum Kerngeschäft des 3N Kompetenzzentrums zählen folgende Aufgaben:

- zentrale Anlaufstelle für Informationen über die stoffliche und energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Niedersachsen,
- Sammlung, Aufbereitung und Bereitstellung von Fachinformationen entlang der Wertschöpfungsketten (Pflanzenzüchtung, Anbau, Ernte, Logistik, Verarbeitung, Verfahrenstechnik bis zur Produktvermarktung),

- Vermittlung von Kompetenzpartnern, Förderung von Kooperationen zwischen Forschung und Wirtschaft und Unterstützung des Technologietransfers,
- Initiierung, Steuerung und Koordinierung sowie Durchführung von Projekten,
- Stellungnahmen, statistische Auswertungen, Datenerhebungen,
- Öffentlichkeitsarbeit, Beteiligung an Fachmessen, Ausstellungen,
- Organisation von Kongressen, Fachtagungen, Seminaren, Schulungen,
- fachliche Unterstützung des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung bei der Durchführung von Förderprogrammen im Bereich nachwachsender Rohstoffe.

Der 3N e.V. wurde von den folgenden Institutionen gegründet und besteht zurzeit aus 25 weiteren Mitgliedern, die die gesamte Wertschöpfungskette der nachwachsenden Rohstoffe repräsentieren:

- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung,
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz und Energie,
- HAWK Hochschule Hildesheim/Holzminden/Göttingen,
- Niedersächsische Landesforsten,
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
- Landkreis Emsland,
- Gemeinde und Samtgemeinde Werlte.

Der niedersächsische Modellstandort Spelle liegt im südlichen Emsland direkt an der Grenze zum Bundesland Nordrhein-Westfalen. Die Samtgemeinde Spelle besteht aus den Gemeinden Lünne, Schapen und Spelle. Das Samtgemeindegebiet umfasst eine Fläche von 91,08 km² und liegt durchschnittlich 34 m über NN. Die Samtgemeinde hat mit ihrem Hafen in Venhaus am Dortmund-Ems-Kanal einen Binnenhafen, der sowohl von der Nordsee als auch vom Ruhrgebiet erreicht werden kann. Durch die günstige Verkehrsanbindung (A 30) haben sich viele namenhafte Unternehmen in der Samtgemeinde angesiedelt. Eine Vielzahl mittelständischer Firmen rundet die Palette industrieller, gewerblicher und handwerklicher Tätigkeiten ab. Jedoch ist die Landwirtschaft einer der dominierenden Wirtschaftszweige der Region. Abbildung 17 zeigt die Lage des Samtgemeindegebietes und der umgebenden Infrastruktur.



Abbildung 17: Lage der Samtgemeinde Spelle (Samtgemeinde Spelle 2013).

Die landwirtschaftlichen Produktionsschwerpunkte in der Samtgemeinde liegen in der tierischen Veredlung (Schweinemast, Ferkelerzeugung und Hähnchenmast) und dementsprechend im Anbau von Futtergetreide und -mais. Mais nimmt dabei mit ca. 55% der landwirtschaftlich genutzten Fläche eine Spitzenposition ein, gefolgt von Getreide mit ca. 27%. Mit ca. 9% spielen der Stärkekartoffelanbau und mit ca. 7% die Grünlandflächen eine untergeordnete Rolle. Das Emsland gehört zu den intensivsten Veredlungsregionen in Niedersachsen, was zu einer erheblichen Flächenkonkurrenz führt. Die durchschnittlichen Bodenpreise und -pachten liegen daher auf sehr hohem Niveau im Vergleich zum Bundesdurchschnitt.

In den vergangenen Jahren hat die bauliche Entwicklung in der Samtgemeinde Spelle dazu geführt, dass immer mehr landwirtschaftliche Flächen der Nutzung entzogen wurden. Auch die künftige strukturelle Weiterentwicklung der Gemeinde durch die geplante Hafenerweiterung erfordert auch in den nächsten Jahren erhebliche Ausgleichs- und Kompensationsmaßnahmen und stellt die Gemeinde vor besondere Herausforderungen. Der Bedarf an Kompensationsflächen lag in der Gemeinde in den vergangenen Jahren bei ca. 3 ha pro Jahr. In Abhängigkeit von der weiteren Bauleitplanung werden weitere und deutlich darüber hinaus gehende Kompensationsmaßnahmen erforderlich.

Die Vorgehensweise bei der Umsetzung der Maßnahmen hängt von der Art des Eingriffs ab und wird durch die Untere Naturschutzbehörde maßgeblich bestimmt. Die zu der Zeit der Bewerbung zur Umsetzung des Modellprojektes am Standort Spelle laufenden Kompensationsmaßnahmen bezogen sich auf den Ausbau der Gewerbeflächen des Binnenhafens Spelle-Venhaus, der im Landesraumordnungsprogramm des Landes Niedersachsen als landesbedeutsamer Binnenhafen klassifiziert wurde. Dabei hat die Schnittstelle von Wasser, Schiene und Straße eine bedeutende Funktionalität, die es nach wie vor zu sichern und auszubauen gilt.

Die bestehende Kulturlandschaft soll durch die gemeindlichen Planungen und Entwicklungen erhalten werden. Dabei sollen neue Plangebiete möglichst schonend integriert werden und Kompensationsmaßnahmen zur Diversifizierung und ökologischen Aufwertung beitragen. Die im Zuge des ELKE-Projektes zu untersuchenden neuen Landnutzungsstrategien unterstützen diese Ziele.

Umgesetzt wurden am Standort Spelle ca. 10 ha Modellflächen, die von der Samtgemeinde Spelle für eine modellhafte Umsetzung der in ELKE vorgestellten Instrumentarien zur Verfügung gestellt wurden (Abbildung 18).

Aufgrund der landwirtschaftlichen Struktur als typische Veredlungsregion ist der Waldanteil im Samtgemeindegebiet mit rund 14% verhältnismäßig gering. Insgesamt zählt der nordwestliche Teil Niedersachsens mit ca. 30 Holzvorratsfestmetern/ha (aus den Daten der Bundeswaldinventur II) zu einer der waldärmsten und vorratsschwächsten Regionen Deutschlands. Da Wald damit auch ein regionales Mangelbiotop darstellt, wurde die Landnutzungsstrategie auf den Anbau von Gehölzen fokussiert.



Abbildung 18: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Spelle.

Dabei wurden sowohl Hochleistungssorten von Pappel und Weide verwendet als auch ein wesentlicher Anteil der Flächen mit autochthonen Gehölzen (Birke, Eiche, Eberesche und Erle) bepflanzt. Um die Biotopattraktivität weiter zu erhöhen, wurden in der Ausgestaltung der Flächen z.T. Hecken und Innenränder integriert sowie auf den Vorgewenden der Flächen Wildkräutermischungen angesät. In Tabelle 2 sind die verwendeten Baumarten und den Pflanzverband dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der verwendeten Baumarten und zugehörige Pflanzenverbände.

Baumart	Sortenbezeichnung	Pflanzverband
Weide	Tordis	2 x 0,75 x 0,6 m
Weide	Inger	2 x 0,75 x 0,6 m
Pappel	Max 1, 3, 4	2 x 0,5 m
Pappel	Hybrid 275	2 x 0,5 m
Birke	Sandbirke	2 x 1 m
Mehlbeeren	Eberesche	2 x 0,5 m
Erle	Schwarzerle	2 x 0,7 m
Eiche	Traubeneiche	2 x 0,7 m
Heckenpflanzung		2 x 1,5 m

4.1.5.2 Zielsetzung, Vorgehen und Ausblick

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die von der Samtgemeinde Spelle zur Verfügung gestellten Flächen.

Tabelle 3: Übersicht und Bezeichnung der Modellflächen am Standort Spelle.

Lfd. Nummer	Name	Flächengröße [ha]	Flurstücknummer
Fläche 1	Zur Mühle	3,5	033290-3-103/20 033290-3-86/4 033290-3-103/14
Fläche 2	Bramhof	4,9	033290-2-217/7
Fläche 3	Kranenmoorstraße	2,1	033290-6-29/6

Aufgrund von planerischen Hinderungsgründen und einer doppelten Vergabe von Flächen seitens der Samtgemeinde Spelle ist die Netto-Fläche geringer gegenüber der Bewerbung vom 08.12.2008. Ebenfalls war der Pflanztermin, abweichend vom ursprünglichen Zeitplan, erst im Jahr 2011 realisierbar. Die Bepflanzungen der Flächen 1 und 2 erfolgte in der 13. Kalenderwoche 2011. Fläche 3 stand ab Herbst 2011 zur Verfügung. Die Pflanzung der autochthonen Gehölze fand in der 46. Kalenderwoche 2011 statt. Die schnellwachsenden Gehölze wurden in der 20. Kalenderwoche 2012 gepflanzt.

Auf den Flächen des niedersächsischen Modellstandorts wurden die Baumarten jeweils in 20 Meter breiten Blöcken streifenförmig angelegt. Die Umtriebszeiten der Gehölze richten sich nach den Verwendungsmöglichkeiten als Holzhackschnitzel, Scheitholz und eine mögliche stoffliche Verwertung im Bereich der Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie (z.B. durch die Fa. Glunz mit Sitz in Meppen).

In Spelle ansässig ist zudem die Niederlassung der Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH, die mit dem Mähvorsatz Woodcut 1500 in Zusammenarbeit mit der Hüttmann GmbH ein Erntesystem für selbstfahrende Feldhäcksler in Kurzumtriebsplantagen entwickelt hat und dies intensiv in der Praxis erprobt. Dabei stellen größere Durchmesser (>12 cm) nach wie vor ein Problem für diese Erntetechnik dar. Dies kann bei Fortführung des Projektes praxisbegleitend in den Anbauflächen der Samtgemeinde Spelle getestet werden.

Als Dienstleister für die Vorbereitung und Anpflanzung der Flächen wurden regionale Lohnunternehmen sowie ortsansässige Landwirte einbezogen. Auch die weiteren Pflegemaßnahmen wurden durch die vor Ort ansässigen Akteure ausgeführt.

Alleinstellungsmerkmal auf der Fläche 1 „Zur Mühle“ ist eine am Rande der Fläche durchgeführte Gewässerrenaturierungsmaßnahme (siehe Anhang 11.1). Diese wird vom Unterhaltungs- und Landschaftspflegeverband 94 betreut. Das dortige Fließgewässer, die Giegel Aa, wurde in ein mäandrierendes Flussbett verlegt und erhielt neue Sohlrampen. Diese Maßnahme in Kombination mit der angrenzenden Bepflanzung durch die ELKE-Kulturen bietet eine einzigartige Chance, die Attraktivität und Qualität der beiden neu geschaffenen Biotope durch die Begleitforschung in ELKE bewerten zu können.

Auf der Fläche 2 „Bramhof“ erfolgte die Pflanzung bzw. Aussaat auf zwei Teilflächen. Nordwestlich der Gehölzanpflanzung wurde ein 15 m breiter Streifen mit einer Biogasmischung aus dem Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ angesät. Südöstlich schließt ein Streifen Rohboden an, an welchem die natürliche unbeeinflusste Entwicklung beobachtet werden kann. Südöstlich hierzu wurde die Kombination heimischer und schnellwachsender Gehölze auf insgesamt 3 ha Fläche angepflanzt.

Auf der Fläche 3 „Kranenmoorstraße“ wurden im Herbst 2011 die autochthonen Gehölze gepflanzt. Im Frühjahr 2012 erfolgte die Pflanzung der schnellwachsenden Gehölze. Auch auf dieser Fläche wurden Blühstreifenmischungen angesät. Zudem wurde im Baumbestand ein Innenrand realisiert.

Zum Zeitpunkt der Pflanzung der heimischen und schnellwachsenden Bäume im Frühjahr 2011 herrschte relative Trockenheit. Diese Trockenheit hatte, neben weiteren Einflüssen wie beispielsweise Schädlingspopulationen und relativ hohem Konkurrenzdruck, erhebliche Auswirkung auf die Entwicklung der Bestände auf den Flächen Zur Mühle und Bramhof. Die Auswirkungen sind in den 2012 und 2013 festgestellten Anwuchsraten erkennbar (Tabelle 4). Zudem wurde auf der Fläche Kranenmoorstraße eine relativ geringe Anwuchsrate bzw. hohe Ausfallrate der Sandbirke festgestellt. Die Gründe hierfür liegen vermutlich am Wilddruck (Verbissspuren an Knospen, Trieben und Stämmen) und Schaffung staunasser Bedingungen durch Fahrspurbildung während der Pflanzung mit schwerem Gerät bei unvorteilhafter Witterung.

Tabelle 4: Anwuchsraten der einzelnen Gehölzarten und -sorten am Standort Spelle in 2012 und 2013.

Sortenbezeichnung	Anwuchsrate [%]				
	Zur Mühle		Bramhof		Kranenmoorstraße
	2012	2013*	2012	2013*	2013*
Tordis	88	80	76	75	70
Inger	71	70	82	80	65
Max 3	74		62	55	75
Hybrid 275	nicht gepflanzt	nicht gepflanzt	78	70	75
Eberesche (<i>Sorbus aucuparia</i>)	61	60	64	50	75
Sandbirke (<i>Betula pendula</i>)	15	0	12	10	20
Schwarzerle (<i>Alnus glutinosa</i>)	55	0	66	65	nicht gepflanzt
Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i>)	nicht gepflanzt	nicht gepflanzt	61	60	nicht gepflanzt
Hecke (<i>Crataegus europ.</i>)	nicht gepflanzt	nicht gepflanzt	73	70	nicht gepflanzt

* Angaben gerundet

Die Totalausfälle von Schwarzerle und Sandbirke auf der Fläche Zur Mühle am Standort Spelle werden durch Nachpflanzungen ausgeglichen. Die Vorbereitungen hierzu laufen zum jetzigen Zeitpunkt (März 2013). Die Nachpflanzungen sind erforderlich, nicht nur um das Konzept auf dieser Fläche längerfristig umzusetzen, sondern ebenfalls um den von zuständigen Unteren Naturschutzbehörde vorbehaltlich vergebenen Wertfaktor als Biototyp mittlerer Bedeutung für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen beibehalten zu können.

Die zuständige Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Emsland bewertet die in Spelle modellhaft umgesetzte Landnutzungsstrategie vorbehaltlich mit dem Wertfaktor 3, entsprechend der Arbeitshilfe zur Ermittlung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung (Niedersächsischer Städtetag 2008). Somit werden die umgesetzten ELKE-Maßnahmen unter Vorbehalt als Biototyp mittlerer Bedeutung für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Rahmen des Ausbaus der Gewerbeflächen des Binnenhafens Spelle-Venhaus anerkannt.

Die Ergebnisse, die die dritte Projektphase in ELKE hervorbringt, sind für die Umsetzung einer extensiven Landnutzungsstrategie zur Produktion nachwachsender Rohstoffe als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme in der Praxis somit von hoher Bedeutung. Von den Ergebnissen ist abhängig, ob die Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Emsland eine Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme in der hier modellhaft realisierten Form vorbehaltlos akzeptiert und somit für die breite Umsetzung anwendbar macht. Allerdings ist der zwei- bis dreijährige Untersuchungszeitraum als relativ begrenzt zu bewerten. So ist eine Betrachtung der Erträge bisher nur theoretisch möglich. Hier bedarf es mindestens eines ersten Umtriebs, um modellierte Ertragsprognosen be- oder widerlegen zu können.

Wenn die Ergebnisse aus ELKE III von der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Emsland als positiv bewertet werden, besteht die Möglichkeit, dass das Konzept im Landschaftsplan der Samtgemeinde Spelle eine breitere Anwendung findet. Eine Umsetzung im Rahmen einer Weiterentwicklung des Landschaftsplans und dessen Ergänzung um Entwicklungsachsen, die durch ELKE-Kulturen aufgewertet werden, insbesondere entlang von Gewässern und als Puffer zu

bestehenden Schutzgebieten, wurde mit den Akteuren vor Ort bereits diskutiert. Weitere interessierte Kommunen zur Umsetzung dieser Landnutzungsstrategie im Landkreis Emsland sind bekannt.

4.2 Praxisbegleitung & Sozioökonomie

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse aus der praktischen Begleitung der Modellstandorte in pflanzenbaulichen, ökonomischen und rechtlichen Fragen sowie Aspekten der Zertifizierung extensiver Landbausysteme als Kompensationsmaßnahmen dargestellt.

4.2.1 Landbau

Die Arbeiten zur pflanzenbaulichen Bewertung und Weiterentwicklung der erprobten Anbausysteme wurden zentral vom IfaS koordiniert und unter Beteiligung der Standortkoordinatoren durchgeführt. Die Aktivitäten zur Anbauberatung waren dabei insbesondere auf die Standorte Freising, Marpingen und Spelle fokussiert, da der Anbau in Allendorf und Scheyern weitgehend eigenständig von den Standortkoordinatoren betrieben wurde.

Parallel zu den Arbeiten an den anderen Standorten wurden von der TU München am Standort Scheyern umfassendere, über den Untersuchungsansatz in ELKE hinausgehende Arbeiten zur ertragskundlichen Bewertung der Kulturen erbracht, so dass diese separat dargestellt werden (siehe Kapitel 4.2.2).

4.2.1.1 Zielsetzung & Hypothesen

Das Arbeitspaket Landbau hatte zum Ziel, geeignete Anbausysteme und Kulturen für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe und die Anwendung in Kompensationsmaßnahmen zu identifizieren, auf ihre Praxistauglichkeit zu untersuchen und Ansätze für eine Optimierung zu erarbeiten.

Eine zentrale Aufgabe bestand zudem darin, Daten zum Anbau an den Modellstandorten zu sammeln und für die weitere Nutzung in den Forschungsbereichen Ökonomie, Boden, Wasser, Klima sowie Feldbiologie aufzubereiten.

Die Arbeiten im Bereich Landbau, die in enger Zusammenarbeit mit den Standortkoordinatoren erfolgten, waren somit neben der Optimierung der Kulturen auch für die Interpretation von Ergebnissen anderer Bereiche von zentraler Bedeutung.

4.2.1.2 Stand des Wissens

Um jeweils den aktuellen Stand des Wissens zu nutzen, erfolgte ein laufender Austausch mit anderen Projekten (siehe auch Kapitel 2.1). Insbesondere bezüglich einer extensiven Bestandesführung konnten so wertvolle Informationen für den Anbau an den Modellstandorten gewonnen werden und im Gegenzug auch an externe Arbeitsgruppen und Projekte zurückgegeben werden.

Beispielsweise fand bereits zu Beginn der Phase III ein wiederholter, intensiver Austausch mit den Kollegen vom Forschungsverbund EVA bezüglich der Themen Faktorminimierung und Mischfruchtanbau statt. Während der gesamten Laufzeit erfolgte ein Austausch mit der Arbeitsgruppe

aus LWG Veitshöchheim und dem Deutschen Verband für Landschaftspflege zum Projekt „Energie aus Wildpflanzen“.

4.2.1.3 Methoden

Um die gewonnenen Informationen mit den Bewirtschaftern vor Ort zu spiegeln, wurden regelmäßig Begehungen und Akteursgespräche an den Modellstandorten durchgeführt. Eine besonders intensive Anbaubegleitung durch das IfaS fand am Standort Marpingen statt, vor allem, da dort seit 2009 viele verschiedene einjährige Kulturen zur flexiblen Erzeugung von Biogassubstraten, Futter- und Nahrungsmitteln erprobt wurden.

Aus dem laufenden Anbau an den Modellstandorten wurden soweit dies möglich war, lückenlose Realdaten zu Anbaumaßnahmen, Betriebsmitteleinsatz und Kosten erhoben. Hierfür wurden von den Standortkoordinatoren ähnlich einer Schlagkartei jährlich für alle Flächen der Zeitpunkt, Standort, Schlag, Maßnahme, eingesetzte Technik, Kosten usw. aller Bewirtschaftungsmaßnahmen erfasst.

Ergänzend zur Kostenseite wurden auch die Erträge und die dazugehörigen Erlöse der Kulturen erfasst. Während die Erträge der einjährigen Kulturen an den Modellstandorten in der Regel anhand von Praxisdaten der Standortkoordinatoren nachvollzogen werden konnten, birgt die Abschätzung der möglichen Agrarholzerträge aus den zum Teil erst 2010 oder sogar 2011 gepflanzten Beständen einen großen Unsicherheitsfaktor.

An den Standorten Marpingen, Scheyern und Spelle, an denen im Förderzeitraum keine bzw. lediglich eine erste Beerntung der Agrarholzbestände zu erwarten war, wurde versucht, die Zuwächse der Bäume anhand von Boniturdaten nachzuvollziehen, um diese unter anderem für eine Ertragsabschätzung und die anschließende ökonomische Bewertung zu nutzen. Die Bonituren, die von der 3N, der TU München und dem IfaS durchgeführt wurden, wurden in Anlehnung an das Boniturschema aus dem Verbundvorhaben ProLoc (Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe & Partner) durchgeführt. An den Standorten Allendorf, wo während der Laufzeit von ELKE mehrere Beerntungen stattfanden, und letztlich auch Scheyern, wo im Winter 2012/2013 geerntet wurde, wurde stattdessen bzw. zusätzlich auf die erhobenen Praxisdaten zurückgegriffen.

Zusätzlich zur Ertragserfassung über die Bonituren wurden für die krautigen Kulturen (Marpingen und Scheyern) auch Analysen des geernteten Materials bezüglich der Trockenmasse-, C- und N-Gehalte durchgeführt. Während diese Arbeiten von der TU München für den Standort Scheyern vollständig vor Ort durchgeführt wurden (Kapitel 4.2.2), erfolgte in Marpingen die Probenahme und -aufbereitung durch das IfaS und die Analytik durch die Universität Bonn.

4.2.1.4 Ergebnisse & Diskussion

Die Erfahrungen an den Modellstandorten zeigen, dass es für die Gestaltung von Kompensationsmaßnahmen eine große Vielfalt möglicher extensiver Anbausysteme gibt. Sowohl für die Erzeugung von Biogassubstraten als auch beim Anbau von Agrarholz wurden an den Modellstandorten zahlreiche Arten und Artenmischungen erprobt.

Aufgrund der Vielzahl an Kulturen, Standorten und Untersuchungsjahren ist es kaum möglich, einen umfassenden Überblick über die Ergebnisse der landbaulichen Analysen zu geben.⁶ Nachfolgend werden daher einige ausgewählte, zentrale Ergebnisse und Erfahrungen wiedergegeben.

Dabei zeigte sich, welche Anbausysteme und Kulturen möglicherweise auch nicht oder nur unter anderen Bedingungen für eine weitere Erprobung geeignet sind:

- Erste Versuche mit Biogassgemengen aus Sonnenblume, Wicke und Hafer am Standort Marpingen in 2009 zeigten, dass die Kulturen über vollkommen unterschiedliche Abreifezeitpunkte verfügen und daher als Mischungspartner ungeeignet sind.
- Die Wildpflanzengemeinschaft und andere Sommergrünungen zeigten nach der Aussaat in 2011 an den Standorten Allendorf, Marpingen und Spelle extreme Ertragsdepressionen sowie eine insgesamt hohe Heterogenität der Bestände und dokumentieren damit die Empfindlichkeit von Frühjahrsaussaaten gegenüber der Tendenz zu längerer Vorsommertrockenheit an vielen Standorten in Deutschland.
- Die Ernte von Wickroggen kann bei allen Vorzügen dieser Kultur, wie der optimalen Unkrautunterdrückung und den auch bei extensiver Düngung guten Erträgen, mit enormen Schwierigkeiten einhergehen, da die Winterwicke bei entsprechender Witterung und/oder hoher Aussaatstärke extrem verfilzte Bestände bilden kann, die bei einer zu späten Ernte oder auch ungeeigneter Erntetechnik letztendlich womöglich gar nicht beerntbar sind.
- Die Pflanzung der Sandbirke am Standort Spelle in 2010 war von nahezu vollständigen Ausfällen beim Anwuchs gekennzeichnet. Die Hinweise aus den Reihen der Forstwirtschaft, dass die Pflanzung von Birken generell eher geringe Chancen auf Erfolg hat, haben sich in diesem Fall bewahrheitet, auch wenn die Ursachen unbekannt sind.
- Die herbizidfreie Etablierung von Agrarholz stellt eine besondere Herausforderung für den Bewirtschafter dar. Für einen erfolgreichen Anbau sollten alle pflanzenbaulichen Mittel wie etwa der Anbau geeigneter Vorfrüchte auf Flächen mit hohem Unkrautdruck sowie eine rechtzeitige und mehrmals wiederholte mechanische Unkrautkontrolle genutzt werden.

Zugleich wurden im Projekt aber auch zahlreiche pflanzenbauliche Erfolge erzielt, die einzelne Anbausysteme aus derzeitiger Sicht besonders für die extensive Erzeugung nachwachsender Rohstoffe qualifizieren:

⁶ Die Abfrage von Detailergebnissen wie den Erträgen einzelner Kulturen, die auch den ökonomischen Berechnungen (Kapitel 4.2.3) zugrunde liegen, ist über die Datensammlung möglich, die im Anschluss an den Projektabschluss im internen Bereich der Internetpräsenz aufgebaut wird und auf Anfrage für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung steht.

- Der Wickroggen wurde vom Betreiber der Biogasanlage am Standort Marpingen bei einem nicht zu hohen Wicken-Anteil qualitativ ähnlich gut wie praxisübliche Getreide-Ganzpflanzen eingestuft und vergütet.
- Analyseergebnisse der Silage aus den Wildpflanzengemengen ergaben eine sehr gute Qualität für die Vergärung. Auch die Erträge des 2. Standjahres waren trotz witterungsbedingter Schwierigkeiten im Aussaatjahr und Nulldüngung am Standort Marpingen brauchbar.
- Es konnten standortbezogen deutliche Verschiebungen in der Wuchsleistung der Baumarten beobachtet werden. Während die Wuchsleistung der Weide am Standort Spelle sehr gut war, blieb sie am Standort Scheyern hinter allen anderen Baumarten zurück. Dies unterstreicht besonders die Notwendigkeit einer standortbezogenen Gehölzauswahl und die Bedeutung der sinnvollen Ernteintervalle (mit Bezug zum Pflanzverband) für die verwendeten Strauch- und Baumarten. Die Weiden verbessern offensichtlich ihre Wuchsleistung im ersten Umtrieb, wenn die Terminalknospse früh geschnitten und damit eine starke Verzweigung angeregt wird. Im dann folgenden Wuchsjahr wird bereits fast die volle Ertragsfähigkeit erreicht.
- Am Standort Allendorf wurden wertvolle, bundesweit einzigartige Erfahrungen mit der großflächigen Beerntung von Agrarholzbeständen gesammelt. Unter anderem zeigte sich die Praxistauglichkeit des absätzigen Ernteverfahrens mit dem Ganzbaumernter „Stemster“ in Kombination mit einer Feltrandtrocknung der gebündelten Bäume und einem späteren Hacken. (Wangert 2012⁷). Allerdings ist diese Technik aktuell in Deutschland noch kaum verfügbar und nur einsetzbar, wenn ausreichend Erntefläche vorhanden ist. Die Vollerntetechnik mit Gehölzmähhackern ist bewährt, in Deutschland weiter verbreitet, integriert in einem Arbeitsgang den Hackprozess und ist daher energieeffizienter als das absätzige Verfahren. Diese Ernte- und Aufbereitungsketten müssen nach dem Praxistest noch intensiver untersucht und analysiert werden.
- Die Erträge von Robinie und Schwarzerle im ersten Umtrieb am Standort Scheyern zeigten, dass diese Baumarten durchaus mit den Erträgen von Leistungsklonen mithalten können (Kapitel 4.2.2), allerdings insbesondere die Robinie sehr heterogene Wuchsbilder zeigte.

Neben vielen positiven wie negativen Erfahrungen konnten auch Potenziale für die Weiterentwicklung verschiedener Anbausysteme identifiziert werden:

- Beim Anbau der verschiedenen Wildpflanzenmischungen, die mit jeweils rund 20 Arten eine hohe Vielfalt enthielten, wurde anhand der Bonituren und vegetationskundlichen Untersuchungen deutlich, dass nur wenige Arten zu den zentralen Ertragsbildnern zählen. Zugleich wurde von Seiten der Naturschutzbehörden verschiedentlich gefordert, bei Wildpflanzensaatgut ausschließlich regionale Herkunft zu nutzen. Die Anbieter von Saatgut ihrerseits weisen darauf hin, dass regionales Saatgut für sehr viele der eingesetzten Arten frühestens in einigen Jahren in größeren Mengen verfügbar sein wird. Somit können durch die

⁷ Wangert untersuchte diese Verfahrensketten in Ihrer Bachelorarbeit: „Erstellung einer CO₂-Bilanz konventioneller und potentiell für den Naturschutz aufgewerteter Agrarholzkulturen“, Universität Bonn.

Reduktion der Mischungen auf weniger ertragreiche Arten aus regionaler Sammlung sowohl die Kosten reduziert, als auch die Erträge und die behördliche Akzeptanz erhöht werden.

- Die risikobehaftete Etablierung der Birke über die Pflanzung kann womöglich durch eine Saat vermieden werden. Inwiefern eine Etablierung dieser Baumart über traditionelle Verfahren wie die Schneesaat auch auf Ackerflächen mit entsprechendem Unkrautdruck erfolgreich ist – Lorenz (2004) konnten dies bereits auf Rohböden demonstrieren – sollte untersucht werden.
- Ein derzeit in verschiedenen Untersuchungen verfolgter Ansatz für die herbizidfreie Begründung von Agrarholzflächen, der auch für Kompensationsmaßnahmen von Interesse sein kann, ist die Pflanzung in biologisch abbaubare Mulchfolie (vgl. Winterling et al. 2012, Spangenberg/Hein 2011). Um zugleich Kosten einzusparen und eine ökologisch sinnvolle Selbstbegründung zu ermöglichen, ist es vorstellbar, diese Mulchfolien bei insgesamt relativ großen Reihenabständen von 2 bis 3 m lediglich in schmalen Streifen entlang der Pflanzreihe zu nutzen und damit neben der Unkrautunterdrückung auch ein stärkeres Wachstum durch eine verbesserte Bodenerwärmung und eine höhere Bodenfeuchte zu erzielen.

Insgesamt kann aus der Entwicklung an den Modellstandorten gefolgert werden, dass ein kooperativer Ansatz, der die Erfahrungen von Maßnahmenträgern hinsichtlich der besonderen Anforderungen, die an Kompensationsmaßnahmen mit einer integrierten landwirtschaftlichen Nutzung gestellt werden, mit dem Praxiswissen der lokalen Landwirte um die Etablierung und Führung der Kulturen verbindet, die Basis für eine erfolgreiche Umsetzung des ELKE-Ansatzes ist. Beide Akteure sind aufeinander angewiesen, da klassische Maßnahmenträger wie Naturschutzverbände und Stiftungen in der Regel nicht über eine eigene Mechanisierung verfügen und bei der Inanspruchnahme von Lohnleistungen in der Regel „hintenan stehen“ und landwirtschaftliche Betriebe im Normalfall nicht über besondere rechtliche Kompetenzen im Bereich Kompensationsmaßnahmen verfügen.

4.2.2 Landbau Scheyern (TUM: Julia Huber, Magdalena Ochsenbauer, Harald Schmid, Kurt-Jürgen Hülsbergen)

4.2.2.1 Zielsetzung & Hypothesen

Neben den agrarökologischen Effekten sind für die landwirtschaftliche Praxis die Ertragswirkungen und die damit in enger Beziehung stehenden ökonomischen Wirkungen der Agroforstsysteme entscheidend. Agroforstsysteme sind erst dann interessant, wenn sie im Vergleich zu einer landwirtschaftlichen Produktion höhere Flächenerträge und positive ökonomische Effekte bieten. Dahinter steht die Frage, ob insgesamt eher synergistische oder konkurrierende Ertragseffekte zwischen der Forst- und Agrarkomponente existieren.

Erträge der Baumkulturen

Die Ertragsbildung und Energiebindung der Bäume (Holzbiomasse und Brennwert) beeinflussen die Energieeffizienz, die C-Bindung und damit auch die CO₂-Vermeidungsleistung und die CO₂-

Vermeidungskosten (Jorissen 2013). Neben den für die Energieholzgewinnung üblichen Baumarten Pappel (3 Sorten: Androscoggin, Max 3, Muhle Larsen), Weide und Robinie wurden die Schwarzerle und eine einheimische Gehölzmischung untersucht. Hierbei geht es um den Vergleich der Ertragsbildung verschiedener Baumarten unter differenzierten Bedingungen (ökologischer und integrierter Landbau, unterschiedliche standortbedingte Ertragspotenziale). Eine zentrale Frage von ELKE ist, ob es ertragreiche und zudem naturschutzfachlich relevante Alternativen zu den Pappelklonen gibt. Es soll u.a. untersucht werden, wie stark die Ertragsminderungen einheimischer Gehölzmischungen gegenüber ertragreichen Pappelklonen ist und inwiefern sie über einen besonderen Naturschutzwert gegenüber diesen verfügen.

Ergänzend zur Biomasseermittlung zum Umtrieb wurden jährliche Ertragsschätzungen an ausgesuchten Baumarten durchgeführt. Dadurch können Standorteignung und Zuwachsverhalten der unterschiedlichen Baumarten besser analysiert werden.

Erträge der Ackerkulturen

Einen wesentlichen Untersuchungsschwerpunkt bilden die Ertragseffekte auf den Ackerflächen. Der Ertrag wurde auf Transekten in genau definierten Abständen zu den Baumstreifen durch Beerntung von Probeflächen gemessen. Weiterführend sollte herausgearbeitet werden, ob Unterschiede zwischen den Baumarten bezüglich ihres Einflusses auf das Wachstum der Ackerkultur existieren.

Zudem wurden 2012 für eine flächendeckende Analyse der Wachstumsvariabilität Reflexionsmessungen durchgeführt. Damit kam ein neuer Algorithmus zur Ertragsbestimmung erstmalig in Agroforstsystemen zur Anwendung. Auf den am Versuchsstandort Scheyern untersuchten Agroforstflächen liegen sehr heterogene Bodenbedingungen vor, weshalb eine flächendeckende Analyse der Wachstumsvariabilität anhand georeferenziert erhobener Spektralmessungen und anschließender geostatistischer Interpolation sinnvoll ist. Anhand der räumlich hochaufgelösten interpolierten Karten können genauere Aussagen getroffen werden, bis zu welcher Distanz Einflüsse der Baumstreifen erkennbar sind. Darüber hinaus können die Spektralmessungen zerstörungsfrei am selben Ort und damit zu mehreren Zeitpunkten (z.B. unterschiedlichen Entwicklungsstadien des Getreides) durchgeführt werden. Somit kann analysiert werden, ab bzw. bis zu welchem Entwicklungsstadium des Winterweizens ein Einfluss der Gehölzstreifen auf das Wachstum zu erkennen ist.

4.2.2.2 Stand des Wissens

Erträge der Baumkulturen

Schnellwachsende Baumarten werden auf landwirtschaftlichen Flächen 20 bis 30 Jahre als Dauerkultur genutzt und regelmäßig in 3 bis 10 Jahren (max. 20 Jahre entspr. Verordnung (EG) Nr. 1973/2004 vom 29.10.2004) geerntet. Es werden Baumarten genutzt, die in vergleichsweise kurzen Erntezyklen hohe Holzerträge liefern. Baumarten und deren Sorten sollten ein rasches Jugendwachstum, hohes Stockausschlagvermögen, sicheres Anwuchsverhalten, Konkurrenzverträglichkeit im Dichtstand (Pappeln), Früh- und Spätfrostresistenz sowie Resistenz gegenüber biotischen Schäden aufweisen. In unserem Klimabereich sind Pappel- und Weidenarten am besten

geeignet (Boelcke 2006). Zu den schnellwachsenden Baumarten gehören auch Robinie, Erle und Birke, welche nach Burger (2004) durch ihre spezifischen Standortansprüche geringere Wuchseleistungen haben, allerdings auf für Pappel und Weide ungeeigneten Standorten (z.B. Trockenheit, Staunässe) höchste Erträge bringen können. Während in Mitteleuropa und in Deutschland zunächst nur die Schwarzpappel gepflanzt wurde, sind inzwischen weitere Pappelarten und Pappelhybriden im Anbau. Die Pappelklone zeichnen sich durch geringe Ansprüche an Wärme und Bodendurchlüftung sowie Raschwüchsigkeit aus. Der Weidenanbau zur Biomasseproduktion für energetische Zwecke ist noch relativ neu. In den 1970/1980er Jahren begannen in Europa die Zuchtarbeiten mit gegenwärtigen Schwerpunkten in Schweden und Großbritannien (Boelcke 2006).

Am Standort Gülzow erreichten verschiedene Pappelklone Erträge von $13\text{--}18 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, verschiedene Weidenklone $6\text{--}11 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Boelcke 2006). Hofmann-Schielle et al. (1999) konnten für Pappeln einen Zuwachs von $10\text{--}20 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, für Weiden $6\text{--}14 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ messen. In der Publikation des Kuratoriums für Technik und Bauwesen (KTBL 2008) werden die mittleren Trockenmasseerträge an guten Standorten mit guter Wasserversorgung bei Pappeln mit $8\text{--}12 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angegeben. Bei Weiden werden auf guten Standorten $5\text{--}9 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ veranschlagt. Bei schlechten Standortbedingungen können die Erträge aber auch nur bei $4\text{--}8 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Pappel) und $2\text{--}5 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Weide) liegen (KTBL 2008). Nach Reeg et al. (2009) können Pappeln in Kurzumtriebsplantagen (KUP) in der ersten Umtriebszeit durchschnittliche Gesamtzuwächse (dGZ) von $10\text{--}15 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, sogar Maximalwerte von $24 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ erreichen und auch die Weide wird mit Erträgen von $10\text{--}15 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ angegeben (Reeg et al. 2009). Der dGZ der Erle wird ebenfalls auf $10\text{--}15 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ geschätzt.

Reeg et. al (2009) schätzen die dGZ-Werte von Robinie in KUP auf $2\text{--}6 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Dagegen erreichte die Robinie in einem 4 Jahre alten Waldbestand einen dGZ von $8 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ (Boring/Swank 1984) und Quinkenstein et al. (2012) konnten auf Rekultivierungsflächen (Lausitz) für Robinie in Abhängigkeit von Bestandesalter und Umtriebszeit eine Biomasseproduktion von $3\text{--}10 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ messen.

Auch die Umtriebszeit und damit die Wachstumszeit beeinflusst die Ertragsbildung. In Gülzow konnte in 12 Jahren mit einem 6-jährigen Umtrieb ein Mehrertrag von 36% gegenüber der Bewirtschaftung mit 3-jähriger Wachstumszeit zwischen den Ernten festgestellt werden. Dagegen ging bei Weiden bei 6-jähriger Umtriebszeit die Ertragsleistung im Vergleich zur 3-jährigen um 12% zurück (Boelcke 2006).

Erträge der Ackerkulturen

Die Interaktionen zwischen Gehölzen und Ackerflächen bezüglich des Ertrags der Feldfrucht wird bei Hecken und Windschutzstreifen schon seit mehreren Jahren auch gerade in den gemäßigten Breiten erforscht. Es wird angenommen, dass auf der Leeseite in der Nähe der Hecken die Windgeschwindigkeit und damit auch die Verdunstung gesenkt werden. Die Bodenfeuchte und die Taubildung steigen dadurch an (aus Nägeli 1943, zitiert in Weber 2003). Damit kann sich das veränderte Klima der bodennahen Luftschicht im Lee, aber auch im Luv einer Hecke positiv auf den Ertrag der Gesamtfläche auswirken. Mindererträge durch den Flächenverlust der Heckenpflanzung und in der heckennahen „Verlustzone“ können dabei ausgeglichen werden. In niederschlagsreichen

Jahren ist der Wettbewerb um Wasser allerdings reduziert und der Einfluss der Hecken vermindert (Weber 2003).

Pretzsch et al. (1991) untersuchten in Feldversuchen die Ertragsentwicklung von verschiedenen Kulturen im Schutzbereich von 27- bis 34-jährigen Windschutzpflanzungen auf einem Sandstandort. Direkt neben den Hecken kam es zu Mindererträgen bis zu einer Entfernung der Heckenhöhe und mit größerem Abstand zu Mehrererträgen. Dabei reagierten verschiedene Fruchtarten unterschiedlich stark auf die Windschutzwirkung. In Kanada untersuchten Kowalchuk/de Jong (1995) den Einfluss von etwa 6 m hohen Windschutzhecken (Pappeln) auf den Ertrag von Sommerweizen. In allen drei Versuchsjahren zeigte sich eine Ertragsdepression bis zu 10 m neben den Hecken. Ab 10 m bis ungefähr 20 m war der Ertrag überdurchschnittlich. Möndel (2007) ermittelte in einem Versuch in der oberrheinischen Tiefebene insgesamt ein Mehrertrag von bis zu 20% (Winterroggen) in Richtung einer 35-jährigen Windschutzanlage. Im Forschungsprojekt AgroForstEnergie haben Vetter/Bärwolff (2010) auf drei Standorten in Deutschland Agroforstsysteme angelegt. In Dornburg wurde der niedrigste Ertrag von Weizen mit 28,8 dt ha⁻¹ im Bereich von 0 bis 3 Meter am Gehölzsaum, der höchste mit 42,1 dt ha⁻¹ in 8 m Entfernung vom Saum ermittelt. Die Ergebnisse aus Wendhausen zeigen ebenfalls, dass Erträge in der Feldstreifenmitte am höchsten waren und zu den Baumstreifen hin abnahmen. Ferner sind für Winterweizen und Winterraps übereinstimmend auf der Leeseite der Baumstreifen die geringsten Erträge beobachtet worden. Zur Mitte der Ackerstreifen nahmen die Erträge zu und erreichten dort in der Regel ihr Maximum. Auf der Luvseite wurden hohe Erträge auch dicht an den Baumstreifen festgestellt, jedoch nahmen in der Tendenz die Erträge luvseitig der Baumstreifen wieder ab.

Burgess et al. (2004) haben den Einfluss von Pappeln auf den Getreideertrag in drei verschiedenen Regionen in England (630 mm bis 800 mm Niederschlag) untersucht und dabei nur einen negativen Effekt feststellen können. Während der ersten drei Jahre haben sie in den landwirtschaftlichen Kulturen im Vergleich zur Kontrollfläche ca. 4% geringere Erträge gemessen. Zwischen dem vierten und sechsten Jahr betrug die Ertragsreduktion 10% und im siebten Jahr bereits 14%. Als Hauptursache wurde die Beschattung durch die Bäume vermutet. Daneben könnten auch der Wettbewerb um Wasser und Nährstoffe, die Unkräuter und der Schneckenbefall eine Rolle gespielt haben.

Die zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse demonstrieren, dass in Agroforstsystemen die Interaktionen zwischen den Bäumen/Sträuchern und der landwirtschaftlichen Kultur sehr komplex sind, von den Standort- und Witterungsbedingungen beeinflusst werden sowie von der konkreten Anlage der Agroforstsysteme (Ausrichtung der Baumreihen, Abstände zwischen den Forststreifen, Baumarten und Ackerkulturen, etc.). Hier besteht noch großer Forschungsbedarf, um für konkrete Standort- und Managementbedingungen Aussagen zu Ertragseffekten und zum Ertragspotenzial treffen zu können. Auch die methodischen Schwierigkeiten bei der Ertragserfassung sind bisher noch nicht gelöst. Bisher erfolgte die Ertragsbestimmung meist streifenweise mit Mähreschern (Pretzsch et al. 1991, Möndel 2007, Vetter/Bärwolff 2010), wobei die Genauigkeit von der Schnittbreite abhängt und insbesondere auf heterogenen Standorten die Variabilität nicht ausreichend erfasst wird.

4.2.2.3 Methodik Scheyern

Erträge der Baumkulturen

Jährlich wurden von vier Baumarten (Pappel, Weide, Robinie, Erle) Bonituren folgender Zuwachsparmeter durchgeführt:

- Baumhöhe,
- Bruthöhendurchmesser (BHD): bei 130 cm gemessen,
- Stammbasisdurchmesser (SBD): bei Austritt aus dem Boden (bei Wiederaustrieb oberhalb des Austriebes).

Zudem erfolgten Probebeerntungen an ausgewählten Baumarten (Erle, Max 3, Robinie, Weide) zur Modellierung der Erträge und anschließender Schätzung des jährlichen Zuwachses. Zum Ende der ersten Umtriebszeit wurde die Gesamtbiomasse durch Wägen von jeweils 40 Bäumen je Parzelle aus der mittleren Doppelreihe (10 laufende Meter) bestimmt. Aus jeder Versuchsparzelle wurde eine repräsentative Holzprobe zur Analyse (TM, C, N) entnommen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Parameter der Pflanzenanalyse.

Parameter	Verfahren	Quelle
TS	Trockenschrankverfahren bei 105°C	VDLUFA Methodenhandbuch I, Kap. A 2.1.1
C _t , N _t	Verbrennungsverfahren nach Duams	Tabatabai/Bremner (1991)

Erträge der Ackerkulturen

Zum jeweiligen Erntetermin wurde die Biomasse der Agrarflächen (Weizen, Roggen, Kartoffeln und Mais) in Abhängigkeit von der Entfernung zum Gehölzstreifen gemessen. Der Ertrag wurde hierzu innerhalb von Parzellen, welche in Transekten quer zu den Baumreihen angeordnet sind (Abbildung 19), bestimmt.

Im geernteten Getreidematerial werden folgende Parameter bestimmt:

- Anzahl der Ähren je m²,
- Frisch- und Trockenmasseertrag von Korn und Stroh,
- Tausendkorngewicht (TKG).

Anschließend werden die Proben gemahlen und auf TS, N und C untersucht (Tabelle 5).

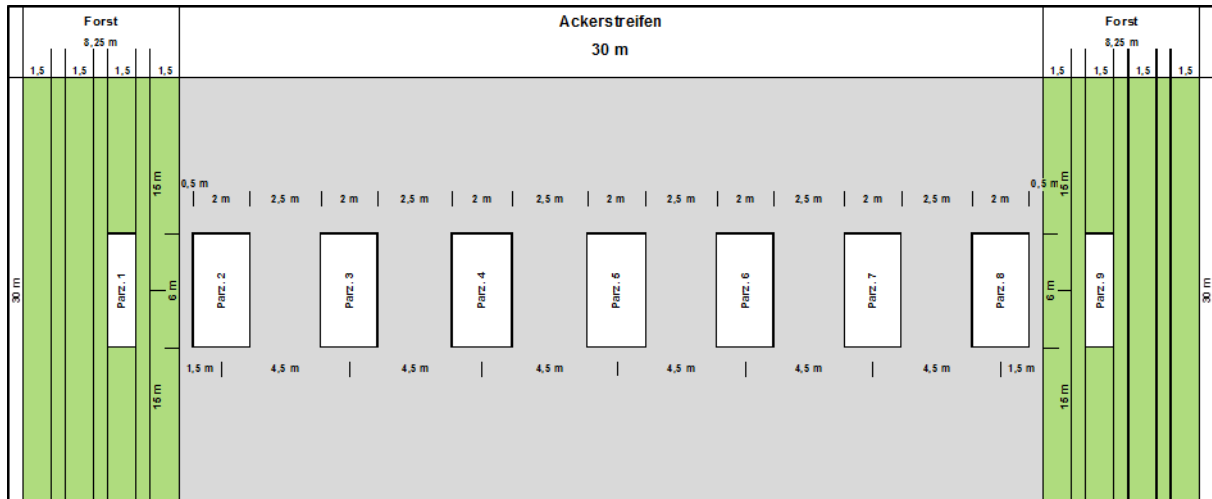


Abbildung 19: Beprobungsschema Agroforst Scheyern.

Zusätzlich wurden während der Vegetationsperiode im Jahr 2012 auf dem Schlag A20 zu mehreren Entwicklungsstadien des Winterweizens (EC32, 49, 65) georeferenzierte Reflexionsmessungen durchgeführt. Aus den mit einem Feldspektrometer (Tec5, 2012) ermittelten spezifischen Wellenlängen wurde der Vegetationsindex REIP⁸ („red edge inflection point“) für jeden Messpunkt berechnet und auf Basis von geostatistischen Analysen interpolierte Karten erstellt. Die Biomasse des Winterweizens kann dabei über die Reflexionskurven der Pflanzen und den daraus abgeleiteten Vegetationsindices REIP indirekt erfasst werden. Die Ertragsschätzung nach Maidl (2012) berücksichtigt zusätzlich zum REIP den durchschnittlichen Ertrag des Gesamtschlags. Die Messungen wurden nach der Schattenseite (a1, b1) und der Sonnenseite (a2, b2) getrennt betrachtet (Abbildung 20).

⁸ Vegetationsindex, der die Wellenlängenbanden, welche alle sehr nahe um den „red edge inflection point“ (Wellenlängenbereich am Hauptwendepunkt) im roten und nahinfraroten Bereich liegen, verrechnet.

$$\lambda = 700 + 40 * \frac{\frac{R_{670} + R_{780}}{2} - R_{700}}{R_{740} + R_{700}}$$

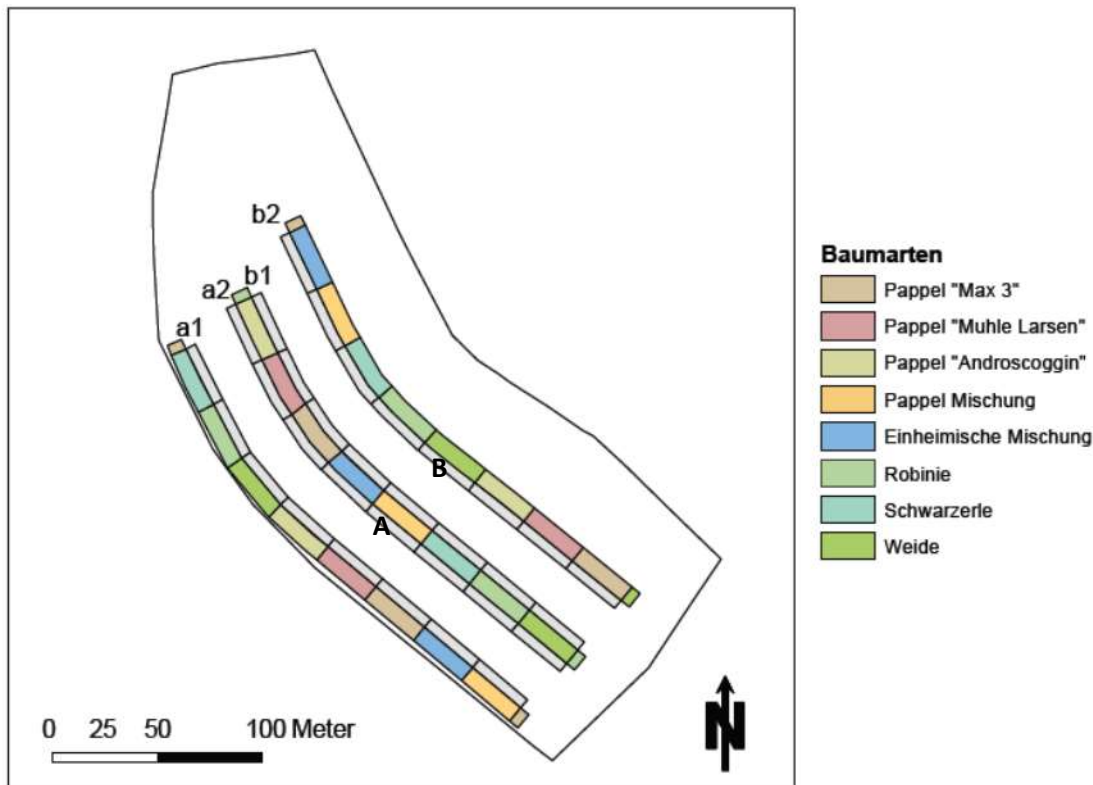


Abbildung 20: Baumarten und die daneben eingezeichneten Polygone mit Schattenseite (a1, b1) und Sonnenseite (a2, b2) der einzelnen Abschnitte für den Schlag A20 (Ochsenbauer 2012). Agrarstreifen A mit Schattenseite a1 und Sonnenseite a2, Agrarstreifen B mit Schattenseite b1 und Sonnenseite b2.

4.2.2.4 Ergebnisse & Diskussion

Erträge der Baumkulturen

Nach vier Jahren (1. Umtrieb) wiesen die Pappelklone Androscoggin, Max 3 und Muhle Larsen sowie die Baumart Robinie eine vergleichbare Biomassebildung von $32\text{--}43 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ auf (Abbildung 21). Hierbei traten Unterschiede zwischen ökologischer und konventioneller Wirtschaftsweise auf, die aber nicht eindeutig auf den Einfluss der Bewirtschaftungsweise, sondern vielmehr auf unterschiedliche Standortverhältnisse (Boden, Hanglage) zurückgeführt werden können. So bildete Max 3 eine Biomasse von 34 und $43 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ (int. bzw. öko.) bei einem dGZ von 9 und $11 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Dazu im Vergleich, bildete Muhle Larsen eine Biomasse von 33 und $37 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ (öko. bzw. int.) bzw. einen dGZ von 8 und $9 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und Androscoggin eine Biomasse von $42 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ (int.) bzw. einen dGZ von $11 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Diese Ergebnisse liegen in dem Bereich der in der Literatur angegebenen Zuwächse.

Die Robinie zeigte mit einer Biomasse von 32 und $38 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ bzw. einen dGZ von 8 und $10 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ eine mit Pappel vergleichbare Biomassebildung. Diese Ergebnisse liegen deutlich über den Ertragszuwächsen anderer Studien.

Die Erle bildete eine Biomasse von $30 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1}$ (öko. u. int.) bzw. einen dGZ von $8 \text{ t}_{\text{atro}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und lag damit über den Werten der Weide und der einheimischen Gehölzmischung, welche eine Biomasse von 16 bis 26 t ha^{-1} aufwiesen.

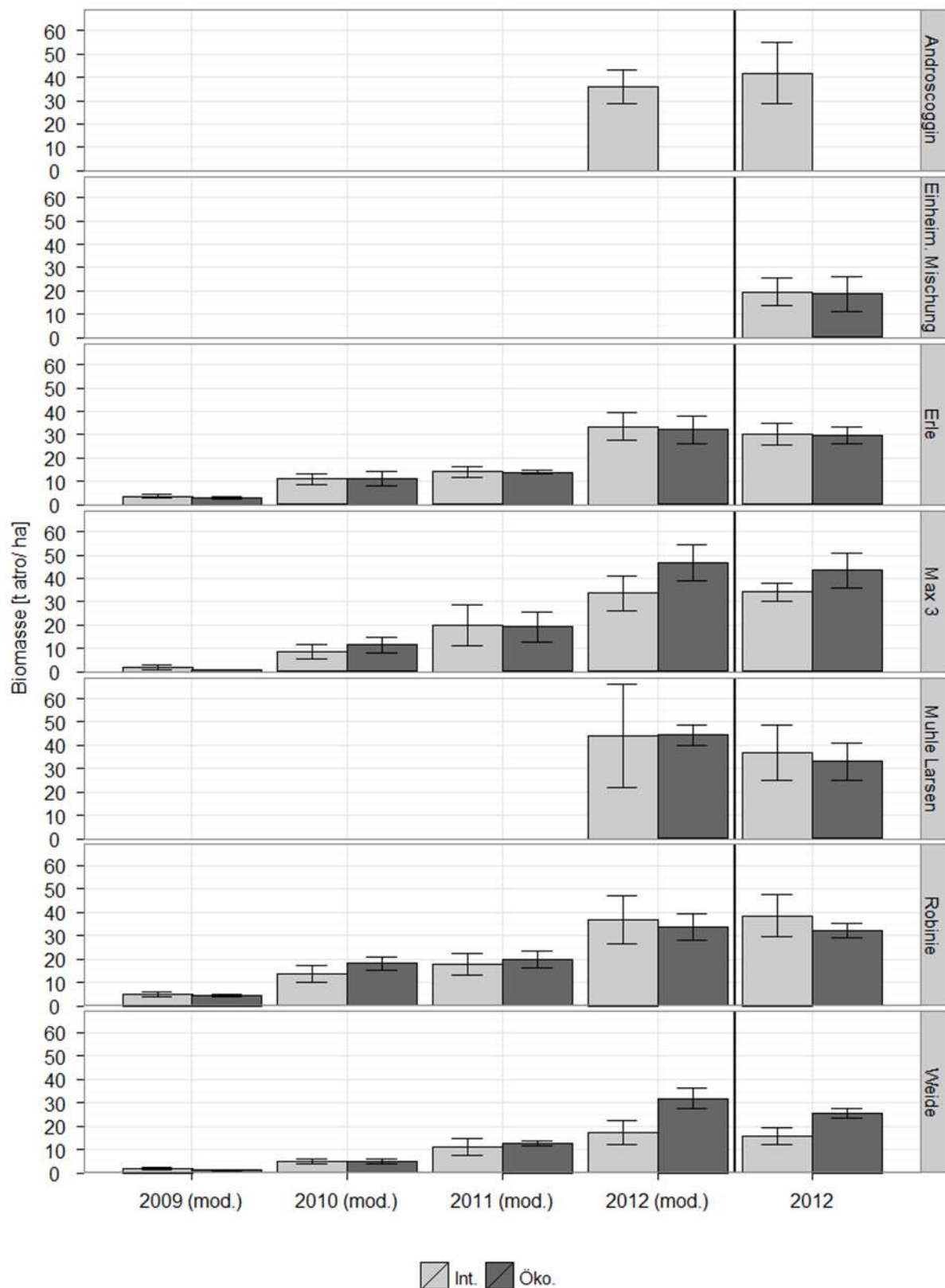


Abbildung 21: Modellierter Biomasseertrag (mod.) und gemessener Biomasseertrag (2012) der Baumarten bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen. Fehlerbalken repräsentieren die Standardabweichung.

Die Weide lag mit ihrem Vorrat von 16 und 26 t_{atro} ha⁻¹ (int. bzw. öko.) und dem dGZ von 4 und 7 t_{atro} ha⁻¹a⁻¹ deutlich unter den Angaben in der Literatur. Jedoch muss bedacht werden, dass sich die

Bäume in der ersten Umtriebszeit befanden und ein gesteigertes Wachstum durch Mehrtriebzigkeit ab dem zweiten Umtrieb zu erwarten ist. Die einheimische Gehölzmischung zeigte mit 19 und 20 $t_{atro} \text{ ha}^{-1}$ bzw. 5 $t_{atro} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ vergleichbare Werte.

Die modellierten Erträge von 2012 (Abbildung 21) weichen durchschnittlich nur um 9% (min. 2%, max. 34%) von den gemessenen Erträgen ab.

Die Verwendung von unterschiedlichem Pflanzgut führte zu einem anfänglichen Wachstumsvorsprung (2009 und 2010) von Erle und Robinie gegenüber Pappel und Weide. Während Erle und Robinie als 60 cm hohe Ruten gepflanzt wurden, wurden bei Pappel und Weide Stecklinge verwendet. Die Pappeln konnten diesen Vorsprung 2011 aufholen und bildeten in diesem Jahr die höchsten Biomassen (19 und 20 $t_{atro} \text{ ha}^{-1}$), die jedoch nur gering über dem der Robinie lag (18 und 20 $t_{atro} \text{ ha}^{-1}$). Die Wachstumsdepression der Robinie in 2011 kann mit dem durch Spätfrost verursachten späten (zweiten) Blattaustrieb erklärt werden. Die höchsten Biomassezuwächse wurden im Jahr 2012 erreicht. Die Biomasse von Erle stieg im Jahr 2012 um 112 % (öko.) und 116 % (int.). Pappel Max 3 verzeichnete eine Biomassezunahme von 83 % (int.) und 130 % (öko.). Der Zuwachs von Robinie belief sich auf 63 % (öko.) und 119 % (int.), der von Weide auf 41% (int.) und 102% (öko.).

Unter den hier geprüften Versuchsbedingungen (fast 20-jährige Vorbewirtschaftung öko/int) zeigte sich, dass im Gegensatz zu den Erträgen der Ackerkulturen auch im ökologischen Anbau ein dem integrierten Anbau vergleichbares Ertragspotenzial möglich ist.

Erträge der Ackerkulturen

Die Sensormessungen und Auswertungen bei der Fruchtart Winterweizen zu verschiedenen Entwicklungsstadien zeigen übereinstimmend mit den Angaben aus der Literatur, dass direkt neben den Gehölzstreifen eine Ertragsdepression der Ackerkultur auftritt. Die REIP-Werte und die damit in Beziehung stehende Biomasse waren direkt neben den Gehölzstreifen in der Regel zu allen drei Messungen niedriger als weiter entfernt von diesen (Abbildung 22). Die Wettbewerbszone war auf der Schattenseite eines Gehölzstreifens durchschnittlich bis zu einer Distanz von 5,3 m zu beobachten, dagegen auf der Sonnenseite durchschnittlich nur bis zu einer Distanz von 2,2 m. Der Windeinfluss spielte bezüglich der Ertragsbildung im Gegensatz zum Lichteinfall eine eher untergeordnete Rolle. Neben dem längeren und stärkeren Lichteinfall auf der Sonnenseite können auch Bodeneigenschaften oder das Relief einen Einfluss auf das Wachstum gehabt haben.

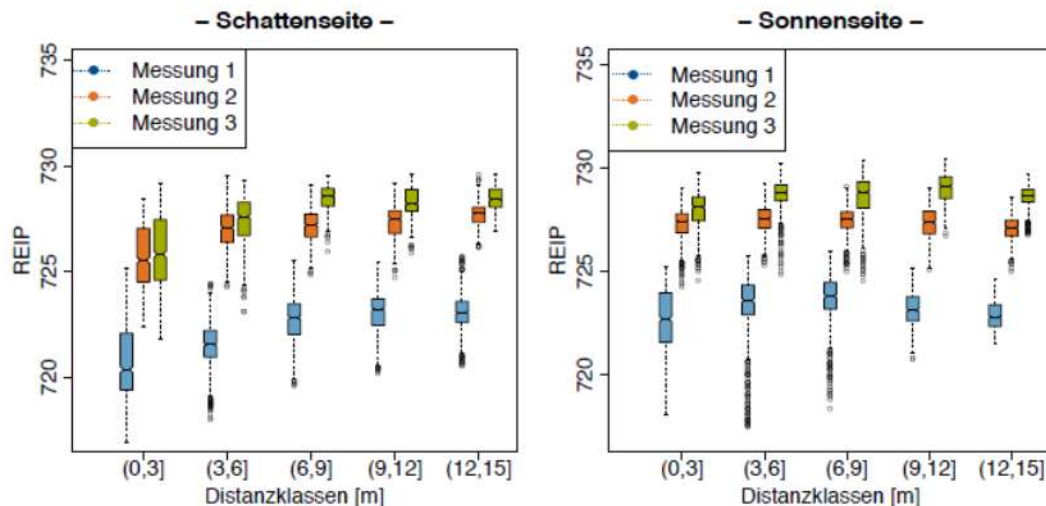


Abbildung 22: Boxplots aus Daten von allen drei Messterminen in 3 Meter breiten Distanzklassen von 0 bis 15 Meter für die Schatten- und Sonnenseite des Abschnitts A (Ochsenbauer 2012).

Die REIP-Mittelwerte der einzelnen Baumarten unterschieden sich zu allen drei Messzeitpunkten nicht deutlich voneinander (Abbildung 23). Weiterhin verringerten sich von der ersten Messung bis zur dritten Messung die Unterschiede zwischen den REIP-Mittelwerten der einzelnen Baumarten. Daraus lässt sich schließen, dass der Bestand mit fortschreitendem Entwicklungsstadium homogener geworden ist. Es bestehen jedoch große Streubreiten innerhalb der einzelnen Baumarten, was auf einen überlagernden Standorteffekt hinweist.

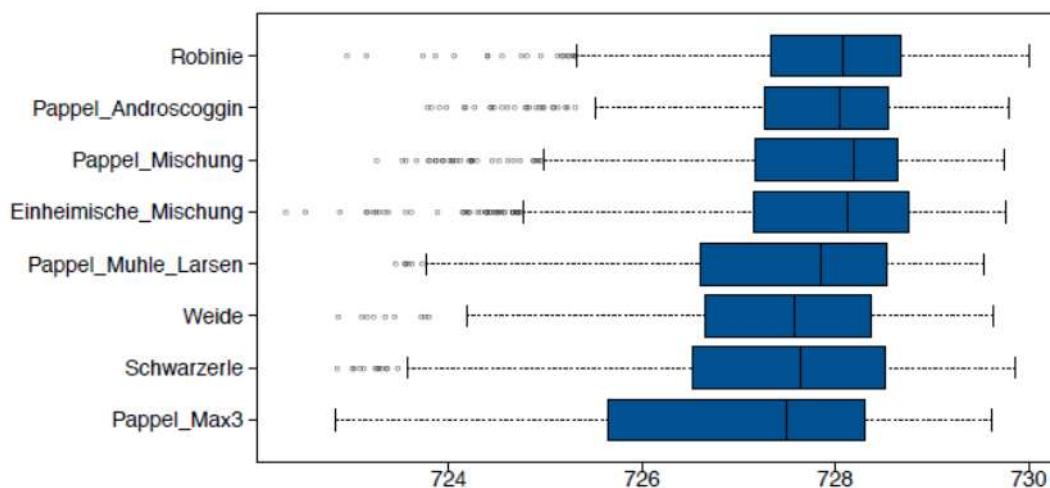


Abbildung 23: Boxplots der interpolierten REIP-Werte aus der dritten Messung zu den einzelnen Baumarten (Ochsenbauer 2012).

Der Ertragsverlauf der tatsächlich gemessenen Erträge (per Handernte auf Transekten) war den Erträgen, welche auf Basis von REIP-Werten geschätzt wurden, ähnlich (Abbildung 24). Die Variation innerhalb einer Transektreihe war bei den gemessenen Erträgen größer (Boxplot breiter). Die Erträge der einzelnen Testflächen waren zum Teil relativ niedrig (z.B. Testflächen 8, 16) und wurden durchschnittlich um 6,1-8,7 dt ha⁻¹ überschätzt. Auf anderen Testflächen wurden die tatsächlich gemessenen Erträge bis zu 6,6 dt ha⁻¹ unterschätzt (z.B. Testflächen 2, 3, 11, 13, 14, 15).

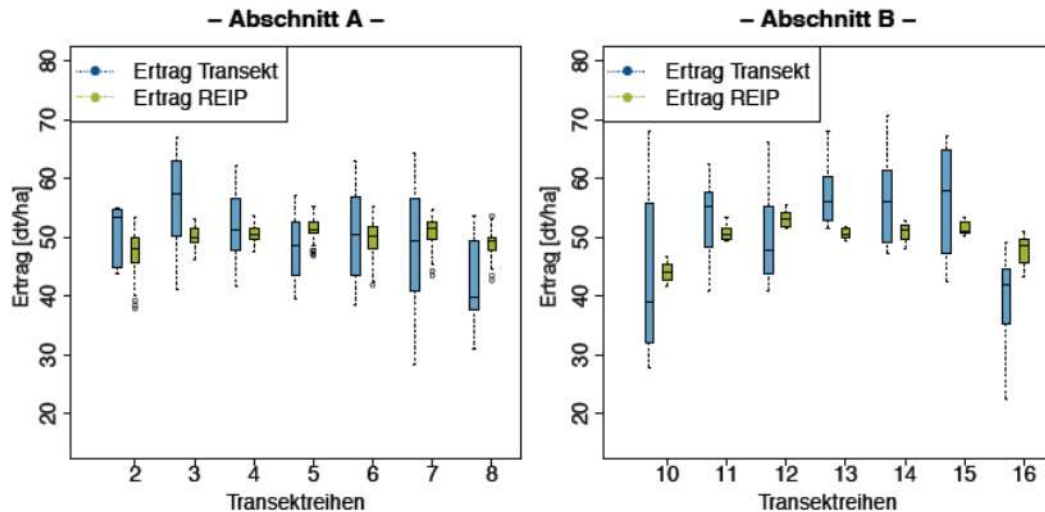


Abbildung 24: Gegenüberstellung der tatsächlichen Erträge aus der Handernernte (Ertrag Transekt) und geschätzte Erträge (Ertrag REIP), gemittelt für die Transektreihen längs der Gehölzstreifen (Ochsenbauer 2012).

Mit dem Einsatz der Sensortechnik konnte die Ertragsvariabilität auf den Untersuchungsflächen in Abhängigkeit von der Entfernung zu den Baumreihen räumlich hochauflösend untersucht werden. Es zeigte sich insgesamt eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Sensorwerten und Ertrags-Messwerten. Dieses erstmalig in Agroforstsystemen eingesetzte Verfahren besitzt ein hohes Potenzial zur Aufklärung der Ertragswirkungen und Interaktionen und sollte unbedingt in weiteren Untersuchungen, auch bei anderen Kulturarten und Standorten, eingesetzt werden.

4.2.3 Betriebswirtschaftliche Bewertung

Das Arbeitspaket Ökonomie, das sich aus der betriebswirtschaftlichen Bewertung und einer naturschutz-ökonomischen Bewertung (Kapitel 4.2.4) zusammensetzt, dient der Bewertung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der ELKE-Maßnahmen.

4.2.3.1 Zielsetzung & Hypothesen

Im Zuge der betriebswirtschaftlichen Bewertung erfolgte eine Einschätzung aus Sicht des Bewirtschafters der Fläche. Ziel der Arbeiten ist eine – angesichts des begrenzten Untersuchungszeitraumes von drei Jahren – näherungsweise und dabei möglichst realitätsnahe Einordnung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der erprobten extensiven Anbausysteme. Darauf aufbauend erfolgt jeweils bezogen auf den Modellstandort ein Vergleich mit regionaltypischen Bewirtschaftungsvarianten. Dabei wird unterstellt, dass die ELKE-Varianten gegenüber dem regional praxisüblichen Anbau auf den ackerbaulichen Gewinn bezogen schlechter abschneiden, so dass es darum geht, eben diesen entgangenen Gewinn bzw. die Opportunitätskosten des Anbaus zu quantifizieren.

Aus Sicht der landwirtschaftlichen Praxis resultiert aus dieser Betrachtung die Frage: Welchen Betrag muss ein Landwirt für die ELKE-Bewirtschaftung erhalten, damit ihm keine wirtschaftlichen Nachteile entstehen? Im Umkehrschluss geben die Ergebnisse aus der betriebswirtschaftlichen Betrachtung für

die Naturschutzbehörden oder Träger von Kompensationsmaßnahmen erste Anhaltspunkte dafür, welche Kosten mit der Nutzung einer vormals praxisüblich bewirtschafteten Ackerfläche für „produktive Kompensationsmaßnahmen“ nach dem Prinzip ELKE verbunden sind, sofern eine Bewirtschaftung dieser durch einen lokalen Landwirtschaftsbetrieb erfolgt.

4.2.3.2 Stand des Wissens

Um erste Anhaltspunkte für die Wirtschaftlichkeit extensiver Anbausysteme zu erhalten, wurden bereits in Phase I und II von ELKE eine Literaturanalyse sowie erste theoretische Beispielrechnungen durchgeführt (vgl. Wagener et al. 2008 und 2010b).

In der Zwischenzeit haben sich zahlreiche weitere Forschungsarbeiten mit der ökonomischen Einordnung verschiedener Biogaskulturen und -fruchtfolgen befasst. Dabei sei vor allem auf den EVA-Verbund verwiesen, der sich mit der Vorzüglichkeit „Standortangepasster Anbausysteme für Energiepflanzen“ befasst hat. Die ökonomischen Betrachtungen im EVA-Projekt bezogen sich jedoch auf praxisüblich bewirtschaftete Kulturen – Versuche zur Faktorminimierung und zum Mischfruchtanbau wurden keiner gesonderten ökonomischen Betrachtung unterzogen. Dennoch zeigt sich in den Untersuchungen, dass beispielsweise Leguminosen-Gras-Gemenge je nach Standort durchaus ökonomisch interessant sein können (vgl. FNR 2010).

Weitere substantielle Beiträge zu den in ELKE erprobten Biogaskulturen wurden unter anderem in Versuchen mit Wickroggen am Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) Straubing (vgl. Deiglmayr et al. 2011) und im Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ der Landesanstalt für Wein- und Gartenbau (LWG) Veitshöchheim erarbeitet (vgl. Degenbeck 2011).

Zur wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit von Agrarholz existiert eine Vielzahl an standortbezogenen Untersuchungen und Berechnungen, u.a. aus den Projekten ProLoc, AgroForstEnergie, BEST, Creff etc., auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen wird. Verschiedene Informationen aus diesen Quellen wurden – wie unter Methodik näher beschrieben – auch für die Berechnungen zu den ELKE-Flächen genutzt.

4.2.3.3 Methodik

Für die betriebswirtschaftliche Bewertung wurden die ELKE-Kulturen an den Modellstandorten sowie die regional praxisübliche Bewirtschaftung hinsichtlich ihrer Leistungen und Kosten analysiert und jeweils standortbezogen einander gegenübergestellt. Dazu ist es nötig, Kosten und Leistungen beider Verfahren zu kennen.

Während Realdaten für die ELKE-Kulturen durch die Datenerfassung an den Modellstandorten zur Verfügung standen, wurden Informationen zum regional praxisüblichen Anbau zunächst über Interviews mit lokal ansässigen Landwirten erfasst. Die Datensammlung umfasst die Zusammenstellung betriebstypischer Fruchtfolgen sowie Angaben zu Produktionsverfahren, eingesetzten Betriebsmitteln, Arbeitsgängen und Erträgen für sämtliche Kulturen der definierten Fruchtfolgen. Oftmals kannten die Praktiker nicht alle Details der eigenen Kostenstruktur in

ausreichender Tiefe, so dass eine Komplettierung der gesammelten Daten in den Bereichen Maschinenkosten, Marktpreise für landwirtschaftliche Produkte und Produktionsmittel sowohl für die ELKE- als auch für die Referenz-Kulturen erfolgte. Hierzu wurden folgende Quellen und Hilfen genutzt:

- Verrechnungssätze der regionalen Maschinenringe:
 - Maschinen- und Betriebshilfsring Freising (2012): Verrechnungssätze ab 2012,
 - Landesverband der Maschinenringe RLP/Saar (2012): Verrechnungssätze für Rheinland-Pfalz und Saarland,
 - Maschinenring Artland (2011): Verrechnungssätze,
 - Landesarbeitskreis überbetriebliche Maschinenverwendung (2010): Verrechnungssätze für überbetriebliche Maschinenarbeit in Hessen.
- Publikationen des Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL):
 - Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/2007,
 - Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/2013,
 - Energiepflanzen 2006,
 - Online-Daten zur Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau 2012/2013.
- Daten der Markt- und Preisberichterstattung:
 - Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (2012): Datenabfrage vom 05.12.2012,
 - Markt- und Preisbericht der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz,
 - lokale Praxisdaten von RWZ Birkenfeld und freiem Landhandel.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (2012): KUP-Ernteplaner. Version 1.0, Stand 01.05.2012.

Die Vielzahl der verwendeten Eingangsdaten für die Berechnungen kann an dieser Stelle nicht dargestellt werden und wird daher als Bestandteil der ELKE-Datenbank (Kapitel 3.2) hinterlegt.

Die Auswertung der Daten erfolgte standortweise mit Hilfe des bereits in Phase II von ELKE entwickelten Kalkulators. Dieses MS-Excel-basierte Werkzeug, das methodisch an die Modellrechnungen des KTBL (vgl. KTBL 2006) angelehnt wurde, ermöglicht über die Berechnung der Direkt- und Arbeitserledigungskostenfreien Leistungen (DAKfL) der Verfahren im Ergebnis eine ökonomische Bewertung der Produktionsverfahren „unabhängig von den Eigentumsverhältnissen der Arbeitsmittel (Eigen- oder Fremdmechanisierung) und der Arbeitsverfassung (ständig Beschäftigte oder Saison-Arbeitskräfte)“ ohne dabei betriebliche Besonderheiten wie z.B. Fixkosten für Gebäude einzubeziehen (KTBL 2012, 32f.).

Um die Berechnungen durchzuführen wurden umfassende Basisdaten in Kataloge zu Arbeitsverfahren, Direktkosten und Erlösen eingegeben. Bei der Zuordnung der Kosten der

Arbeitserledigung wurden neben den vollen Sätzen der Maschinenringe und des KTBL für alle Arbeitsverfahren auch jeweils um 30% reduzierte Kostensätze erfasst. Diese reduzierten Sätze, die grundsätzlich für die betrachteten regional praxisüblichen Varianten verwendet wurden, tragen dem Umstand Rechnung, dass die Praxisbetriebe im Gegensatz zu Akteuren aus dem Naturschutz wie Landschaftspflegeverbänden und Stiftungen über eine Eigenmechanisierung verfügen und damit gegenüber dem Einsatz von Lohnleistungen Kostenvorteile bei der Mehrwertsteuer und bei den Kraftstoffkosten (durch die Agrardieselvebilligung) genießen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Nutzungszeiträume eigener Maschinen bei Landwirten oft länger sind als in einem Verleihbetrieb und daher längere Abschreibungsperioden geringeren Abschreibungsbeträgen entsprechen.

Anschließend wurden aus diesen Katalogdaten für alle Kulturen individuelle Produktionsverfahren zusammengesetzt, die Leistungen und Direktkosten zusammengestellt und diese Daten dann letztlich zur DAKfL in Euro je Hektar verrechnet.

Da die untersuchten Kulturen über ihre gesamte Anbaudauer hinweg mitunter von Jahr zu Jahr variierende DAKfL-Werte aufweisen – beispielsweise zwischen dem Ansaatjahr und einem Hauptnutzungsjahr bei Klee gras oder einem Pflanzjahr, mehreren „Standjahren“, mehrere Erntejahren und einem Rekultivierungsjahr bei Agrarholzbeständen – erfolgte die Auswertung der Szenarien im Kalkulator anhand der Annuitätenmethode der dynamischen Investitionsrechnung. Diese Methode, nach der im Ergebnis die Darstellung einer „Folge gleich hoher Zahlungen, die in jeder Periode des Betrachtungszeitraums anfallen“ (Götze 2008), erfolgt, ermöglicht überhaupt erst die Vergleichbarkeit der mehrjährigen Kulturen wie z.B. dem Agrarholz mit einjährigen Ackerkulturen.

Analog zum „DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage“ (Wagner et al. 2012) wurde für alle Berechnungen ein Kalkulationszinssatz von 3,5% gemäß der Agrarvergleichsrechnung des Bundeslandwirtschaftsministeriums verwendet. Der Ansatz von Pachtkosten wurde in den Berechnungen vernachlässigt, da hierzu keine Daten erhoben wurden und diese für den Vergleich verschiedener Anbausysteme auf derselben Fläche vernachlässigt werden können.

Aus den für jede Kultur einzeln berechneten Werten wurden über einen jeweils geeigneten Betrachtungszeitraum – bei einjährigen Kulturen eben 1 Jahr, bei den Agrarholzflächen i.d.R. 24 Jahre – die spezifischen Annuitäten berechnet. Aus diesen Werten erfolgte dann eine Zusammensetzung der ELKE-Maßnahmen und Referenzfruchtfolgen auf Basis der jeweiligen Flächenanteile der Einzelkulturen in Anlehnung an die ELKE-Modellflächen bzw. die regional praxisüblichen Fruchtfolgen. Anhand des Kalkulators ist somit sowohl eine vergleichende Bewertung der Einzelkulturen als auch der gesamten Szenarien anhand der Annuitäten je ha möglich. Eine nähere Erläuterung der jeweils für die Standorte verwendeten Szenarien ist in den nachfolgenden Kapiteln zu den methodischen Details dargestellt.

4.2.3.4 Methodische Details Allendorf

Für den Standort Allendorf wurden ein ELKE-Szenario, zwei regionaltypische Fruchtfolgen und der reine Agrarholzanbau der Viessmann Werke auf Basis von Pappel-Leistungssorten betrachtet und einander gegenübergestellt (Tabelle 6). Als regional praxisübliche Varianten wurden hier eine Fruchtfolge eines typischen Nebenerwerbsbetriebs mit Ausrichtung auf den Marktfruchtanbau sowie die eines Haupterwerbsbetriebs mit Milchvieh abgebildet.

Tabelle 6: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Allendorf.

Szenarien
Marktfrucht reg. praxisüblich
Milchvieh reg. praxisüblich
Agrarholz
ELKE

In Tabelle 7 ist die Zusammensetzung der Szenarien aus den einzelnen Kulturen aufgeführt. Der regional praxisübliche Anbau von Marktfrüchten setzt sich aus Winterraps, Winterweizen, Sommergerste und Wintergerste zusammen, im Szenario „Milchvieh“ wurde eine Fruchtfolge aus Silomais, Winterweizen, Wintergerste und Winterroggen berechnet. Um den vollflächigen Anbau von Pappeln abzubilden, wurden im Szenario „Agrarholz“ 100% Hochleistungsklone der Pappel angesetzt. Der Anbau im ELKE-Szenario, enthält abweichend vom realen Anbau auf den Modellflächen am Standort Haine (großflächiger Anbau von 90% Hochleistungsklonen der Pappel mit 10% Wildpflanzengemengen in den Vorgewenden) zusätzlich einen Flächenanteil von 10% Schwarzerle (und damit nur noch 80% Pappel).

Tabelle 7: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Allendorf.

Kultur	Bezeichnung	Kürzel	Flächenanteil im Szenario			
			reg. prax. Marktfrucht	reg. prax. Milchvieh	Agrarholz	ELKE
1	Winterraps konv.	WRa_konv.	25%			
2	Winterweizen konv.	WW_konv.	25%	25%		
3	Sommergerste konv.	SG_konv.	25%			
4	Wintergerste konv.	WG_konv.	25%	25%		
5	Silomais konv.	SM_konv.		25%		
6	Winterroggen konv.	WRo_konv.		25%		
7	Agrarholz Pappel 4jährig ELKE	Pap4j._ELKE			100%	80%
8	Agrarholz Erle 6jährig ELKE	Erl6j._ELKE				10%
9	Wildpflanzengemenge-GPS 2jährig ELKE	Wild2j._ELKE				10%

In den Szenarien „Agrarholz“ und „ELKE“ wurden möglichst viele real erfasste Werte bezüglich Anbauverfahren, Kosten und Erträgen berücksichtigt. Hinsichtlich der Erntetechnik und -kosten der Agrarholzbestände ist Allendorf der einzige Standort, der über Praxiserfahrungen verfügt. Durch den großflächigen Einsatz des Ganzbaumernters „Stemster“ (Abbildung 25) konnten hier erste reale Kostenschätzungen gewonnen werden, die auch für die Berechnungen genutzt wurden.



Abbildung 25: Ganzbaumernte mit dem „Stemster“ am Standort Allendorf (Wangert 2012).

Eine Besonderheit in den Berechnungen für den Standort Allendorf liegt in der Verwendung realer Erlöse für Hackschnitzel. Hierfür wurden Praxisangaben der Viessmann Werke genutzt, nach denen die erzeugten Hackschnitzel der Viessmann Biomasse KG höher vergütet werden als die nach CARMEN (2013) angesetzten bundesweiten Durchschnittspreise für KUP-Hackschnitzel, die für die anderen Standorte genutzt wurden. Der Umstand, dass bei Viessmann höhere Erlöse erzielt wurden mag innerbetriebliche Gründe haben, zeigt aber auch, dass Agrarholzanbau unter den gegenwärtigen Marktbedingungen vor allem vor dem Hintergrund einer Eigennutzung sinnvoll ist.

Die Zusammenstellung der regional praxisüblichen Szenarien erfolgte maßgeblich anhand der Angaben der Praktiker vor Ort (Eckel/Dersch 2012, Hofmann 2012). Die vorliegenden Daten aus der Erfassung der Modellflächen und den Interviews wurden durch KTBL-Daten, Verrechnungssätze der Maschinenringe sowie Angaben des Landhandels zu Direktkosten ergänzt.

4.2.3.5 Methodische Details Freising & Scheyern

Für den Doppelstandort Freising/Scheyern erfolgte eine betriebswirtschaftliche Betrachtung anhand der intensiv untersuchten Flächen auf dem Versuchsgut Scheyern. Die verschiedenen Praxisflächen, die vom Landschaftspflegeverband Freising aufgebaut wurden, verfügen über eine sehr heterogene Kostenstruktur und sind aufgrund der Vornutzung (Brachflächen, Bauschuttdeponie) zum Teil nur sehr eingeschränkt mit einer regional praxisüblichen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung vergleichbar. Sie werden daher bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtung außen vor gelassen, spielen aber für die naturschutz-ökonomische Einordnung eine übergeordnete Rolle (Kapitel 4.2.4).

Tabelle 8: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Scheyern.

Szenarien
betriebsüblich integriert
betriebsüblich ökologisch
Agroforstsystem mit betr. integr. FF
Agroforstsystem mit betr. ökol. FF

Zum Anbau auf den Modellflächen am Standort Scheyern wurden die betriebsübliche konventionelle und ökologische Fruchtfolge jeweils mit und ohne Agrarholzstreifen einander gegenübergestellt (Tabelle 8). Dieser Vergleich erlaubt eine differenzierte Betrachtung der ökonomischen Effekte der Agroforstnutzung für die konventionelle und die ökologische Wirtschaftsweise. Hier erfolgte also abweichend zu den anderen Standorten kein Abgleich mit der regional betriebsüblichen Praxis, da durch die Besonderheiten beim Anbau in Scheyern als Versuchsbetrieb keine direkte Vergleichbarkeit mit der regionalen Praxis gegeben ist.

Die flächenmäßige Zusammensetzung der Szenarien aus den Einzelkulturen ist in Tabelle 9 dargestellt. Demnach setzt sich die betriebsüblich integrierte Fruchtfolge aus den vier Fruchtfolgefeldern Silomais-Weizen-Kartoffel-Weizen zusammen, die ökologische Fruchtfolge erstreckt sich über sieben Jahre, wobei Luzerne-Klee gras zweimal in der Rotation auftaucht. Bei den Agroforstvarianten wurden in den Fruchtfolgen dieselben Verhältnismäßigkeiten angesetzt, wobei 15% der Fläche anteilig auf die verschiedenen Baumarten verteilt wurden.

Tabelle 9: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Scheyern.

Kultur	Bezeichnung	Kürzel	Flächenanteil im Szenario			
			betriebsübl. integr.	betriebsübl. öko	AFS + betriebsübl. integr.	AFS + betriebsübl. öko
1	Silomais integr.	SM_integr.	25%		22%	
2	Winterweizen nach SM integr.	WWnSM_integr.	25%		22%	
3	Winterweizen nach Ka integr.	WWnKa_integr.	25%		22%	
4	Kartoffel integr.	Ka_integr.	25%		22%	
5	Luzerne-Klee gras öko	LKG_öko		29%		25%
6	Winterweizen nach LKG öko	WWnLKG_öko		14%		12%
7	Winterweizen nach Ka öko	WWnKa_öko		14%		12%
8	Winterroggen öko	WRo_öko		14%		12%
9	Kartoffel öko	Ka_öko		14%		12%
10	Sonnenblume öko	SoBl_öko		14%		12%
11	Pappel 4jährig konv.	Pap4j_integr.			3%	
12	Weide 4jährig konv.	Wei4j_integr.			3%	
13	Schwarzerle 4jährig konv.	SEr4j_integr.			3%	
14	Robinie 4jährig konv.	Rob4j_integr.			3%	
15	Gehölzmischung 4jährig konv.	GehMisch4j_integr.			3%	
16	Pappel 4jährig öko	Pap4j_öko				3%
17	Weide 4jährig öko	Wei4j_öko				3%
18	Schwarzerle 4jährig öko	SEr4j_öko				3%
19	Robinie 4jährig öko	Rob4j_öko				3%
20	Gehölzmischung 4jährig öko	GehMisch4j_öko				3%

Die den Berechnungen zugrunde liegenden Daten wurden im Projekt durch Anbaudaten der TU München und des Helmholtz Zentrums sowie ein detailliertes Interview mit dem Betriebsleiter (Gerl

2012) zusammengestellt und durch weitere Daten des MBR Freising (2012) und des KTBL ergänzt. Für die Bewirtschaftsmaßnahmen in den Agroforst-Szenarien wurden aufgrund der höheren Anteile an Restfahrten aufgrund der Agrarholzstreifen um 20% höhere Arbeitserledigungskosten angesetzt, als in der vollflächigen ackerbaulichen Bewirtschaftung mit den beiden betriebsüblichen Fruchtfolgen.

4.2.3.6 Methodische Details Marpingen

Für den Standort Marpingen wurden zwei ELKE-Szenarien und zwei regionaltypische Fruchtfolgen betrachtet und einander gegenübergestellt (Tabelle 10). Auf der Praxisseite wurden zum einen ein Gemischtbetrieb mit Rinderhaltung und Marktfruchtanbau und zum anderen ein Biogasbetrieb dargestellt. Die Szenarien „ELKE real“ und „ELKE optimiert“ wurden aufgestellt, da sich im Laufe des Untersuchungszeitraumes zeigte, dass Erprobung einer Vielzahl „neuer“ Kulturen mit vielen Unsicherheiten und Optimierungsmöglichkeiten einhergeht (Kapitel 4.2.1).

Tabelle 10: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Marpingen.

Szenarien
Gemischtbetrieb reg. praxisüblich
Biogas reg. praxisüblich
ELKE real
ELKE optimiert

Im Szenario „ELKE real“ wurden möglichst viele real erfasste Werte bezüglich Anbauverfahren, Kosten und Erträgen berücksichtigt. Dieses Szenario gibt somit weitgehend die realen Ergebnisse – z.B. unter Berücksichtigung erheblicher Verluste oder erhöhter Maschinenkosten durch Verzögerungen bei der Ernte – am Modellstandort Marpingen im Zeitraum von 2010 bis 2012 wieder.

Tabelle 11: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Marpingen.

Kultur	Bezeichnung	Kürzel	Flächenanteil im Szenario			
			Gemischt- betrieb reg. praxisüblich	Biogas reg. praxisüblich	ELKE real	ELKE optimiert
1	Silomais Futter spät konv.	SMFUs_konv.	25%			
2	Wintertriticale konv.	WT_konv.	25%			
3	Hafer konv.	Ha_konv.	25%			
4	Winterroggen konv.	WRo_konv.	25%			
5	Silomais früh konv.	SMf_konv.		33%		
6	Winterroggen-GPS + Silomais früh konv.	WRo_SMf_konv.		33%		
7	Silomais Biogas spät konv.	SMBGs_konv.		33%		
8	Klee gras 3jährig ELKE real	KG3j_ELKE_real			24%	
9	Wintertriticale-Winterroggen-GPS + Grasuntersaat ELKE real	WTWRoGr_ELKE_real			16%	
10	Hafer-Erbse Korn ELKE real	HE_ELKE_real			16%	
11	Wickroggen-GPS ELKE real	WickRo_ELKE_real			16%	
12	Wildpflanzengemenge-GPS 2jährig ELKE real	Wild2j_ELKE_real			16%	
13	Pappel + <i>Salix caprea</i> streifig 6jähriger Umtrieb ELKE real	PapScaprStr6j_ELKE_real			7%	
14	Klee gras 3jährig ELKE optimiert	KG3j_ELKE_optimiert				20%
15	Wintertriticale-Winterroggen-GPS + Grasuntersaat ELKE optimiert	WTWRoGr_ELKE_optimiert				13%
16	Hafer-Erbse Korn ELKE optimiert	HE_ELKE_optimiert				13%
17	Wickroggen-GPS ELKE optimiert	WickRo_ELKE_optimiert				13%
18	Wildpflanzengemenge-GPS 4jährig ELKE optimiert	Wild4j_ELKE_optimiert				27%
19	Pappel + <i>Salix caprea</i> streifig 6jähriger Umtrieb ELKE optimiert	PapScaprStr6j_ELKE_optimiert				7%
20	Gehölzmischung Feldgehölze/Waldsaumpflanzungen 25jähriger Umtrieb	GehMisch25j			7%	7%

Das Szenario „ELKE optimiert“ hingegen trägt dem Umstand Rechnung, dass während der Projektlaufzeit von ELKE III viel "Lehrgeld" gezahlt wurde. Da zahlreiche neue Anbausysteme erprobt und weiterentwickelt, Erntetermine optimiert und die Bewirtschaftung nahezu vollständig über Lohnleistungen vollzogen wurden, kam es an vielen Stellen zu Mindererträgen oder Mehrkosten. In „ELKE optimiert“ werden daher alle „lessons learnt“ berücksichtigt und es wird damit von teilweise bereits realisierten Erfolgen, teilweise konservativen Schätzungen für mögliche Kostenreduktionen oder Mehrerträge (bspw. bei Einsatz einer geringen Gärrestdüngung) ausgegangen. Dabei sei darauf hingewiesen, dass eine Realisierung dieser Optimierungspotenziale vor allem durch eine stärkere Bündelung der Kompetenzen und Arbeitsverteilung zwischen der lokalen Landwirtschaft und der ÖFM als Maßnahmenträger zu erwarten ist. Beide Szenarien zusammengekommen repräsentieren damit die Spanne möglicher Ergebnisse bei der möglichen weiteren Umsetzung der ELKE-Maßnahmen am Standort Marpingen.

Ein Überblick über die für die Berechnung genutzten Kulturen und deren Flächenanteile in den Szenarien sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Datengrundlage für die Berechnungen sind die Angaben der Praktiker (Koch 2012, Gebel 2012), die Datensammlung zu den ELKE-Modellflächen sowie weitere Kostendaten von KTBL (2006), AMI, dem Landesverband der Maschinenringe RLP/Saar (2012) sowie des Landhandels.

Ein großer Teil der Ackererträge der ELKE-Kulturen wurde zur Verwertung zu einer Biogasanlage in 12 (Straßen-)km Entfernung gebracht. Die relativ große Distanz kommt dadurch zustande, dass keine näher gelegene Anlage als Abnehmer gefunden werden konnte. Um die Vergleichbarkeit zwischen den ELKE-Szenarien und den regionalen Praxisfruchtfolgen zu gewährleisten, wurden alle Transportkosten für Biogassubstrate und Raufutter sowie Wirtschaftsdünger einheitlich mit 1,5 km Hof-Feld-Entfernung berechnet.

4.2.3.7 Methodische Details Spelle

Für den Standort Spelle wurden ein ELKE-Szenario und zwei regionaltypische Fruchtfolgen betrachtet und einander gegenübergestellt (Tabelle 12).

Tabelle 12: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Spelle.

Szenarien
Biogas reg. praxisüblich
Veredelung reg. praxisüblich
ELKE

Im Szenario „ELKE“ wurden möglichst viele real erfasste Werte bezüglich Anbauverfahren, Kosten und Erträgen berücksichtigt. Die vorliegenden Daten wurden wie an den anderen Standorten durch weitere Praxisangaben (Maschinenring, Landhandel) und Literaturdaten (KTBL) ergänzt. Die Berechnungen zu den verschiedenen darin Agrarholzkulturen ist insofern mit hohen Unsicherheiten behaftet, als für die Zuwächse der teilweise auf sehr lange Umtriebszeiten ausgelegten Pflanzungen mit heimischen Baumarten i.d.R. keine Datengrundlage existiert und diese lediglich geschätzt werden konnten.

In Tabelle 13 ist eine Übersicht über die betrachteten Kulturen und ihre flächenbezogene Zuordnung zu den Szenarien gegeben. Daraus ist erkennbar, dass am Standort Spelle in der Praxis eher enge Fruchtfolgen vorherrschen. Sowohl die Biogasfruchtfolge als auch die Fruchtfolge des Veredelungsbetriebs sind zweijährig und setzen sich aus Mais und Wintergetreide zusammen. Der Anbau im ELKE-Szenario ist eine vielfältige Mischung verschiedener Baumarten, wobei schon bei der Planung im Vorfeld die potenziell ertragreichen Baumarten (vor allem der Weide) mit größeren Flächenanteilen berücksichtigt wurden. Hinzu kommt im ELKE-Szenario die Ansaat von Wildpflanzengemengen auf ca. 13% der Gesamtfläche, die jedoch im Zuge der Bewirtschaftung und daher auch in der ökonomischen Betrachtung ungenutzt blieben.

Tabelle 13: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Spelle.

Kultur	Bezeichnung	Kürzel	Flächenanteil im Szenario		
			Biogas reg. praxisüblich	Veredelung reg. praxisüblich	ELKE
1	Silomais Biogas konv.	SM_konv.	50%		
2	Winterroggen konv.	WRo_konv.	50%		
3	Körnermais Futter konv.	KM_konv.		50%	
4	Wintertriticale + Zwischenfrucht konv.	WT+ZF_konv.		50%	
5	Weide 4jähriger Umtrieb ELKE	Weid4j_ELKE			46%
6	Pappel 4jähriger Umtrieb ELKE	Pap4j_ELKE			23%
7	Eberesche 6jähriger Umtrieb ELKE	EES6j_ELKE			13%
8	Schwarzerle 8jähriger Umtrieb ELKE	Er8j_ELKE			3%
9	Traubeneiche 20jähriger Umtrieb ELKE	TEi20j_ELKE			1%
10	Weißdorn + Eberesche 25jähriger Umtrieb ELKE	WdEES25j_ELKE			1%
11	Wildpflanzengemenge ungenutzt, einmalige Anlage ELKE	Wild_ungenutzt_ELKE			13%

Die ELKE-Flächen am Standort Spelle wiesen zur Etablierung der ELKE-Kulturen sehr unterschiedliche Ausgangszustände auf. Während die Flächen Zur Mühle und Kranenmoorstraße direkt aus einer praxisüblichen Ackerbewirtschaftung hervorgingen, befand sich auf der Fläche Bramhof eine bereits mehrjährige Brache. Dementsprechend unterschiedlich waren auch die dann umgesetzten Etablierungsverfahren für die Agrarholz- und Gemeengeflächen. Um ein einheitliches Verfahren abzubilden wird bei den ökonomischen Betrachtungen von einem einheitlichen Ausgangszustand als praxisüblich bewirtschaftete Ackerfläche ausgegangen.

Zwei der drei ELKE-Flächen am Standort Spelle wurden im extremen Trockenjahr 2011 angelegt. Um Ausfälle zu vermeiden, wurden die Pflanzungen mit einem Güllefass z.T. ausgiebig gewässert. Da dies nicht der gängigen Praxis entspricht und z.B. bei der Pflanzung der Fläche Kranenmoorstraße in 2012 auch nicht notwendig war, wurde diese Maßnahme bei den ökonomischen Berechnungen vernachlässigt. Bei der Etablierung der Sandbirke kam es zu nahezu vollständigen Ausfällen. Es hat sich gezeigt, dass die Pflanzung als bewurzelte Pflanze i.d.R. nicht erfolgreich ist. Um dem Versuchscharakter des ELKE-Projekts Rechnung zu tragen, wurde die Sandbirke daher ebenfalls für die ökonomischen Berechnungen außer Acht gelassen.

Als Referenz zu den ELKE-Modellflächen wurden eine regionaltypische Fruchtfolge aus Biogasmais und Winterroggen sowie eine Fruchtfolge eines Veredelungsbetriebs mit Körnermais und Wintertriticale abgebildet. Auch hierfür wurden neben den Praxisangaben Literaturwerte herangezogen.

4.2.3.8 Ergebnisse & Diskussion

Nachfolgend werden zunächst die übergeordneten Ergebnisse über alle Standorte hinweg dargestellt und diskutiert. In den danach folgenden, standortspezifischen Kapiteln wird im Detail auf die Ergebnisse zu allen Szenarien und Einzelkulturen, die Hintergründe für die jeweiligen Einzelergebnisse und die daraus resultierenden regionalen Schlussfolgerungen eingegangen.

Abbildung 26 stellt die Annuitäten aller betrachteten Szenarien zu den praxisüblichen Referenzfruchtfolgen (blau), den ELKE-Szenarien (grün) und die Differenzen der ELKE-Szenarien zur jeweils standortbezogen vorzüglichsten (dunkelrot) bzw. zweitbesten (hellrot) Referenzfruchtfolge dar. Die exakten, berechneten Werte hierzu sind in Tabelle 14 zu sehen.

Während die absoluten Annuitäten je ha u.a. aufgrund der Vernachlässigung von Pachtpreisen und Fixkosten (vgl. Kapitel 4.2.3.3) nur eingeschränkte Aussagekraft besitzen, gibt die Differenz zwischen den Annuitäten der ELKE-Varianten und den regionalen Fruchtfolgen den unter den getroffenen Annahmen entgangenen Gewinn beim Anbau der ELKE-Szenarien wieder. Dieser Wert lässt aus Sicht des Bewirtschafters erkennen, welche Vergütung er für den Anbau beispielsweise im Rahmen einer Kompensationsmaßnahme erhalten müsste, damit ihm keine Verluste entstehen.

Zu beachten ist bei der Interpretation dieser Zahlen, dass sie aufgrund des Versuchscharakters der ELKE-Maßnahmen, der Vielzahl der getroffenen Annahmen (z.B. bei den Agrarholzerträgen an den meisten Standorten) und der Unsicherheit vieler Positionen (z.B. bei den Erntekosten) nur als Orientierungsgröße für die tatsächlichen entgangenen Gewinne dienen können. Ferner ist zu beachten, dass die Zahlen sehr stark von den jeweiligen Standortbedingungen sowie Einzelentscheidungen vor Ort (z.B. bezüglich der Zusammenstellung der Flächenanteile verschiedener Kulturen) abhängen, so dass sie zum einen nicht verallgemeinert auf andere Standorte und Maßnahmen übertragen werden können und zum anderen eine Menge Optimierungspotenzial beinhalten.

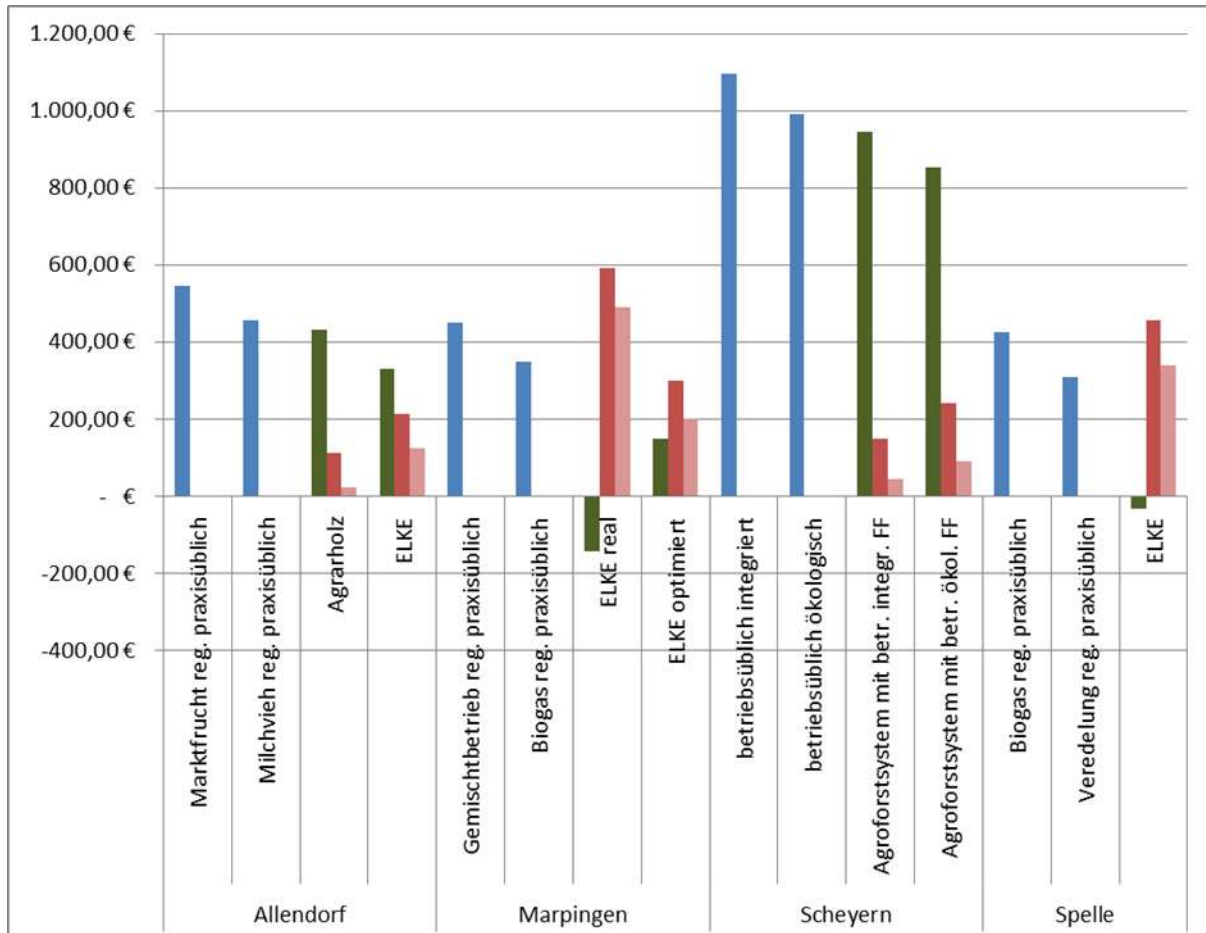


Abbildung 26: Annuitäten der Szenarien aller Standorte und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Es bestehen zum Teil erhebliche Abweichungen in den Kosten zwischen den Standorten. Unter anderem schwanken die Kosten für die Pflanzung der Agrarholzbestände mitunter um den Faktor 20, was sich jedoch zumindest teilweise durch die extrem unterschiedlichen Flächengrößen, die Verwendung von Stecklingen und bewurzelten Pflanzen, die regionale Lage und damit die Anfahrtswege der beauftragten Lohnunternehmer zu den Standorten und den unterschiedlichen Erfahrungsstand der Standortkoordinatoren mit diesem Arbeitsbereich erklären lässt.

Diese Unterschiede, die auch bei anderen Kostenpositionen deutlich werden, geben klare Hinweise auf die Bedeutung einer fachlichen Kooperation zwischen Maßnahmenträgern und den Landwirten vor Ort. Während Landschaftspflegeverbände oder Naturschutz-Stiftungen über umfassende Kompetenzen in der Planung und rechtlichen Abwicklung von Kompensationsmaßnahmen verfügen, sind es die Landwirte, die eine kosteneffiziente und produktive Bewirtschaftung der Flächen sicherstellen können.

Auch für die Übertragung der Ergebnisse auf andere Regionen oder weitere Maßnahmen ist es erforderlich, die Details der Berechnungen sehr genau zu kennen. So ist zum Beispiel vorstellbar, dass auf Basis der ökologischen Bewertung der Anbausysteme (Kapitel 4.3 und 4.4) ökonomisch besonders vorzügliche Kulturen (wie z.B. die großflächigen Agrarholzsysteme am Standort Allendorf oder auch die Wildpflanzengemeinschaft am Standort Marpingen) positiv bewertet werden und daher bei der künftigen Planung derartiger Maßnahmen mit höheren Flächenanteilen berücksichtigt werden.

Genauso ist im Gegenzug natürlich auch denkbar, dass an bestimmten Standorten einzelnen heimischen Baumarten, die in der Regel hohe relative Kosten aufweisen, ein höherer ökologischer Wert beigemessen wird.

Tabelle 14: Annuitäten der Szenarien aller Standorte und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Standort	Szenarien	Annuität je ha	entgangener Gewinn*	entgangener Gewinn**
Allendorf	Marktf Frucht reg. praxisüblich	546,22 €	- €	- €
	Milchvieh reg. praxisüblich	456,77 €	- €	- €
	Agrarholz	431,96 €	114,26 €	24,81 €
	ELKE	330,77 €	215,44 €	126,00 €
Marpingen	Gemischbetrieb reg. praxisüblich	450,74 €	- €	- €
	Biogas reg. praxisüblich	350,14 €	- €	- €
	ELKE real	- 141,04 €	591,78 €	491,18 €
	ELKE optimiert	149,20 €	301,55 €	200,94 €
Scheyern	betriebsüblich integriert	1.096,63 €	- €	- €
	betriebsüblich ökologisch	991,74 €	- €	- €
	Agroforstsystem mit betr. integr. FF	945,62 €	151,01 €	46,12 €
	Agroforstsystem mit betr. ökol. FF	854,60 €	242,03 €	91,02 €
Spelle	Biogas reg. praxisüblich	427,53 €	- €	- €
	Veredelung reg. praxisüblich	310,19 €	- €	- €
	ELKE	- 30,38 €	457,91 €	340,57 €

* jeweils gegenüber der standortbezogen vorteilhaftesten Referenz-Fruchtfolge

** jeweils gegenüber der standortbezogen nachteiligeren Referenz-Fruchtfolge

Alles in allem erlauben die dargestellten Zahlen daher erst bei genauer Kenntnis der Hintergründe eine differenzierte Beurteilung der relativen Kosten bestimmter Kulturen vor dem Hintergrund ihrer ökologischen Leistungen. Dabei darf es nicht darum gehen, die Einzelkulturen lediglich auf Basis ihrer jeweiligen betriebswirtschaftlichen Ergebnisse und ihrer „ökologischen Einzelleistung“ zu beurteilen, da viele der positiven ökologischen Effekte gerade durch die Vielfalt und Wechselwirkungen zwischen den angebauten Kulturen bewirkt wurden.

4.2.3.9 Ergebnisse Allendorf

Tabelle 15 zeigt die Annuitäten aller berechneten Szenarien am Standort Allendorf und den entgangenen Gewinn für die ELKE-Szenarien im Vergleich mit den Referenz-Fruchtfolgen.

Tabelle 15: Annuitäten der Szenarien am Standort Allendorf und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Szenarien Allendorf	Annuität je ha	entgangener Gewinn*	entgangener Gewinn**
Marktf Frucht reg. praxisüblich	546,22 €		
Milchvieh reg. praxisüblich	456,77 €		
Agrarholz	431,96 €	114,26 €	24,81 €
ELKE	330,77 €	215,44 €	126,00 €

* jeweils gegenüber der standortbezogen vorteilhaftesten Referenz-Fruchtfolge

** jeweils gegenüber der standortbezogen nachteiligeren Referenz-Fruchtfolge

Die Berechnungen für den Standort Allendorf ergeben, dass mit dem regional praxisüblichen Marktfrucht-Anbau die höchste Annuität erzielt werden kann. Gefolgt wird dieser von der zweiten Referenzfruchtfolge des Milchviehbetriebs. Betrachtet man das Szenario „Agrarholz“, das auf den Anbau von Hochleistungsklonen der Pappel begrenzt ist, liegt dieses lediglich knapp hinter dem Ergebnis der „Milchvieh-Fruchtfolge“ (Abbildung 27).

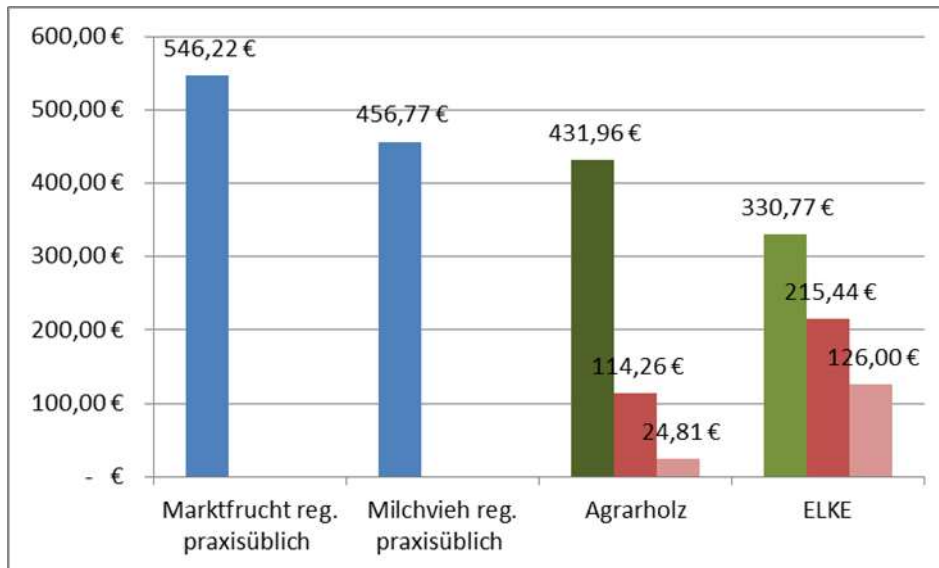


Abbildung 27: Annuitäten der Szenarien am Standort Allendorf und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Insgesamt liegt der entgangene Gewinn für das ELKE-Szenario je nachdem, welche Referenzfruchtfolge herangezogen wird, zwischen 126 und 215 €/ha. Setzt man die ELKE-Variante ins Verhältnis zum betriebsüblichen Anbau von Pappeln, ergibt sich ein entgangener Gewinn von 101 €/ha.

Basis der Szenarien-Ergebnisse sind die Annuitäten der Einzelkulturen nach den im Kalkulator getroffenen Annahmen. Diese sind in Abbildung 28 differenziert nach den Kulturen der Referenzfruchtfolgen (blau) und den ELKE-Kulturen (grün) dargestellt. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass die Pappel mit den meisten der praxisüblichen Referenzkulturen mithalten kann. Erst durch den sehr lohnenden Anbau von Raps und Weizen liegen die Referenzfruchtfolgen im Gesamtvergleich vorne.

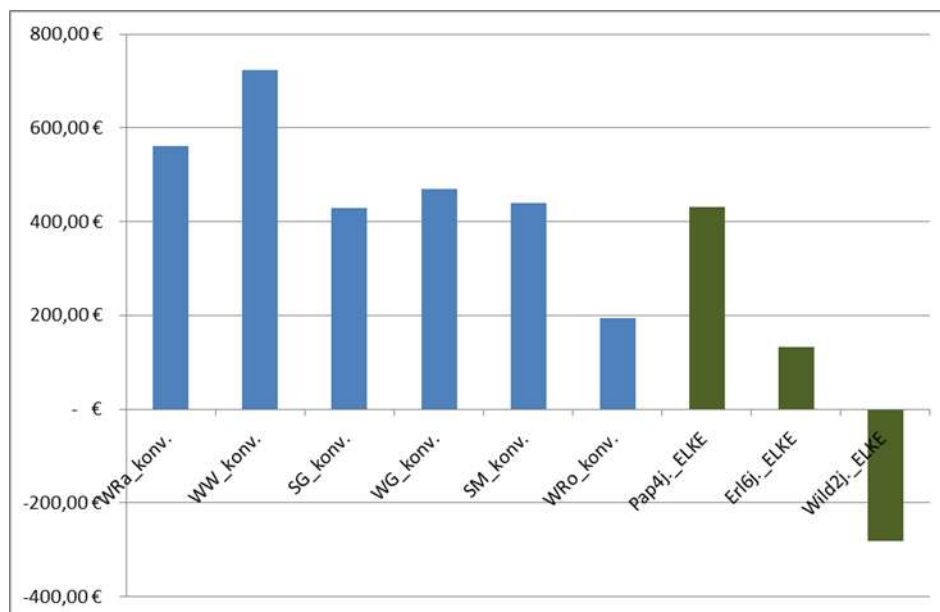


Abbildung 28: Annuitäten der Einzelkulturen am Standort Allendorf.

Vermindert wird das Ergebnis der Pappeln im Szenario „ELKE“ durch die Beimischung von Erle, deren ökonomische Darstellung anhand verschiedener Praxisdaten von der Allendorfer Teilfläche Rennertehausen sowie Annahmen modelliert wurde, und dem Wildpflanzengemeinde, das am Standort Haine in den Jahren von 2009 bis 2012 sehr heterogene Bestände ausbildete, daher auch nur teilweise geerntet wurde und daher mit den konservativen Ertragsdaten vom Standort Marpingen hinterlegt wurde. Anhand der getroffenen Annahmen zeigt sich, dass der Anbau von Erle noch ein positives Gesamtergebnis bringt, während die Wildpflanzengemeinde eine deutlich negative Annuität aufweisen.

Für die landbauliche und betriebswirtschaftliche Optimierung der ELKE-Kulturen am Standort Allendorf ergibt sich aus diesen Ergebnissen, dass vor allem ökologische Vorteile der Wildpflanzengemeinde gegenüber der schlechten ökonomischen Leistung abzuwägen sind. Dabei sind sowohl die Projekt identifizierten Optimierungspotenziale bei den Wildpflanzengemeinden (Kapitel 4.2.1) als auch Alternativen wie eine einfache Begrünung der Vorgewende mit einer Grünlandmischung in Betracht zu ziehen.

4.2.3.10 Ergebnisse Scheyern

Die Annuitäten aller für Scheyern berechneten Szenarien und der entgangene Gewinn für die ELKE-Szenarien im Vergleich mit den Referenz-Fruchtfolgen sind in Tabelle 16 aufgeführt.

Tabelle 16: Annuitäten der Szenarien am Standort Scheyern und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Szenarien Scheyern	Annuität je ha	entgangener Gewinn*	entgangener Gewinn**
betriebsüblich integriert	1.096,63 €		
betriebsüblich ökologisch	991,74 €		
Agroforstsystem mit betr. integr. FF	945,62 €	151,01 €	46,12 €
Agroforstsystem mit betr. ökol. FF	854,60 €	242,03 €	137,14 €

* jeweils gegenüber der standortbezogen vorteilhaftesten Referenz-Fruchtfolge

** jeweils gegenüber der standortbezogen nachteiligeren Referenz-Fruchtfolge

Die höchste Annuität wird unter den getroffenen Annahmen von der betriebsüblich integriert bewirtschafteten Fruchtfolge erzielt, das Szenario betriebsüblich ökologisch liegt knapp dahinter.

Der Anbau in Scheyern sowohl im integrierten als auch im ökologischen Betriebsteil kann als hochintensiv bezeichnet werden. Eine Besonderheit in beiden Fruchtfolgen auf dem Versuchsbetrieb liegt in dem regional eher wenig verbreiteten Anbau von Kartoffeln. Hinzu kommt als weitere Besonderheit, dass die erzeugten Kartoffeln teilweise als Pflanzware vermarktet werden, so dass hier enorme Leistungen erzielt werden (Abbildung 29). Die Kartoffeln sind somit tragender Bestandteil beider Fruchtfolgen. Dies ist im Kontext der Etablierung von Agroforstsystemen insofern von Interesse als durch die Agrarholzstreifen die erosive Hanglänge verkürzt wird und damit insbesondere beim Anbau von Kartoffeln auf den z.T. stark geneigten Flächen ein erheblicher Beitrag zum Erosionsschutz geleistet (Kapitel 4.3.4) und der lohnende Anbau der Kartoffel weiterhin gesichert wird.

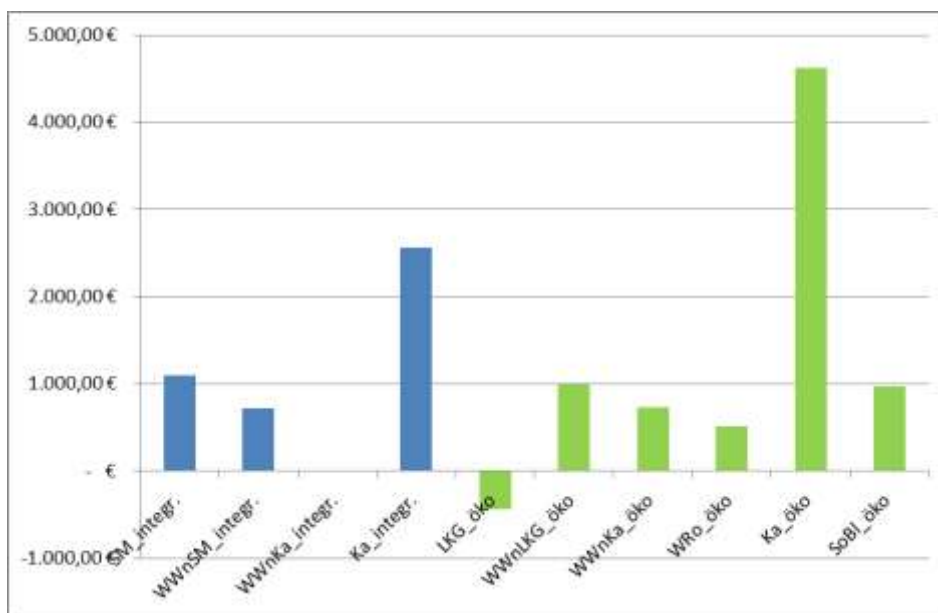


Abbildung 29: Annuitäten der ackerbaulichen Einzelkulturen am Standort Scheyern.

Das Luzerne-Klee gras weist eine negative Annuität auf, da es im viehlosen Betrieb in Scheyern analog zur Praxis in mittlerweile vielen reinen Marktfruchtbetrieben im Ökologischen Landbau lediglich als Gründüngung genutzt, also mehrmals gemulcht wird und daher den Anbaukosten keine zuordenbaren Leistungen gegenüberstehen.

Durch die Integration von Agrarholzstreifen in die betriebsüblichen Fruchtfolgen zu Agroforstsystemen werden die Annuitäten jeweils reduziert. Höhere Arbeitserledigungskosten sowie geringere Annuitäten der Baumkulturen (Abbildung 31) verringern die Annuitäten der ELKE-Szenarien gegenüber den betriebsüblichen Fruchtfolgen je nach Betrachtung um knapp 50 bis zu 240 €/ha (Abbildung 30).

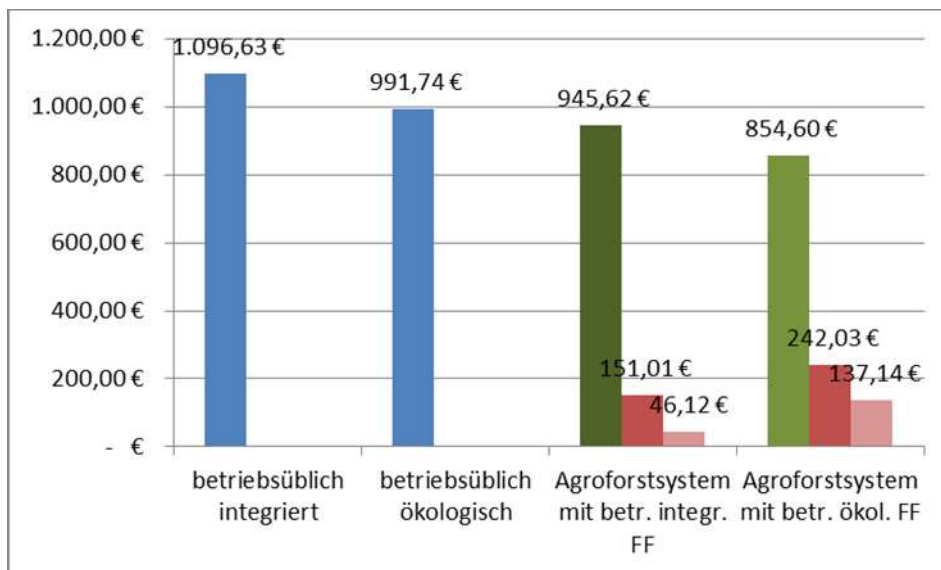


Abbildung 30: Annuitäten der Szenarien am Standort Scheyern und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Nimmt man die verschiedenen erprobten Baumarten in den Blick, so zeigen sich erhebliche Unterschiede. Während die Pappel und die Robinie klar positive Ergebnisse aufweisen, ergeben sich für die anderen Baumarten aufgrund der geringen Zuwächse (Weide, Gehölzmischung) bzw. der hohen Pflanzgutkosten (Schwarzerle, Gehölzmischung) unter den getroffenen Annahmen negative Annuitäten (Abbildung 31).

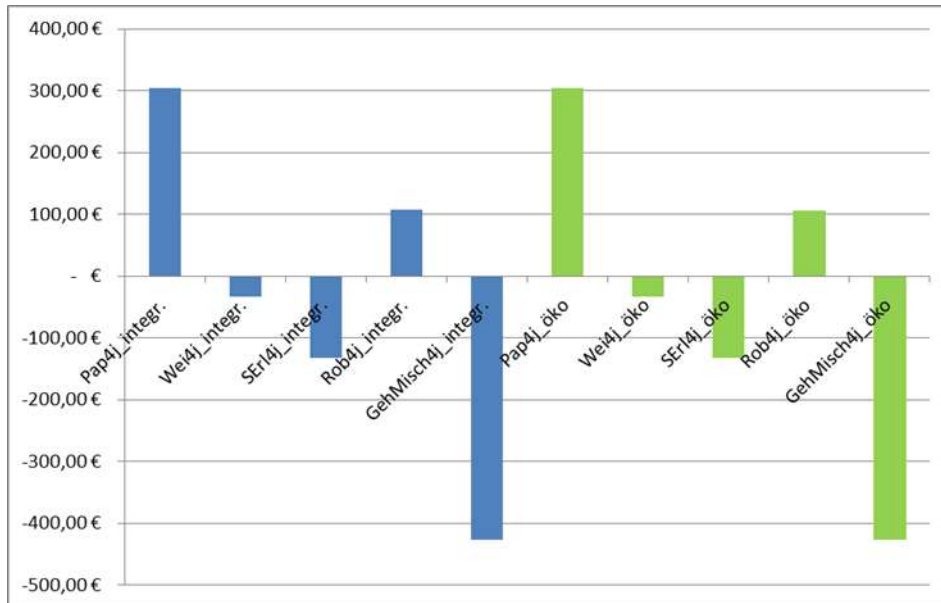


Abbildung 31: Annuitäten der Agrarholz-Einzelkulturen am Standort Scheyern.

Wichtig ist auch an dieser Stelle der Hinweis, dass den Berechnungen lediglich Erfahrungswerte aus dem ersten Umtrieb zugrunde liegen, der im Winter 2012/2013 erfolgt ist. Hinsichtlich der weiteren Entwicklung der Zuwächse sind insbesondere bei der Weide, die nach einem ersten „Auf-den-Stock-Setzen“ i.d.R. mehrtrieblich weiter wächst, aller Erwartung nach deutliche positivere Ergebnisse zu erwarten. Auch die weitere Entwicklung der anderen Baumarten, insbesondere von Robinie und Erle sind abzuwarten, denn aus der Praxis werden Erfahrungen berichtet, dass erst nach dem zweiten Umtrieb die volle Leistungsfähigkeit des Bestandes erreicht und dann über einen längeren Zeitraum gehalten wird.

Die höheren Etablierungskosten der ökologisch bewirtschafteten Agrarholzbestände, die durch den Verzicht auf Herbizide und eine intensivere mechanische Unkrautkontrolle zustande kommen, machen sich im Gegensatz zu den Unterschieden zwischen den Agrarholz-Einzelkulturen kaum bemerkbar.

4.2.3.11 Ergebnisse Marpingen

Die Ergebnisse der Szenarienanalyse für den Standort Marpingen sind in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17: Annuitäten der Szenarien am Standort Marpingen und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Szenarien Marpingen	Annuität je ha	entgangener Gewinn*	entgangener Gewinn**
Gemischtbetrieb reg. praxisüblich	450,74 €		
Biogas reg. praxisüblich	350,14 €		
ELKE real	- 141,04 €	591,78 €	491,18 €
ELKE optimiert	149,20 €	301,55 €	200,94 €

* jeweils gegenüber der standortbezogen vorteilhaftesten Referenz-Fruchtfolge

** jeweils gegenüber der standortbezogen nachteiligeren Referenz-Fruchtfolge

Beim Vergleich der am Standort Marpingen berechneten Szenarien ergibt sich für die regional praxisübliche Fruchtfolge des Gemischtbetriebes die höchste Annuität. Die Biogasfruchtfolge liegt mit

ca. 100 €/ha dahinter. Die beiden ELKE-Szenarien erzielen deutlich geringere Annuitäten. Während das Szenario „ELKE real“ insgesamt eine negative Annuität von ca. 140 €/ha aufweist, wird nach den getroffenen Annahmen im Szenario „ELKE optimiert“ ein positives Ergebnis von ca. 150 €/ha erzielt. Die entgangenen Gewinne bewegen sich je nach Vergleichsgröße in einem Korridor zwischen 200 und knapp 600 €/ha (Abbildung 32).

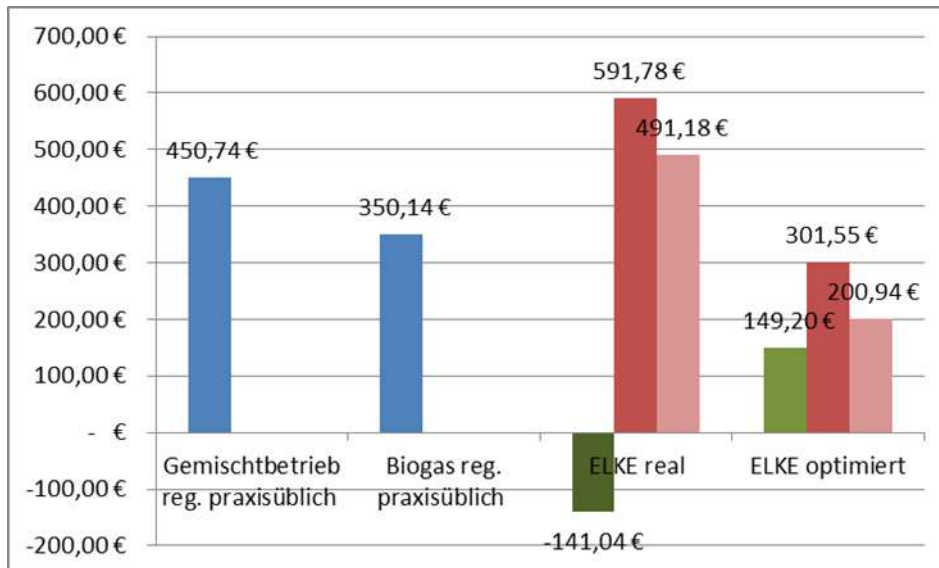


Abbildung 32: Annuitäten der Szenarien am Standort Marpingen und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Mit Blick auf die Einzelkulturen zeigt sich, dass die konventionellen Kulturen durchweg sehr ähnliche Annuitäten aufweisen. Angesichts der im Betrachtungszeitraum 2009 bis 2012 tendenziell hohen Marktfrucht-Preise schneiden die Biogaskulturen bei den aus Praxisangaben abgeleiteten Preisen von 32 €/t Frischmasse geringfügig schlechter ab. Der Anbau von Winterroggen-GPS als Erstfrucht und einem frühreifenden Mais als Zweitfrucht in einem Anbaujahr erweist sich als ökonomisch unvorteilhaft, da die Mehrkosten unter den getroffenen Annahmen von den Mehrerträgen nicht ausgeglichen werden. Womöglich ist dieser Anbau für den Landwirt aufgrund des gegebenen Substratbedarfs für den Betrieb der Biogasanlage dennoch vorteilhaft, da das betriebliche Gesamtergebnis maßgeblich vom Anlagenbetrieb und nur nachgeordnet vom „internen Anbauerlös“ abhängt.

Für die im Szenario „ELKE real“ verwandten Kulturen zeigen sich fast ausschließlich negative Annuitäten. Lediglich das Hafer-Erbсен-Gemenge, das als Druschfrucht genutzt wird, weist eine positive Annuität auf. Hierfür verantwortlich sind die bei einer geringen Intensität niedrigen Kosten, die trotz teilweise mäßiger Erträge durch den hohen Wert der Druschfrüchte und zusätzliche kalkulierte Erlöse aus dem Strohverkauf zu einem positiven Ergebnis von ca. 110 €/ha führen (Abbildung 33).

Die im Szenario „ELKE optimiert“ prognostizierten Steigerungspotenziale für die Einzelkulturen sind nach den Erfahrungen im Untersuchungszeitraum durchaus als realistisch anzusehen. Werden beim Anbau des Hafer-Erbсен-Gemenges bei einer Bewirtschaftung durch einen Praxisbetrieb mit entsprechend geringeren Arbeitserledigungskosten und der Nutzung einer Gärrestdüngung die

durchschnittlichen regionalen Bio-Erträge für Hafer erzielt, liegt die Annuität für das Hafer-Erbse-Gemenge (ELKE optimiert) an erster Stelle noch vor den konventionellen Kulturen.

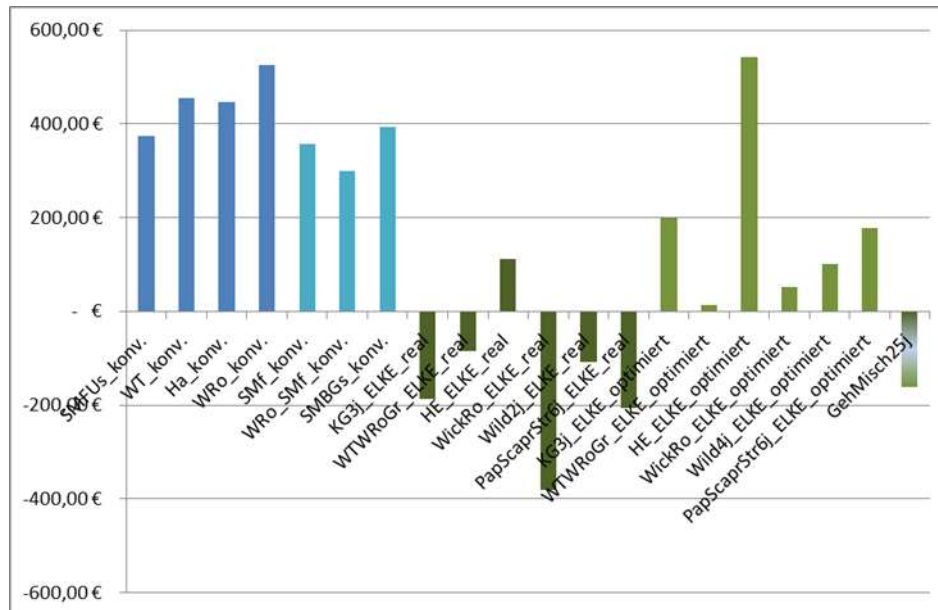


Abbildung 33: Annuitäten der Einzelkulturen am Standort Marpingen.

Auch das Klee gras, das in der Variante „ELKE real“ analog zur realen Bewirtschaftung im Betrachtungszeitraum i.d.R. einschnittig beerntet wurde, kann bei einer entsprechenden geringfügigen Senkung der Kosten, einer mehrschnittigen Nutzung und nur geringfügigen Mehrerträgen deutlich bessere Ergebnisse bringen.

Für die „alternativen“ Biogaskulturen wie Winterroggen-Wintertriticale-GPS, Wickroggen und das Wildpflanzengemenge existieren immer noch wenige Praxiserfahrungen. Dennoch wird es auch hier möglich sein, etwa durch die weitere Optimierung der Erntekette, Kosten einzusparen sowie, z.B. über eine Düngung mit Gärresten, höhere Leistungen zu realisieren.

Mit dem Anbau der schnellwachsenden Agrarholzstreifen aus Leistungssorten der Pappel und regionalen Herkünften der Salweide verhält es sich ähnlich. Auch hier mussten mangels umfangreicher Erfahrungen zahlreiche Annahmen insbesondere bzgl. Zuwachs und Erntekosten getroffen werden. Der im Szenario „ELKE real“ mit 4 t TM/ha*a angesetzte Zuwachs stellt für den ersten Umtrieb sicherlich eine realistische Schätzung dar, der bei „ELKE optimiert“ angesetzte Zuwachs von 6 t TM/ha*a ist vor dem Hintergrund der i.d.R. mittleren bis guten Wasserversorgung am Standort Marpingen über alle Rotationen hinweg nicht zu hoch gegriffen. Die Erntekosten sind vor allem wegen des geringen Flächenumfangs nur schwer zu quantifizieren.

Bei allen Betrachtungen zum Szenario „ELKE real“ muss zudem berücksichtigt werden, dass der Ausgangszustand der Flächen zu Beginn des ELKE-Projektes extrem schlecht war und der Aufbau von Humus und einer gesunden Bodenstruktur noch im Gange ist und auch noch längere Zeit in Anspruch nehmen wird. Gelingt es, neben der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit auch die Bewirtschaftungskosten zu senken, wird sich das Ergebnis der angebauten Kulturen mittelfristig

jedoch sicherlich auf ein insgesamt positives Niveau heben und damit an das Szenario „ELKE optimiert“ annähern lassen.

4.2.3.12 Ergebnisse Spelle

Aus Tabelle 18 ist ersichtlich, dass die höchste Annuität am Standort Spelle im Szenario „Biogas regional praxisüblich“ realisiert wird. Der Anbau von Körnermais und Wintertriticale liegt ein gutes Stück dahinter und für das Szenario „ELKE“ ergibt sich eine leicht negative Annuität von ca. 30 €/ha.

Tabelle 18: Annuitäten der Szenarien am Standort Spelle und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.

Szenarien Spelle	Annuität je ha	entgangener Gewinn*	entgangener Gewinn**
Biogas reg. praxisüblich	427,53 €		
Veredelung reg. praxisüblich	310,19 €		
ELKE	- 30,38 €	457,91 €	340,57 €

* jeweils gegenüber der standortbezogen vorteilhaftesten Referenz-Fruchtfolge

** jeweils gegenüber der standortbezogen nachteiligeren Referenz-Fruchtfolge

Maßgeblich für das gute Abschneiden der Biogas-Fruchtfolge (Abbildung 34) ist die hohe Annuität des Silomais, der aufgrund der hohen angesetzten Erlöse – diese wurden nach Praxisangaben für die Region Spelle mit 40 €/t Frischmasse beziffert – und Direkt- und Arbeitserledigungskosten von ca. 1.160 €/ha zu einer Annuität von ca. 640 €/ha kommt. Im Vergleich dazu schneidet der Körnermais trotz geringerer Kosten auf Basis der angesetzten niedersächsischen Preisdaten von 2009 bis 2012 und der Erträge nach Praxisangaben von 8,5 t deutlich schlechter ab (Abbildung 35).

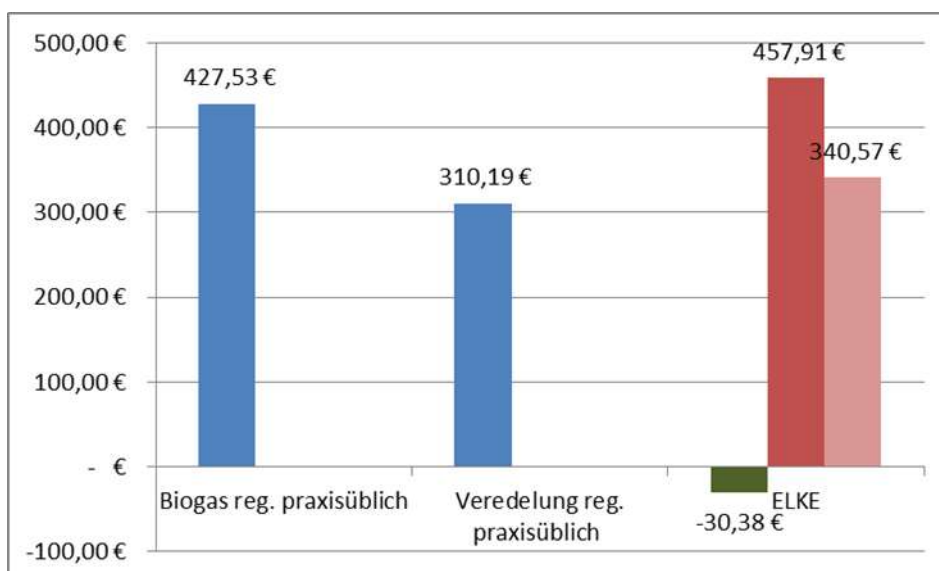


Abbildung 34: Annuitäten der Szenarien am Standort Spelle und entgangener Gewinn des Elke-Szenarios.

Der entgangene Gewinn des ELKE-Szenarios bewegt sich unter den getroffenen Annahmen somit zwischen 340 und ca. 460 €/ha. Das negative Gesamtergebnis dieses Szenarios ergibt sich vor allem aufgrund der insgesamt hohen Arbeitserledigungskosten für die Pflanzung sowie differenziert nach Baumarten durch die zum Teil erheblichen Kosten für das Pflanzgut. Dabei sind die hohen Pflanzkosten durchaus durch den geringen Flächenumfang erklärbar, liegen jedoch auch gegenüber

den Standorten Marpingen und Scheyern, wo ebenfalls nur ein geringer Flächenumfang realisiert wurde, zum Teil um ein Mehrfaches höher. Können diese Pflanzkosten reduziert werden, kommen die Berechnungen zu einem vollkommen anderen Ergebnis.

Während die Pflanzkosten über alle Baumarten hinweg ähnlich waren – lediglich zwischen der Stecklingspflanzung von Pappeln und Weiden einerseits und dem bewurzelten Pflanzgut der anderen Baumarten lagen geringfügige Unterschiede – ergeben sich Unterschiede in der Wirtschaftlichkeit insgesamt vor allem aufgrund der unterschiedlichen angenommenen Zuwächse (Abbildung 35).

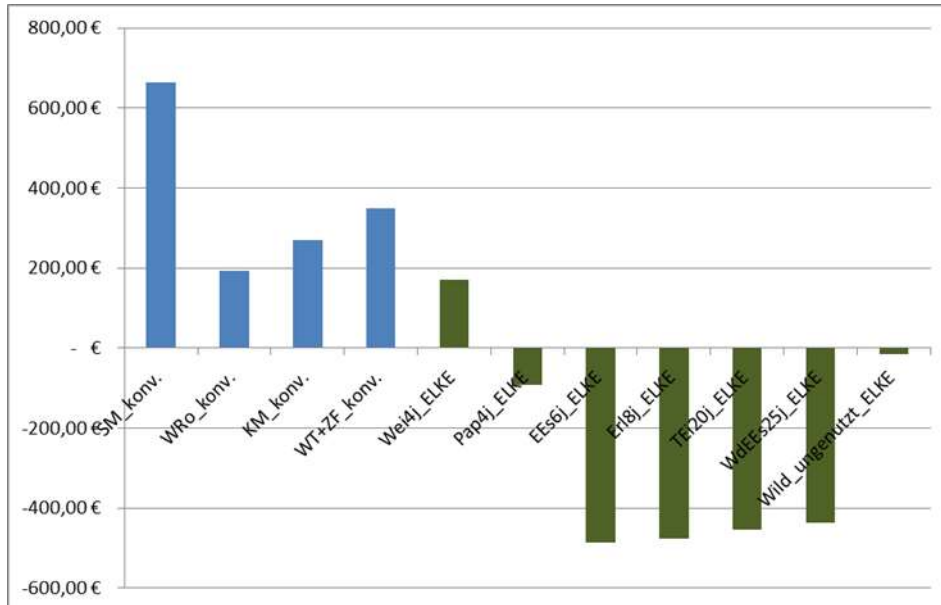


Abbildung 35: Annuitäten der Einzelkulturen am Standort Spelle.

Diese Annahmen sind aufgrund des erst zwei- bis dreijährigen Anbaus auf den Modellflächen mit erheblichen Unsicherheiten verbunden, die sich neben den erzielbaren Erlösen auch in weiteren Annahmen zu den Erntekosten niederschlagen. Da die ökonomische Vorzüglichkeit des Agrarholzanbaus insgesamt und der verschiedenen Baumarten am Standort Spelle maßgeblich von diesen Größen abhängt, sind die dargestellten Ergebnisse insbesondere für diesen Standort mit großer Vorsicht zu interpretieren.

4.2.4 Naturschutz-Ökonomie

Da aufgrund der noch ausstehenden Bewertung der ELKE-Maßnahmen an den Modellstandorten durch die Naturschutzbehörden⁹ die Grundlage für eine vergleichende, flächenbezogene Einordnung der Maßnahmen gegenüber klassischen Kompensationsmaßnahmen fehlt, werden konkrete Ergebnisse hierzu frühestens im Herbst 2013 vorliegen. Unter Ergebnisse & Diskussion wird daher eine erste Einordnung der ELKE-Maßnahmen in den Kontext anderer Naturschutzmaßnahmen am Beispiel der Agrar-Umwelt-Maßnahmen der Länder vorgenommen.

⁹ Gespräche an allen Standorten hierzu sind aufbauend auf den in diesem Bericht dargestellten Ergebnissen für Sommer/Herbst 2013 geplant.

4.2.4.1 Zielsetzung & Hypothesen

Die Arbeiten zur Naturschutz-Ökonomie dienen der Einordnung der an den Modellstandorten beispielhaft umgesetzten Maßnahmen gegenüber klassischen Kompensationsmaßnahmen sowie im Kontext anderer Umweltmaßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen.

Den Betrachtungen liegt die Überlegung zugrunde, dass extensive Anbausysteme aufgrund ihrer Produktivität einerseits und ihrer ökologischen Leistungen andererseits eine effiziente und zeitgemäße Option für die Gestaltung von Kompensationsmaßnahmen darstellen.

4.2.4.2 Stand des Wissens

Hampicke/Schäfer (2012) verweisen im Zuge umfassender Darstellungen zu ökonomischen Aspekten produktionsintegrierter Kompensationsmaßnahmen (PIK, siehe auch Kapitel 2.3.2) auf die bislang weitgehend fehlende Auseinandersetzung mit der Ökonomie und der Kosteneffizienz im Hinblick auf die Eingriffs-Ausgleichsregelung allgemein. Die Autoren fordern in diesem Sinne „bei der Kompensation Effizienzgesichtspunkten ein gebührendes Gewicht (und ein größeres als in der Vergangenheit) einzuräumen, regionale Bezüge aber dabei nicht zu vergessen“. Im Sinne einer Beachtung dieser regionalen und auch agrarstrukturellen Bezüge bieten produktionsintegrierte wie auch produktive Kompensationsmaßnahmen (Kapitel 2.3.3) gute Chancen für ein Mehr an Effizienz für alle Beteiligten.

Um die Kosten produktiver Kompensationsmaßnahmen im Sinne des ELKE-Ansatzes für Maßnahmenträgern bzw. Eingriffsverursacher beziffern zu können, bieten die betriebswirtschaftlichen Betrachtungen einen ersten Anhaltspunkt (Kapitel 4.2.3). Diese bilden jedoch – die Richtigkeit der getroffenen Annahmen vorausgesetzt – lediglich den entgangenen Gewinn der betrachteten ELKE-Varianten gegenüber der regional praxis- oder betriebsüblichen Bewirtschaftung ab. Wird dieser zur Bemessung eines „Erstattungsbetrags“ bspw. für einen landwirtschaftlichen Betrieb, der eine derartige Kompensationsmaßnahme umsetzt, herangezogen, so werden für den landwirtschaftlichen Betrieb lediglich die entgangenen Gewinne kompensiert ohne dem zu erwartenden, über die Bewirtschaftung im engeren Sinne hinausgehenden Mehraufwand Rechnung zu tragen. So ist neben einem Aufwand „auf dem Feld“ mit produktiven Kompensationsmaßnahmen auch ein organisatorischer Mehraufwand im Sinne von Transaktionskosten verbunden. Zusätzlich kann prinzipiell auch über die Schaffung einer Anreizkomponente diskutiert werden, die unter Umständen zum Erfolg derartiger Maßnahmen beitragen kann (vgl. ebenfalls Hampicke/Schäfer 2012).

Aus Sicht von Maßnahmenträgern und Eingriffsverursachern müssen für eine ökonomische Bewertung außer den Zahlungen für die Bewirtschaftung noch Kosten für die Planung, je nach Notwendigkeit für die Flächensicherung, die Kontrolle der vereinbarten Bewirtschaftungsweise (vgl. dazu Kapitel 4.2.7) sowie die Erfolgskontrolle hinsichtlich der Zielsetzung der Maßnahme berücksichtigt werden.

Eine weitere wichtige Bewertung wird durch das gewählte Finanzierungsmodell in Hinsicht auf die Risikoverteilung vorgenommen (siehe Abbildung 36). Czybulka et al. (2009) weisen auf grundsätzliche Zusammenhänge eines je Maßnahme zu beziffernden fixen Kapitalstocks und dessen Umwandlung in

einen jährlichen Finanzstrom hin. Denn in der Praxis der Kompensation werden i.d.R. alle festgelegten Kompensationsleistungen (Herstellung und Unterhaltung) auf einen Barwert zu einem festgelegten Zeitpunkt abgezinst, der durch den Eingreifer i.d.R. einmalig an einen Maßnahmenträger gezahlt wird. Mit dieser Zahlung gehen i.d.R. auch alle Verpflichtungen des Eingreifers zur Kompensation rechtswirksam auf den Maßnahmenträger über. Daher hat der Maßnahmenträger ein grundlegendes Interesse daran, sein Risiko richtig einzuschätzen und ökonomisch zu bewerten.

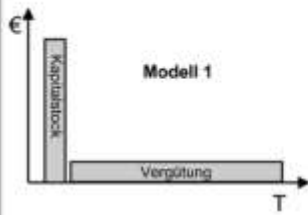
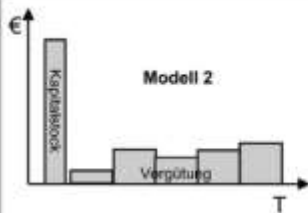
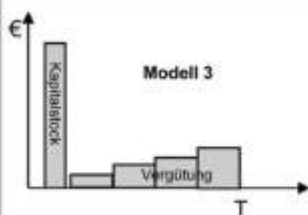
Modell	Modalitäten	Risikoträger
 Modell 1	Laufzeit fix Kapitalstock fix Vergütung fix	Landwirt
 Modell 2	Laufzeit fix Kapitalstock variabel Vergütung nach Marktlage	Verursacher/ Vorhabenträger
 Modell 3	Laufzeit variabel Kapitalstock fix Vergütung nach Marktlage	Naturschutzbehörde

Abbildung 36: Finanzierungsmodelle (Czybulka et al. 2009, S. 252).

4.2.4.3 Methoden

Da eine Bewertung der ELKE-Maßnahmen an den Modellstandorten noch aussteht, wurde für eine erste Näherung eine umfassende Analyse der Agrar-Umwelt-Programme der Länder durchgeführt. Dazu wurden anhand der jeweiligen Förderbekanntmachungen die Inhalte und Ziele der Programme, die jeweiligen Fördertatbestände mit den dazugehörigen Fördervoraussetzungen und die Fördersätze ermittelt.

4.2.4.4 Ergebnisse & Diskussion

In Tabelle 19 ist ein Überblick über verschiedene Fördertatbestände aus den Agrarumweltprogrammen der Länder dargestellt. Die durchgeführte Recherche erstreckte sich auf die Bundesländer, in denen ELKE-Modellstandorte aufgebaut wurden sowie weitere Länder, in denen aktuell Gespräche über den Aufbau weiterer Praxisflächen in einer möglichen anschließenden Coaching-Phase des Projekts laufen (siehe Kapitel 6). Die Tabelle umfasst lediglich eine Auswahl relevanter Maßnahmen auf Ackerflächen aus den analysierten Förderprogrammen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Nimmt man die dargestellten Fördertatbestände in den Blick so zeigt sich, dass sie angefangen vom Verzicht auf chemisch-synthetische Düngung und

Pflanzenschutzmittel über die Anlage von Blühstreifen und -flächen bis hin zum Vertragsnaturschutz eine weite Spanne an Möglichkeiten abdecken.

Tabelle 19: Fördertatbestände und -sätze verschiedener Agrarumwelt-Maßnahmen der Länder.

Gegenstand der Förderung*	Bayern	Hessen	Niedersachsen	Saarland	NRW	RLP	Brandenburg
Verzicht auf chem.-synthet. Düngung, Herbizide und Insektizide							148 €/ha
ökolog. Landbau (Beibehaltung)	200 €/ha	170 €/ha	200 €/ha	144,50 €/ha	180 €/ha		
ext. Ackernutzung (Vertragsnaturschutz)	225-525 €/ha					310-890 €/ha	
Blühstreifen und -flächen	510 €/ha**	452-600 €/ha	420-540 €/ha		950 €/ha		
mehrfährige Stillelegung				120 €/ha***			
Erosionsschutzstreifen					865 €/ha		

*für Details siehe Förderbekanntmachungen der Länder

**abhängig von der Ertragsmesszahl: Beispielrechnung für 1 ha mit einer Ackerzahl von 40

***abhängig von der Ertragsmesszahl: Beispielrechnung für 1 ha mit einer Ackerzahl von 50

Die Honorierung dieser Maßnahmen erstreckt sich über eine Spanne von ca. 150 €/ha bis hin zu fast 1000 €/ha, wobei die Honorierung teilweise von der Güte der Ackerstandorte abhängig ist und insbesondere die Leistungen in den Vertragsnaturschutzprogrammen an dezidierte Voraussetzungen geknüpft sind.

Setzt man die in der betriebswirtschaftlichen Bewertung (Kapitel 4.2.3) berechneten entgangenen Gewinne gegenüber der regional praxisüblichen Bewirtschaftung aus der Umsetzung der ELKE-Szenarien ins Verhältnis zu den oben angeführten „Prämien“ der Agrarumweltprogramme, zeigt sich, dass diese einen ähnlichen Korridor abbilden (Tabelle 20). Während der Anbau angereicherter Agrarholzflächen in Allendorf mit Erlen und Wildpflanzengemengen 126 €/ha gegenüber der praxisüblich vorzüglichen Variante kostet, liegt der Anbau am Standort Marpingen bei der pessimistischen Betrachtungsvariante bei knapp 600 €/ha.

Tabelle 20: Entgangener Gewinn aus der Umsetzung der betriebswirtschaftlichen Szenarien an den Modellstandorten.

entgangener Gewinn	Modellstandort			
	Scheyern	Allendorf	Spelle	Marpingen
min.	46,12 €	126,00 €	340,57 €	200,94 €
max.	242,03 €	215,44 €	457,91 €	591,78 €
Mittel	144,08 €	170,72 €	399,24 €	396,36 €

Dabei ist interessant, dass einige der ELKE-Anbausysteme durchaus eine hohe Ähnlichkeit mit den geförderten Maßnahmen der Länder aufweisen. Beispielsweise entspricht der Anbau von Wildpflanzen- und anderen Biogasgemengen funktional weitgehend der Zielsetzung der von verschiedenen Ländern geförderten Blühstreifen und -flächen¹⁰. Viele der Agrarholzflächen, insbesondere beim Anbau heimischer, weniger ertragreicher Gehölzarten (gegenüber den Leistungssorten der Pappeln und Weiden) weisen in der Etablierungsphase und nach den Umtrieben Parallelen zu Brachestadien auf. Der Vergleich der Fördersätze von 120 €/ha für mehrjährige Brachen

¹⁰ Unter anderem in NRW wird ein Belassen des Bestandes bis mindestens 31.07. gefordert, was einer Ernte der Wildpflanzengemeinde im August-September nicht entgegensteht. Zusätzlich enthält das Förderprogramm jedoch die kaum sinnvolle Maßgabe, dass der Aufwuchs nicht genutzt werden darf, also allenfalls dem Humusaufbau dienen kann. Die verordnete Nichtnutzung wertvoller erneuerbarer Ressourcen steht im Gegensatz zu den grundlegenden Herausforderungen und auch verfolgten Zielen unserer Gesellschaft (vgl. Kap. 2.2). Dieses Beispiel einer segregierten Bewirtschaftung einzelner Fachaufgaben verdeutlicht den Handlungsbedarf auf Seiten der zuständigen Bundes- und Landesregierungen, die übergeordneten Ziele der Gesellschaft zentral in den (Fach-)Verordnungen zu berücksichtigen.

im Saarland mit den Mittelwerten der ELKE-Kosten aus Scheyern (144 €/ha) und Allendorf (170 €/ha) zeigt, dass diese Parallelen im Hinblick auf die Vegetationsstruktur bzw. ökologische Leistung und Honorierung bestehen. Der bemerkenswerte Unterschied liegt darin, dass vielfältige Agrarholzflächen zusätzlich zur Leistung einer reinen Brache neben dem ökologischen Nutzen durch ihren Beitrag zur Ressourcenbereitstellung auch noch eine volkswirtschaftliche Leistung und einen Beitrag zu Klimaschutz und Energiewende leisten.

Für die anstehenden Bewertungsgespräche mit den Naturschutzbehörden liefern die erarbeiteten Ergebnisse wertvolle Hinweise, wie die untersuchten extensiven Anbausysteme künftig eingeordnet werden können. Abgesehen von ihrer Nutzung als produktive Kompensationsmaßnahmen ist auch eine Anwendung in den Agrarumweltprogrammen oder als „ökologische Vorrangflächen“ im Rahmen des „Greenings“ der gemeinsamen Agrarpolitik vorstellbar und sinnvoll. Die Gewichtung der unterschiedlichen Nutzenanforderungen begründet z.T. verschiedene Kulturarten, deren Zusammensetzung/Mischungsverhältnis und Bewirtschaftungsintensität eines grundlegenden Kultursystems. Beispielsweise können Agrarholzkulturen mit Leistungssorten eine ökologische Grundleistung als gute fachliche Praxis zur Verfügung stellen („Greening“), die durch höhere Anteile heimischer Gehölze (Agrarumweltprogramme) und weiteren Maßnahmen wie z.B. Blühmengen auf den Vorgewenden/Erschließungsgassen/Nebenflächen oder eine Erhöhung der südlich exponierten Randlinien ökologisch weiter aufgewertet werden können (Kompensationsmaßnahmen).

Eine möglichst objektive Ermittlung von weiteren Transaktionskosten und eine Bewertung des betrieblichen Risikos sollten als Weiterentwicklung in einer weiteren Praxisphase bearbeitet werden. Diese Arbeiten werden auf der ersten, noch ausstehenden Einschätzung der Genehmigungsbehörden begründet. So kann dann eine höhere Transparenz für alle Beteiligten erarbeitet werden, die Grundlage für die Einschätzung der Vorzüglichkeit von ELKE-Maßnahmen aus unterschiedlichen Perspektiven der Verfahrenbeteiligten und der Gesellschaft bieten kann (vgl. auch Wagener et al. 2008, S. 14 ff.).

4.2.5 Recht

Die nachfolgenden Ausführungen zum Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG 2010) basieren im Wesentlichen auf der rechtlichen Stellungnahme von Möller/Michler (2011) und deren Veröffentlichung in Natur und Recht (Michler/Möller 2011), die als Anhang 11.2 Bestandteil dieses Schlussberichtes sind.

Die Ausführungen zum Entwurf der Bundeskompensationsverordnung (BKompV) beziehen sich in erster Linie auf die Kommentierungen der Ausführungsbestimmungen der Anhänge durch Wagener et al. (2013). Auch diese Kommentare sind Bestandteil des vorliegenden Schlussberichtes (Anhang 11.2) und wurden zeitnah auf der Projekthomepage veröffentlicht:

<http://www.landnutzungsstrategie.de/elke/ergebnisse/phase-iii-umsetzung-erprobung-und-erforschung/>

Der aktuell bestehende Kabinettsentwurf vom 19.04.2013 wurde im Auftrag des BMELV erneut kommentiert und mit Vorschlägen versehen. Diese Ausführungen wurden nicht veröffentlicht. Der Beratungsprozess wurde kontinuierlich seit Sommer 2012 umgesetzt und aktuell fortgeführt.

Im Ergebnis nahm der aktuelle Referentenentwurf viele Vorschläge aus ELKE bzw. dem BMELV auf, insbesondere hinsichtlich ein- und überjähriger Gemenge (z.B. Getreide-Leguminosen-Öl-Gemenge, (Wild)kräutergemenge) und Grünland. Allerdings besteht immer noch Handlungsbedarf bei den modernen Agrargehölzen. Die Berücksichtigung dieser aussichtsreichen Kulturen ermöglicht eine Erweiterung des Maßnahmenspektrums der BKompV und der Kooperationsmöglichkeiten mit der Landwirtschaft.

4.2.5.1 Zielsetzung & Hypothesen

Durch diverse Baumaßnahmen werden überwiegend landwirtschaftliche Nutzflächen umgewidmet. Da die daraus resultierenden naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen ebenfalls auf diesen Flächen Anwendung finden, kommt es aus Sicht der Landwirtschaft, zu einem zweifachen Flächenverlust. Zum einen durch die Baumaßnahme selbst und zum anderen durch die Kompensationsmaßnahmen. Um aufzuzeigen, dass sich die Interessen der Landwirtschaft und die des Naturschutzes nicht entgegen stehen und um die Kontroversen in beiden Bereichen zu entschärfen, wird in diesem Forschungsvorhaben die Hypothese verfolgt, dass der Ausbau naturschutzdienender Flächen nicht zum Verlust von landwirtschaftlichen Nutzflächen führen muss. Ziel ist es, die Kompensationsflächen nach wie vor landwirtschaftlich zu nutzen, darüber hinaus aber die Flächen ökologisch aufzuwerten. Daraus ging die Frage hervor, ob extensive flächige Landnutzungsstrategien auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen als Teil einer produktionsorientierten praktischen Naturschutzstrategie geeignet sein können, um sowohl die Nutzungsansprüche der Landwirtschaft einerseits als auch die des Naturschutzes andererseits auf derselben Fläche zusammen zu führen.

Überdies tritt auch die Frage auf, welche rechtlichen Rahmenbedingungen relevant sind. Zu beachten sind das BNatSchG, die Naturschutzgesetze der Bundesländer und das BauGB. Auch das BNatSchG sieht in der Korrelation Landwirtschaft und Naturschutz keine Diskrepanz. Somit geht der Leitgedanke des ELKE-Projektes, die gleichzeitige Flächennutzung zum Anbau nachwachsender Rohstoffe und für Zwecke des Naturschutzes, mit der Intention des BNatSchG einher und wird ferner, bezogen auf die Eingriffsregelung, durch die Neuregelung des § 15 BNatSchG unterstützt.

4.2.5.2 Stand des Wissens

Der grundlegende rechtliche Rahmen für den Erfolg von ELKE ergibt sich aus den Bestimmungen der naturschutz- und baurechtlichen Eingriffsregelung. Am 01.03.2010 trat das neue Bundesnaturschutzgesetz in Kraft. Dieses brachte in einigen Bereichen, als nunmehr unmittelbar geltendes Recht, nicht nur detailliertere Regelungen, sondern auch inhaltliche Änderungen und verdrängte zahlreiche landesrechtliche Regelungen.

Aus diesem Grund war die Anfertigung einer rechtlichen Stellungnahme nach der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes von 2010 notwendig, die von Möller/Michler im August 2011 vorgelegt

und auf der Internetseite der Projekthomepage zeitnah veröffentlicht wurde. Bereits im Februarheft 2011 der Zeitschrift Natur und Recht (NuR) wurden grundlegende Änderungen der Eingriffsregelung durch das BNatSchG 2010 durch Michler/Möller veröffentlicht. Die Ausführungen von Michler et al. (2007) zum Baugesetzbuch sind immer noch uneingeschränkt gültig.

Aktuell gibt es für Deutschland kein einheitliches, anerkanntes Bewertungsverfahren für Eingriffe in Natur und Landschaft. Der zuständige LANA-Ausschuss Eingriffsregelung und Landschaftsplanung (Jansen 2011) teilte diesbezüglich mit: „... Da es in den Bundesländern eine Vielzahl von Bewertungsverfahren gibt, sollte ein Vergleich unterschiedlicher Standorte, Anlagen und Vorgehensweisen bei Kurzumtriebsplantagen in erster Linie auf fachlich-inhaltliche Beschreibungen und den Erfassungsergebnissen beruhen, ohne dass hierfür ein förmliches Bewertungsverfahren zugrunde gelegt wird. ...“

Die Bundeskompensationsverordnung soll ein verbindliches Bewertungsverfahren für Eingriffe in Natur und Landschaft in Deutschland vorschreiben, allerdings ist derzeit unklar, ob und wann diese Verordnung in Kraft tritt. Ob und inwieweit die Bundesländer diese Regelung dann mit eigenen Ausführungsbestimmungen weiter untersetzen, ist aktuell ebenfalls unklar. Jedoch zeigte Bayern bereits vor Inkrafttreten des Bundesrechts wie eine Länderregelung aussehen könnte (Bayerische Kompensationsverordnung, kurz BayKompV, Inkrafttreten 01.07.2014).

Konsens besteht in der Benennung der Schutzgüter (LANA 1996a, S. 36¹¹), die in ELKE aufgegriffen und erweitert wurden (Wagener et al. 2010b, siehe Kapitel 5.1).

4.2.5.3 Methoden

Um eine rechtliche Stellungnahme zum neuen Bundesnaturschutzgesetz abgeben zu können, war es notwendig, die Änderungen zur rechtlichen Stellungnahme von 2007 herauszuarbeiten. Daher wurden zunächst die neuen Regelungen mit den alten verglichen und dabei auf verschiedene Quellen, wie Fachliteratur, Fachaufsätze sowie die Gesetzesmaterialien zurückgegriffen und analysiert.

4.2.5.4 Ergebnisse & Diskussion

Praktischer Ansatzpunkt für die Etablierung der in ELKE verfolgten Mehrnutzungssysteme ist die (naturschutzrechtliche) Eingriffsregelung wie sie im Baugesetzbuch (BauGB) und im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) verankert ist. Die Erhebung ökologischer und rechtlicher Grundlagen in der ersten Projektphase hat ergeben, dass zum einen Einzeluntersuchungen die Qualität von extensiven Anbausystemen belegen und zum anderen die rechtlichen Grundlagen zum Einsatz dieser Systeme in Kompensationsmaßnahmen gegeben sind (detailliert in Michler et al. 2007, Möller/Michler 2011, vgl. dazu auch Czybulka et al. 2012).

Das neue BNatSchG, welches 2010 in Kraft getreten ist, erleichtert durch eine im Gegensatz zur alten Fassung flexibleren Eingriffskompensation den Einsatz und die Anerkennung der in ELKE verfolgten

¹¹ „[...] In den Naturschutzgesetzen angelegt, teilweise in anderen, verwandten Gesetzen weiter ausgeführt (vgl. UVPG), in der Rechtsprechung und in vielen Verfahren angewandt, ist die Unterscheidung der sogenannten Schutzgüter: Arten und Lebensgemeinschaften, Boden, Wasser, Klima/Luft (und Landschaftsbild). Darüber hinaus besteht weitgehender Konsens, dass zur Beurteilung der einzelnen Schutzgüter nach Funktionen zu unterscheiden ist. [...]“

landbaulichen Systeme. Die Ziele nach § 1 BNatSchG können als Orientierung bei der Ausgestaltung von Kompensationsmaßnahmen dienen. In § 1 Abs. 3 Nr. 4 BNatSchG heißt es, dass „[...] zur dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts [vgl. § 1 Abs. Nr. 2 BNatSchG] [...] insbesondere [...] Luft und Klima auch durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege zu schützen“ sind und „[...] dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung insbesondere durch zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien [...] eine besondere Bedeutung“ zukommt. Möller/Michler (2011) stellen dazu weiter fest, dass „[...] der dem ELKE-Projekt zugrunde liegende Gedanke der gleichzeitigen Flächennutzung zum Anbau nachwachsender Rohstoffe und des Naturschutzes, durchaus auch mit dem Willen des Gesetzgebers vereinbar ist und in Bezug auf die Eingriffsregelung zudem durch die neue Regelung des § 15 Abs. 3 BNatSchG flankiert wird [...]“.

Dieser neue Prüfauftrag nach § 15 Abs. 3 BNatSchG legt fest: „Es ist vorrangig zu prüfen, ob der Ausgleich oder Ersatz auch durch Maßnahmen zur Entsiegelung, durch Maßnahmen zur Wiedervernetzung von Lebensräumen oder durch Bewirtschaftungs- oder Pflegemaßnahmen, die der dauerhaften Aufwertung des Naturhaushalts oder des Landschaftsbildes dienen, erbracht werden kann, um möglichst zu vermeiden, dass Flächen aus der Nutzung genommen werden.“ Diesem vorsichtig formulierten Prüfauftrag haben die zuständigen Behörden im Rahmen ihres fachlichen Beurteilungsspielraums bei der Bewertung bzw. Konzeption von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zukünftig Rechnung zu tragen (Michler 2009, Möller/Michler 2011).



Abbildung 37: Neuregelungen in der Prüfungskaskade des BNatSchG 2010 und der möglichen Operationalisierung in der Praxis.

Für die praktische Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen gilt bundesweit der allgemeine Grundsatz nach § 13 S. 2 BNatSchG (vgl. dazu auch die Operationalisierung nach BauGB § 135, 135 a-c). Die Lockerung des Verhältnisses von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen kommt den

sogenannten Flächenpool- bzw. Ökokontomaßnahmen des neuen § 16 BNatSchG zugute und damit auch der Etablierung der in ELKE verfolgten Landnutzungsstrategien (siehe Abbildung 37).

Möller/Michler (2011) resümieren in ihrer Stellungnahme aus rechtlicher Sicht abschließend: „Für den Erfolg von ELKE werden daher die Feststellungen in Bezug auf die tatsächlichen Aufwertungen maßgeblich sein, um von der Eignung der Maßnahmen zu überzeugen. Der Gesetzgeber hat aber die grundsätzliche Eignung solcher Maßnahmen durch die Neuregelung ausdrücklich bekräftigt.“

In der Praxis werden i.d.R. durch die zuständigen Ministerien (bzw. deren nachgeordneten Fachbehörden) differenzierte Anwendungsvorschriften als (behördliche) Arbeitshilfen herausgegeben. Im Rahmen der Standortbegleitung wurde deutlich, dass die in ELKE verfolgten modernen Kulturen i.d.R. nicht in diesen Anwendungsvorschriften und Biotoplisten differenziert vertreten sind. Allein dieser Umstand führte in einzelnen Fällen zu der von Genehmigungsbehörden geäußerten Auffassung, dass derartige Kulturen grundsätzlich nicht anerkannt werden können. Denn diese sind nicht Gegenstand und Ziel der gebräuchlichen Handlungsanweisungen (auch wenn diese Ausarbeitungen z.T. mehr als 10 Jahre alt sind und nicht weiterentwickelt wurden). Diese Auffassung bevorzugt die Handlungsvorschrift gegenüber der tatsächlich nachgewiesenen Qualität der Lebensräume.

Aus diesem Grund sind die tatsächlich nachgewiesenen Tier- und Pflanzenarten im Raumvergleich eine notwendige Voraussetzung für die ökologische Bewertung der Kulturleistungen und die Weiterentwicklung der gebräuchlichen Anwendungsvorschriften in den Ländern (als Grundlage des Verwaltungsvollzuges). Die BKompV ist als deutschlandweite Norm hilfreich, auch wenn davon auszugehen ist, dass die Bundesländer diese nochmal untersetzen werden. Aus diesem Grund sollte diese Norm möglichst klare und detaillierte Anwendungsvorschriften enthalten, die im Kern durch die Bundesländer nicht verändert, sondern nur weiter präzisiert werden können. Von besonderem Interesse ist die stete Weiterentwicklung und Qualitätssicherung von Kompensations- und Naturschutzmaßnahmen. Dies bezieht sich zum einen auf den Effizienzgedanken aus der Ökonomie (z.B. Czybulka et al. 2012, S. 73 ff.) und zum anderen auf die notwendige Weiterentwicklung derartiger Praktiken durch die kritische Diskussion systematischer Erfolgskontrollen in den Bundesländern (z.B. Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz 2005).¹²

Aktuell entzieht sich die Praxis der Kompensation in Deutschland i.d.R. einer systematischen und objektiven naturwissenschaftlichen (feldbiologische Datenerhebung Soll/Ist) und ausführungstechnischen (Planumsetzung, Unterhaltung/Nutzung/Pflege und Realzustand) Überprüfung und daraus hergeleiteten Bewertung (Zielerreichungsgrad). Auch hier kann und sollte die BKompV eine Norm zur Erfassung und Evaluierung festsetzen.

¹² Derartige Evaluierungen zielen v.a. auf rechtliche (Landesgesetz/Verordnungen) und verwaltungstechnische Aspekte (Verwaltungshandeln) und sind in der öffentlich bereitgestellten Fassung i.d.R. unter wissenschaftlichen Maßstäben methodisch nicht ausreichend dargestellt (z.B. bei Befragungen fehlende Fragebögen oder objektive Ermittlung des Stichprobenumfangs: siehe <http://www.luwg.rlp.de/icc/luwg/nav/d40/d40520c7-6e41-c013-3e2d-cfc638b249d6&uTem=4fd5098f-71b1-5401-be59-265f96529772&uCon=b7c404a2-eb88-3c01-33e2-dcfc638b249d.htm>).

4.2.6 Landschaftsplanung

Die Raumordnung und Landschaftsplanung ist geeignet, durch die Bereitstellung regional- und landschaftsplanerischer Grundlagen den aktuellen Transformationsprozess der Energiewende zu steuern und im besten Fall darüber hinaus ein wichtiger Bestandteil des andauernden Prozesses „Kulturlandschaftsentwicklung“ zu sein (vgl. BMVBS/BBR 2006, BfN et al. 2011). Allerdings müssen die verwendeten Methoden zur Integration der Energiewende in die Landschaft laufend erweitert und zielgerichtet auf den Handlungsbedarf entwickelt werden (vgl. Wagener 2013a). Hier ist ein offensichtlicher Handlungsbedarf gegeben, der aktuell kontrovers diskutiert wird (siehe z.B. BBN 2013 und Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung der TU Dresden 2013).

In Hinsicht auf die konkreten Eingriffe gilt es frühzeitig grundlegende Konflikte zu vermeiden und durch die Kompensationsleistung im Raum zu minimieren. Dazu können Festsetzungen in den Planwerken als Rahmenbedingungen zur Steuerung der Kompensation genutzt werden.

Ziel dieser Untersuchung war die Prüfung der Modellflächen aus Sicht der Landschaftsplanung hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit gemäß den Zielsetzungen des Projektvorhabens ELKE. Hierfür wurden die vorherrschenden planerischen Festlegungen auf den einzelnen Standorten erfasst und bewertet.

So wurde insbesondere geprüft, inwiefern planerische Belange der Erzeugung nachwachsender Rohstoffe als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der naturschutz- wie baurechtlichen Eingriffsregelung widersprechen oder, ob im Gegensatz dazu, mit derartigen Maßnahmen Instrumente zur Erreichung planerischer Zielsetzungen geschaffen werden können.

Die Arbeiten starteten unmittelbar mit Beginn der Projektphase III. Somit wurde gewährleistet, dass frühzeitig Widersprüche gegen bestehende planerische Vorgaben bei der Durchführung des Projektvorhabens ELKE festgestellt werden konnten. Würde dieser Fall eintreffen, hätte das Projektteam der betroffenen Modellfläche entsprechend der dann ermittelten Handlungserfordernisse gegensteuern können, beispielsweise mit einer angepassten Anbauplanung.

Ein frühzeitiger Abschluss der Auswertungen war für die drei Modellflächen in Freising, Marpingen und Spelle möglich. Aufgrund der kurzfristigen Festlegung auf den vierten Standort Allendorf, anstelle eines Standorts in der Zülowniederung, konnte die inhaltliche Bewertung des Standorts Allendorf erst mit Erstellung des 1. Zwischenberichts abgeschlossen werden. Insofern erfolgte eine Bearbeitung der Fragestellung bestmöglich im Rahmen der ursprünglichen Arbeits- und Zeitplanung. Die bis dato vorliegenden Ergebnisse zur Landschaftsplanung wurden auf dem ELKE-Gesamtworkshop am 10.03.2011 in Spelle präsentiert und innerhalb der Projektgruppe diskutiert.

Zunächst wurden als Untersuchungsgrundlage gemeinsam mit den regionalen Akteuren die in den jeweiligen Modellflächen vorliegenden Planwerke u.ä. zusammengetragen. Ziel war es, bestehende planerische Festsetzungen zu identifizieren, die in Verbindung mit der praktischen Umsetzung des ELKE-Vorhabens stehen. In der nachstehenden Übersicht (vgl. Tabelle 21) sind die in einem Untersuchungsraum bestehenden Planwerke mit einem Kreuz gekennzeichnet, die entsprechende

planerische Vorgaben treffen. Hierbei wird deutlich, dass sich die Ausgangslage bzw. die Bewertungsgrundlage zwischen den einzelnen (Modell-) Flächen sehr differenziert darstellt.

Tabelle 21: Untersuchungsrelevante Planwerke in den Modellregionen.

Modellfläche		Regionalpl.	Bauleitplanung				Sonstiges
		LRP	FNP	LP	B-Plan	GP	
Allendorf		/	x	x	/	/	(LSG, VSG, FFH)
Freising	Hallbergmoos	/	x	(x)	x	x	LSG, Konzept Flugh. München
	Neufahrn	/	/	x	/	/	LSG
	Pulling	/	x	(x)	/	/	LSG
	Scheyern	/	x	(-)	/	/	/
Marpingen		/	x	(x)	/	/	NSG, LSG
Spelle	Feldweg	x	x	x	/	/	/
	Kranenmoorstraße	x	x	x	/	/	NSG
	Zur Mühle	x	x	x	/	/	(NSG)

LRP: Landschaftsrahmenplan - LP: Landschaftsplan - GP: Grünordnungsplan

Zeitraum der Erstellung:

1980er

1990er

2000er

Im anschließenden Arbeitsschritt wurden die vorliegenden planerischen Festlegungen auf den Modellflächen ausgewertet. Die gewonnenen Erkenntnisse stammen vordergründig aus Kennzeichnungen in Karten, textlichen Festsetzungen und weiteren ergänzenden Vorgaben, insbesondere aus Schutzgebieten.

Abschließend erfolgte für die jeweiligen Modellflächen eine Bewertung der identifizierten Festlegungen. Hierfür wurden die Planungserfordernisse in Bezug auf die konkrete ELKE-Maßnahme benannt. Zentrales Ergebnis ist hierbei, dass für keine der Modellflächen aus Sicht der Landschaftsplanung Widersprüche festgestellt wurden, die der Umsetzung des ELKE-Vorhabens entgegenstehen. Deutlich wurde jedoch auch, dass dieser positiven Bewertung zwei unterschiedliche Konstellationen zugrunde liegen.

Einerseits gibt es Sachlagen, bei denen mehr oder weniger keine planerischen Festsetzungen mit Bezug auf das ELKE-Vorhaben ermittelt werden konnten.¹³ Dementsprechend wäre in diesen Fällen zukünftig eine Formulierung weiterreichender Leitbilder, Festsetzung konkreter Ziele u.ä. möglich, die entsprechend dem Ziel des Projektes ELKE in Verbindung mit der Erzeugung nachwachsender Rohstoffe als Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme gebracht werden können.

Andererseits sind derartige Festsetzungen in einzelnen Planwerken bereits formuliert. So werden beispielsweise konkret „waldartige Anpflanzungen“, „Pufferstreifen entlang von Entwässerungsgräben“, „mehrreihige Hecke mit je 3 bis 5 m breiten Feld- und Wiesenrainen“ oder eine „Erhaltung, Sicherung und Wiederherstellung; Ausbau des Biotopverbundsystems“ gefordert. Diese Beispiele verdeutlichen zudem auch die Chance des ELKE-Vorhabens, Umsetzungsinstrumente für die Erreichung derartiger Festsetzungen zu schaffen.

Wie oben bereits genannt, führen schließlich beide Konstellationen dazu, dass aus Sicht der Raumplanung kein planerischer Widerspruch vorliegt. Für beide Fälle gilt jedoch die Anforderung, teilweise auch aufgrund der stark theorisierten Darstellung, zukünftig bei der Fortschreibung der

¹³ Beispielsweise gibt es Flächen, für die neben der Ausweisung als landwirtschaftliche Fläche keine weiteren Zielvorgaben o.ä. getroffen werden.

Planwerke eine Weiterentwicklung der Leitbilder, Ziele, Maßnahmen etc. entsprechend dem heutigen Wissenstand zu vollziehen. Für das Projekt ELKE ergibt sich hieraus folglich sowohl die Chance als auch die Herausforderung, zukünftig verstärkt zu kommunizieren, dass Maßnahmen im Sinne des ELKE-Projektes als Umsetzungsinstrument für die Planungsebene zu sehen sind und damit zugleich eine Kombination von Naturschutz- und Landnutzungsinteressen möglich ist.

4.2.7 Zertifizierung

Produktionsintegrierte und „produktive“ Kompensationsmaßnahmen (Kapitel 2.3.2 und 2.3.3) sind in den letzten Jahren verstärkt diskutiert worden und erhalten auch in zunehmendem Maße Einzug in die Praxis. Verschiedene Arbeitsgruppen (vgl. u.a. Czybulka et al. 2012 und Arbeitskreis PIK 2013) verweisen in diesem Zusammenhang auf die vielen Chancen, die mit derartigen Maßnahmen verbunden sind, aber auch auf die Risiken, die sich unter anderem aus dem Zielkonflikt der Ertragsoptimierung einer landwirtschaftlichen Nutzung einerseits und den ökologischen Zielen andererseits ergeben.

Um die planmäßige Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen nach dem „Prinzip ELKE“ sicherzustellen, wurde daher im Rahmen des Projektes ein Zertifizierungssystem entwickelt und erprobt, welches zudem auch für eine Weiterentwicklung der Vollzugspraxis bei der Transparenz und Kontrolle von Kompensationsmaßnahmen im Allgemeinen genutzt werden kann. Durch die Novellierung des Bundesnaturschutzgesetzes in 2009 hat der verfolgte Ansatz an Gewicht gewonnen, da eine generelle Anpassung des rechtlichen Rahmens zugunsten produktionsintegrierter Kompensationsmaßnahmen erfolgt ist, so dass sich ein genereller Bedarf für ein solches System – über die in ELKE betrachteten Maßnahmen hinaus – abzeichnet.

4.2.7.1 Zielsetzung & Hypothesen

Ziel des Arbeitsbereiches Zertifizierung im ELKE-Projekt war die Entwicklung und Erprobung eines Zertifizierungssystems, welches der Einhaltung von Bewirtschaftungsauflagen für extensive Landnutzungssysteme als Kompensationsmaßnahmen sicherstellen soll. Gegenstand der Zertifizierung ist damit nicht die Qualität der ökologischen Leistungen und damit die Zielerreichung der Maßnahmen, sondern die Gewährleistung einer vertragsgemäßen Bewirtschaftung und deren Nachvollziehbarkeit (vgl. Wagener et al. 2010b).

Dabei ging es darum, ein System zu entwickeln, welches die öffentliche Verwaltung entlastet, indem es grundlegende und wiederkehrende Arbeiten übernimmt, und zugleich kosteneffizient sowie mit geringem bürokratischem Aufwand betrieben werden kann.

4.2.7.2 Stand des Wissens

Ausgangspunkt der Arbeiten war die Zertifizierung landwirtschaftlicher Betriebe nach dem EU-Bio-Standard, da zahlreiche Parallelen zu den ELKE-Maßnahmen bestehen. So ist die Umsetzung der „produktiven Kompensationsmaßnahmen“ in der Regel ähnlich wie der Bio-Anbau mit dem Verzicht auf chemisch-synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel verbunden. Die EU-Bio-Zertifizierung ist

für zahlreiche ökologisch wirtschaftende Betriebe die Grundlage für die Teilnahme an den entsprechenden Förderprogrammen der Länder, so dass auch dieses System dem Ausgleich einzelbetrieblicher und gesellschaftlicher Interessen dient. Die Zertifizierung erfolgt durch privatwirtschaftliche Kontrollstellen, welche durch die jeweiligen Landesbehörden akkreditiert werden. Um die Qualität sicherzustellen, erfolgt die Akkreditierung in der Regel in Anlehnung an den Standard EN 45011, worin u.a. Anforderungen an die Sachkunde und Dokumentation von Zertifizierungsstellen festgelegt sind. Sowohl die Bio-Zertifizierung als auch die im Folgenden vorgestellten Ansätze aus ELKE heraus zielen auf die Sicherung der Prozessqualität ab und dienen dazu, öffentliche Aufgaben an private Kontrollstellen zu delegieren, um den Verwaltungsaufwand und die Kosten zu senken.

4.2.7.3 Methoden

Um Erfahrungen zur Durchführung eines Zertifizierungsprozesses für produktive Kompensationsmaßnahmen zu sammeln, wurden an den Modellstandorten im Zusammenwirken mit den Standortkoordinatoren Kontrollen simuliert.

In einem ersten Schritt wurden hierfür Dokumente entwickelt, anhand derer Informationen zu den Maßnahmen und den damit verbundenen Anforderungen gesammelt werden können. Die Grundstruktur der entwickelten Dokumente wurde – stark vereinfacht – an die Zertifizierung nach EG-Bio-Verordnung angelehnt. Basis des Zertifizierungsprozesses war die jeweilige Anbauplanung an jedem der Standorte, wie sie von den Akteuren vor Ort (Bewirtschafter, Träger, Behörden) abgestimmt wurde. Als eigentliche Kontrollunterlagen wurden zum einen Bögen zur Kontrollvorbereitung, die vom Träger der Maßnahme – im Projekt waren dies die Modellprojektkoordinatoren – vorab ausgefüllt werden mussten, und zum anderen ein „Inspektionsbericht“, worin die Einhaltung der vereinbarungsgemäßen Bewirtschaftung dokumentiert wurde, entwickelt. Analog zu den Anforderungen der EN 45011 wurden beide Dokumente zum Abschluss des Zertifizierungsprozesses nach dem „Vier-Augen-Prinzip“ von einer dritten Person in der Kontrollstelle begutachtet.

In 2011 und 2012 fand jeweils eine Bereisung der Standorte durch den Kontrollverein zur Erprobung der Ansätze für ein Zertifizierungssystem statt. Während im ersten Durchgang 2011 die Praxistauglichkeit des Konzeptes und der entwickelten Unterlagen im Vordergrund stand, ging es in 2012 darum, den zeitlichen Kontrollaufwand und damit die Kosten eines solchen Systems erneut abzuschätzen. Die Kontrollen im Projekt fanden unter Beteiligung der Modellkoordinatoren, angelernter Inspektoren des Kontrollvereins und des IfaS statt, um eine intensive Einpassung ins Gesamtprojekt zu erreichen.

4.2.7.4 Ergebnisse & Diskussion

Wie sich bei den Probekontrollen zeigte, konnten die organisatorischen und inhaltlichen Anforderungen von den Koordinatoren an den Modellstandorten gut überblickt werden. Praktische Herausforderungen lagen lediglich in fachlichen Einzelheiten.

Die lückenlose Dokumentation der Etablierung und Bewirtschaftung der Kulturen über Zukauf- und Erntebelege sowie die betriebliche Buchführung bzw. Schlagkarteien stellte für die Koordinatoren in der Regel kein Problem dar. Einzelne Mängel in der Dokumentation, beispielsweise fehlende Belege

zum Zukauf von Saat- und Pflanzgut und dessen Herkunft, können in der Regel rasch geklärt werden. Als schwierig in der Beurteilung bei den Probekontrollen erwiesen sich z.B. Ausfälle bei den herbizidfrei begründeten Agrarholzpflanzungen in 2011. Durch einen hohen Unkrautdruck bei gleichzeitig geringer Wuchshöhe der Bäume war eine erfolgreiche Etablierung der Bestände zum Teil kaum zu beurteilen. Naheliegend ist hier die Anpassung der Kontrollfrequenz an sinnvolle Rhythmen, die eine den jeweiligen Kulturen angepasste Beurteilung ermöglichen. Insbesondere bei den Gehölzen kann hier im Gegensatz zu den einjährigen Kulturen eine Kontrolle in 2-3jährigem Abstand nach der Etablierungsphase sinnvoll sein.

Grundsätzlich traten bei den Probekontrollen vor allem Unklarheiten auf, wenn der Anbau vor Ort von der vorherigen Planung abwich. Um derartigen Herausforderungen gerecht zu werden, sollte die Planung von Kompensationsmaßnahmen Regelungen zu Abweichungsmöglichkeiten enthalten. Ungeachtet der verschiedenen möglichen Gründe für derartige Abweichungen, die im Untersuchungszeitraum hauptsächlich dem Versuchscharakter des Projekts geschuldet waren, bedarf es für die breite Praxiseinführung entsprechender Vorgaben, die sofern sie nicht bereits durch Bundesrecht abgedeckt sind, auf Landesebene oder durch vertragliche Bestimmungen vor Ort getroffen werden sollten.

Werden gegenüber der Planung Veränderungen umgesetzt, etwa bei der Wahl der Baumartenzusammensetzung aufgrund mangelnder Verfügbarkeit regionalen Pflanzguts, ist dies i.d.R. über Zukaufbelege dokumentiert. Die Fragen, ob diese Anpassungen z.B. gemeldet oder beantragt werden müssen sowie in welchem Maße und durch wen ggf. Korrekturen zu erbringen sind, sollte Gegenstand der Vereinbarungen vor Ort sein. Auch zu den Folgen und Zuständigkeiten bei Ausfällen von Pflanzungen oder Aussaaten sollten entsprechende Regelungen getroffen werden.

Bei standortübergreifenden Themen für Kompensationsmaßnahmen mit der Landwirtschaft erscheint es sinnvoll, bestimmte zentrale Vorgaben auf Landesebene zu regeln, der Rahmen hierfür wird künftig möglicherweise durch die Bundeskompensationsverordnung bereits auf Bundesebene vorgegeben sein.

Tabelle 22: Dauer der Probekontrollen an den Modellstandorten.

Standort	gesamt	Kontrollbögen	Flächen
2011			
Allendorf	1,75	1,25	0,50
Freising	1,75	0,50	1,25
Marpingen	2,25	1,25	1,00
Scheyern	1,25	0,50	0,75
Spelle	2,50	1,00	1,50
2012			
Allendorf	1,33	0,33	1,00
Freising	1,75	0,25	1,50
Marpingen	1,67	0,67	1,00
Scheyern	0,67	0,25	0,42
Spelle	2,00	0,50	1,50
Durchschnitt	1,69	0,65	1,04

Der zeitliche Aufwand der Probekontrollen entsprach mit durchschnittlich knapp 1,7 Stunden der bereits im Vorfeld erwarteten Dauer von ca. 1,5 bis 2 Stunden. Den größeren Anteil an der Kontrollzeit nahm dabei in nahezu allen Fällen die Begehung der Flächen ein, das Ausfüllen der Kontrollunterlagen vor und nach der Begehung fiel in der Regel kürzer aus (Tabelle 22).

Unterschiede zwischen den Standorten bei der Flächenbegehung ergaben sich vor allem aufgrund der Lage der Flächen zu den Bürostandorten der Koordinatoren einerseits und zueinander andererseits. Während die Standorte Allendorf, Marpingen und Scheyern über weitgehend arrondierten Flächen verfügen, waren die Modellflächen in Freising und Spelle auf mehrere Standorte im Landkreis Freising bzw. in der Samtgemeinde Spelle verteilt.

Ein zusätzlicher Zeitaufwand bei der Flächenbegehung und beim Ausfüllen der Dokumente kam trotz der arrondierten Flächen im Falle eines großen Flächenumfangs (Marpingen) und einer hohen Vielfalt der angebauten Kulturen (Marpingen und Spelle) zustande.

Insgesamt zeigt der Jahresvergleich, dass der Aufwand von 2011 auf 2012 fast durchweg reduziert werden konnte. Beim Ausfüllen der Kontrollbögen zeigte sich vor allem der erhöhte Aufwand im Etablierungsjahr 2011, an dem fast alle Dauerkulturen an den Standorten gepflanzt wurden, weswegen von einem höheren Dokumentationsaufwand ausgegangen werden kann. Es kann zudem gefolgert werden, dass das entwickelte System noch von „Lernfortschritten“ profitieren kann, die eine weitere Präzisierung sowie Zeit- und Kostenersparnis ermöglichen.

Die Kosten für die Kontrolle und Zertifizierung der ELKE-Modellstandorte liegen, wenn man von einer größeren Anzahl derartiger Maßnahmen und damit von kürzeren Anfahrtswegen ausgeht, zwischen 250 und 400 Euro zzgl. MwSt. pro Standort. Diese Summe umfasst die Kontrolle vor Ort inklusive Vor- und Nachbereitung sowie die Ausstellung des Zertifikats gegenüber dem Maßnahmenträger bzw. der zuständigen Behörde.

Wird die Kontrolle von Kompensationsmaßnahmen auf Ebene der Bewirtschafter bzw. Maßnahmenträger mit ähnlichen Kontrollsystemen wie z.B. der Biokontrolle kombiniert durchgeführt,

sind Kosteneinsparung in Höhe von 30 bis 40% möglich. Der Modellstandort Marpingen, an dem die ÖFM nach dem EU-Bio-Standard zertifizierte Modellflächen bewirtschaftet, zeigt dass diese Überlegung in Einzelfällen durchaus praxisrelevant sein kann.

Insgesamt haben die Erfahrungen aus der Erprobung gezeigt, dass ein Zertifizierungssystem für produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen praktikabel ist und zeit- und kosteneffizient umgesetzt werden kann. Die Kosten für die Zertifizierung, die ergänzend zu der bislang rein behördlichen Kontrolle von Kompensationsmaßnahmen eingesetzt werden kann, sind bezogen auf die Gesamtkosten von Kompensationsmaßnahmen (Planung, Genehmigung, Anlage und Bewirtschaftung) überschaubar.

Im Kontext des ELKE-Projektes sowie im Gesamtkontext produktionsintegrierter Kompensationsmaßnahmen ist eine Praxiseinführung des erprobten Systems, beispielsweise durch eine Akkreditierung privatwirtschaftlicher Zertifizierungssysteme auf Ebene der Bundesländer, denkbar. Wie eine Verankerung derartiger Zertifizierungssysteme, beispielsweise auf Landesebene, im Detail aussehen kann, muss im Dialog mit den zuständigen Landesbehörden geklärt werden. Der ELKE-Projektverbund kann aufgrund der Arbeiten im ELKE-Projekt zentrale Grundlagen für die Implementierung eines solchen Systems beitragen.

Eine derartige Struktur kann aufgrund Ihrer einheitlichen Datenerfassung weitere Grundlagendaten z.B. für die Flächenstatistik des Naturschutzes und der Landwirtschaft liefern (siehe Kapitel 2.2.3). Insofern kann eine einheitliche Qualitätssicherung auch belastbare Daten für erfolgreiche Kooperationen des Naturschutzes mit der Landwirtschaft liefern und so im Endeffekt politische Entscheidungen mit fundierten Daten vorbereiten.

4.3 Begleitforschung Boden, Wasser, Klima

Extensive Anbausysteme wie einjährige, überjährige krautige Kulturen bis hin zu Dauerkulturen wie Agrarhölzer, Agroforstsysteme oder Großgräser stellen eine wesentliche Option für produktive Ausgleichsflächen dar. Für die Umsetzbarkeit und Akzeptanz dieser Landbausysteme ist es auch wichtig, die Potenziale des abiotischen Ressourcenschutzes, insbesondere die C-Sequestrierung zu kennen. Durch eine verbesserte Humusbildung können Böden mehr Kohlenstoff einlagern und somit die Ertragsfunktion und den Klimaschutz verbessern. Langfristig können daher extensive Anbausysteme durch Akkumulation von Humus zur C-Sequestrierung und damit auch zur Restauration degradierter Böden beitragen. Durch die langfristige (stabile) Anreicherung von Kohlenstoff in Böden werden zudem wichtige Beiträge für den Erhalt oder die Wiederherstellung der Puffer- und Filterfunktion (Schutzgut Boden) und den Klimaschutz (Schutzgut Luft/Klima) geleistet.

Ziel dieser Begleitforschung ist die Identifizierung des langfristigen Kohlenstoffumsatzes, der C-Sequestrierung, der Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit bis hin zum Humushaushalt der extensiven Kultursysteme. Insbesondere der Übergang von der „konventionellen“ Landwirtschaft zu den neuen Nutzungssystemen liegt im Fokus des Interesses. Denn im Kontext einer Aufwertungsfähigkeit wie auch Bedürftigkeit von Ackerschlägen im Sinne der Kompensationsregelung in Deutschland müssen

Verbesserungen durch den Anbau der in ELKE verwendeten Kulturen nachgewiesen werden und den Schutzgütern des Naturschutzes zugeordnet werden.

4.3.1 Basismessprogramm Boden (Kaja Rehbein, Alexandra Sandhage-Hofmann, Wulf Amelung, Julia Huber, Harald Schmid, Claudius Birke, Kurt-Jürgen Hülsbergen, Anna Slazak, Christian Böhm, Maik Veste)

4.3.1.1 Zielsetzung & Hypothesen

In den Modellregionen wurde einmal jährlich ein Basismessprogramm „Boden“ durchgeführt. Dieses diente zunächst der bodenkundlichen Grundcharakterisierung der einzelnen Standorte. Die regelmäßig erfassten Parameter umfassten verschiedene Pflanzennährstoffe. Neben C_{org} , N_t , P, K, pH und N_{min} zur Charakterisierung des Nährstoffpools wurden zu Beginn des Projektes physikalische Parameter erfasst. Hierzu zählte die scheinbare elektrische Leitfähigkeit zur Überprüfung der Bodenheterogenität, außerdem die Bodentextur und die Lagerungsdichte. Das Institut für Bodenwissenschaften der Universität Bonn betreute im Rahmen des Projektes die Modellregionen Marpingen und Spelle. Untersuchungen am Standort Allendorf wurden durch die BTU Cottbus durchgeführt.

Methoden und Ergebnisse zum Standort Scheyern, der durch die TU München beprobt und untersucht wurde, sind separat im Kapitel 4.3.4 dargestellt.

4.3.1.2 Methodik

Nach der Grundcharakterisierung, die in Marpingen im Frühjahr 2009 und 2010 und in Spelle im Herbst 2010 erfolgte, wurden auf festgelegten Teilflächen jedes Jahr im Herbst Bodenproben aus den Bodentiefen 0-10 cm, 10-30 cm und 30-60 cm genommen (s. Tabelle 144 im Anhang). Die Bodenproben wurden bei 40°C getrocknet und auf 2 mm gesiebt. Für die N_{min} -Analysen wurden zusätzlich im Frühjahr und im Herbst Bodenproben aus den Bodentiefen 0-30 cm und 30-60 cm genommen.

Die Inventur der Bodennährstoffgehalte wurde nach den hierfür üblichen Standardmethoden durchgeführt. Der Kohlenstoffgehalt wurde nach DIN ISO10694 (1996) und der Stickstoffgehalt nach DIN ISO13878 (1998) am Elementaranalyser analysiert; Phosphor und Kalium wurden nach der CAL-Methode extrahiert, Phosphor wurde photometrisch, Kalium mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt; N_{min} wurde nach DIN ISO19746 (2005) gemessen. Die scheinbare elektrische Leitfähigkeit wurde mit dem EM 38 Sensor der Firma Geonics (Kanada) gemessen, die Lagerungsdichte wurde nach DIN ISO11272 (2001) und die Bodentextur nach DIN ISO11277 (2002) bestimmt.

4.3.1.3 Methodische Details Allendorf

Am Standort Allendorf erfolgte die Erhebung der bodenkundlichen und ernährungskundlichen Grundparameter des Basismessprogramms durch die BTU Cottbus. Das Untersuchungsareal befand sich nahe der Ortschaft Haine und umfasste eine 2008 etablierte Kurzumtriebsplantage aus Pappel (KUP1; Pappelklon = MAX-Mischung) sowie eine hieran angrenzende Ackerfläche (ACK1; Fruchtart: Winterweizen), welche als Referenz herangezogen wurde. Die Fläche KUP1 wurde erstmalig im Winter 2010/2011 beerntet. Die Bodenbeprobungen für das Basismessprogramm erfolgten jeweils im April und die Entnahme der Blätter im September der Jahre 2011 und 2012. Sowohl die Boden- als auch die Pflanzenproben wurden in eigens dafür eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen entnommen, die jeweils eine Größe von etwa 10x10 m aufwiesen. Die Anzahl der Dauerbeobachtungsflächen betrug auf den Versuchsflächen KUP1 und ACK1 vier. Um den Effekt der im Bereich des Vorgewendes angelegten Blühstreifen beurteilen zu können wurden am Standort KUP1 zusätzlich zwei Dauerbeobachtungsflächen im Bereich des Vorgewendes etabliert.

Die Bodenbeprobung erfolgte getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm mit Hilfe eines Pürckhauer-Bohrstockes, wobei jede Probe eine Mischprobe aus sieben bis zehn auf den Versuchspartzellen randomisiert verteilten Einzelproben darstellte. Zusätzlich zum Mineralboden erfolgte im April 2012 im Bereich der KUP1 die Beprobung der Streuauflage mittels eines Stechrahmens (25x25 cm). Für die ernährungskundlichen Untersuchungen wurden je Dauerbeobachtungsfläche drei Bäume im mittleren Durchmesser- und Höhenbereich ausgewählt und die jeweils von der Triebspitze des Haupttriebes ausgehenden dritten bis siebten Blätter entnommen.

Turnusmäßig erhoben wurden folgende bodenkundlichen Parameter: potentielle Bodenazidität (pHCaCl_2), Gesamtkohlenstoff (C_t) und Gesamtstickstoff (N_t), pflanzenverfügbare Gehalte an Phosphor (P_{DL}) und Kalium (K_{DL}) und mineralischer Stickstoff (N_{min}). Das Blattmaterial wurde hinsichtlich der Gesamtgehalte an Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg) und Kalzium (Ca) untersucht. Die Bodenazidität wurde elektrometrisch in 0,01 M CaCl_2 -Lösung mittels eines pH-Meters (WTW) durchgeführt (Boden-Lösungs-Verhältnis = 1:2,5). Die Bestimmung des C_t -Gehaltes, welcher mit dem Gehalt an organischem Kohlenstoff (C_{org}) gleichgesetzt wurde, und des N_t -Gehaltes erfolgte an lufttrockenen, gemahlenen Proben mittels eines CNS-Analysators (Elementar). Zur Bestimmung des N_{min} -Gehaltes wurden die feldfrischen Bodenproben mittels 0,01 M CaCl_2 -Lösung (Boden-Lösungs-Verhältnis = 1:2,5) extrahiert, 30 Minuten geschüttelt und anschließend über stickstoffarme Filter filtriert. Die Messung erfolgte mit Hilfe eines Fließ-Injektions-Analysators. Die Ermittlung der P_{DL} - und K_{DL} -Gehalte erfolgte mittels Doppellactatextraktion (Boden-Lösungs-Verhältnis = 1:50) an lufttrockenem Boden. Die Messung der Elemente erfolgte in den Extrakten photometrisch. Die Ermittlung der in der Blatt- und Streumasse enthaltenen Gehalte an C und N erfolgte analog zu den Bodenproben mittels eines CNS-Analysators an bei 60°C getrockneten und gemahlenen Probenaliquoten. Die Bestimmung von P, K, Mg und Ca erfolgte mittels Druckaufschluß anlehnend an Schramel et al. (1993). Für die Messung dieser Nährelementgehalte wurde ein ICP-OES-Spektrometer (Thermo Scientific) verwendet.

4.3.1.4 Methodische Details Marpingen

In der Modellregion Marpingen wurde die Grundcharakterisierung der Flächen von der Universität Bonn an den Beprobungsterminen 2009 und Juli 2010 durchgeführt. Seit Herbst 2010 konzentrierten sich die Untersuchungen vor allem auf die Miscanthusfläche (17) und die ProLoc-Fläche (16) (siehe Abbildung 236 im Anhang). Außerdem wurden Transekte auf den Flächen 11, 12a und 12b eingemessen, welche durch die neu angelegten Gehölzstreifen verliefen. Auch diese wurden jährlich beprobt. Eine vollständige Analyse der Proben aus den Transekten aus dem Herbst 2012 konnte aufgrund der Schwierigkeiten bei der Etablierung der Gehölze nicht durchgeführt werden. Um den miscanthusbürtigen Kohlenstoffanteil am Gesamtkohlenstoff zu bestimmen, wurden $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Stabilisotopenverhältnisse am Isotopenverhältnis Massenspektrometer (Delta V Advantage) relativ zum PDB-Standard erfasst.

4.3.1.5 Methodische Details Spelle

Die Grundcharakterisierung der Gesamtflächen Bramhof und Zur Mühle fand durch die Universität Bonn, Institut für Bodenwissenschaften, im Herbst 2010 statt. Auf der Fläche Kranenmoorstraße konnte diese erst im Herbst 2011 durchgeführt werden. Im weiteren Projektverlauf konzentrierten sich die Untersuchungen vor allem auf die Fläche Zur Mühle. Im Frühling 2011 wurden hier Versuchsflächen eingemessen (siehe Abbildung 237 im Anhang). Die erste Beprobung der Versuchsflächen erfolgte vor der Etablierung der Gehölzstreifen (März 2011), anschließend wurden diese jeden Herbst beprobt. Zusätzlich wurden Proben auf einer benachbarten, konventionell bewirtschafteten Ackerfläche als Referenzfläche gewonnen. Da auf den Flächen in Spelle der Maisanteil in der Fruchtfolge sehr hoch war, wurde auch hier versucht, mit Hilfe des Stabilisotopenverhältnisses den Austausch des Mais-Kohlenstoffs durch Kohlenstoff der Agrarhölzer zu bestimmen. Durch den Maisanbau hat hier allerdings kaum eine Verschiebung des Isotopensignals stattgefunden, was sich möglicherweise auf die hohen Gaben an Wirtschaftsdüngern (Gärreste aus einer Biogasanlage) zurückführen lässt. Die Ergebnisse zu den Modellflächen Bramhof und Kranenmoorstraße sind im Anhang dargestellt.

4.3.1.6 Ergebnisse & Diskussion

4.3.1.7 Ergebnisse Allendorf

Während des Untersuchungszeitraumes kam es unter Pappel – trotz fehlender Düngungs- oder Kalkungsmaßnahmen – in allen untersuchten Tiefenstufen zu einer geringfügigen Erhöhung des pH-Wertes. Der gleiche Trend konnte auch im Bereich des Vorgewendes festgestellt werden. Eine stärkere pH-Wert-Erhöhung wurde im Boden des Acker-Referenzstandortes beobachtet. Hier wurde im Frühjahr 2012 eine um ca. 0,5 Einheiten geringere Bodenacidität festgestellt, was wahrscheinlich mit der regulären Bewirtschaftung (z.B. Ausbringen von kalkhaltigen N-Düngemitteln) verbunden ist (Tabelle 23).

Unabhängig der Kultur ist der Boden des Untersuchungsareals in 0-10 cm Tiefe als mittel humos und unterhalb dieser Bodentiefe größtenteils als schwach humos zu klassifizieren (BGR 2005). Auf Basis

der Meßwerte konnte im Boden des Referenzstandortes ACK1 bis in 60 cm Bodentiefe eine schwache Erhöhung des C_t -Vorrates beobachtet werden. Im Bereich des Vorgewendes wurde dies lediglich in 10-60 cm Tiefe festgestellt. Eine tendenzielle C_t -Abnahme in dieser Bodentiefe wurde hingegen unter Pappel verzeichnet (Tabelle 23). Eine allgemeingültige Bewertung des C_t -Entwicklungstrends ist auf der Basis von nur zwei Untersuchungsjahren zwar nicht möglich, jedoch weisen die Ergebnisse darauf hin, dass – unberücksichtigt der Streuauflage – die Anlage von KUP im Boden des Untersuchungsareals kurzfristig nicht zu einer deutlichen Erhöhung des C_t -Vorrates beiträgt. Gestützt wird diese These durch die Tatsache, dass die C_t -Absolutwerte der Flächen KUP1 und ACK1 sich auch fünf Jahre nach Etablierung des Agrarholzbestandes nicht wesentlich voneinander unterscheiden (Tabelle 23). Allerdings ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, dass eine möglicherweise vorliegende Einflußnahme der Bewirtschaftungsweise des Ackerstandortes vor diesem Hintergrund nicht quantifiziert wurde. Auch bezüglich des N_t -Vorrates wurden zwischen den Versuchsflächen KUP1 und ACK1 nur geringfügige Unterschiede festgestellt. Fehlende Düngungsmaßnahmen führten unter Pappel vor allem im Oberboden zu einer tendenziellen Abnahme des N_t -Vorrates (Tabelle 23).

Tabelle 23: pH-Wert, Gesamtkohlenstoff (C_t) und Gesamtstickstoff (N_t) im Boden der Versuchsflächen KUP1 und ACK1 im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2012, getrennt nach Auflage und den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung, n = 4 bzw. 2 (Vorgewende)).

Tiefe [cm]	April 2012	April 2011	April 2012	April 2011	April 2012	April 2011
	pH-Wert		Ct-Vorrat [mg ha ⁻¹]		Nt-Vorrat [mg ha ⁻¹]	
	KUP1					
Auflage	/	/	/	0,67±0,002	/	0,03±0,003
0-10	6,05±0,09	5,87±0,13	12,97±0,94	12,00±0,94	1,17±0,05	1,37±0,13
10-30	6,13±0,21	5,78±0,20	24,62±1,16	25,11±3,11	2,51±0,14	3,11±0,37
30-60	5,60±0,08	5,40±0,12	15,23±3,57	19,66±6,55	2,12±0,34	n.b.
	Vorgewende					
0-10	6,21±0,03	6,07±0,06	14,45±0,64	16,19±0,93	1,57±0,07	1,77±0,10
10-30	6,06±0,05	5,92±0,20	25,13±0,20	22,79±0,05	2,81±0,03	2,73±0,04
30-60	5,86±0,05	5,45±0,11	21,77±0,89	18,53±1,87	2,89±0,19	2,96±0,31
	ACK1					
0-10	5,07±0,13	4,57±0,11	13,65±0,18	12,92±0,33	1,64±0,05	1,74±0,05
10-30	5,06±0,23	4,54±0,05	29,13±2,30	22,89±1,29	3,33±0,24	3,00±0,08
30-60	4,97±0,06	4,31±0,16	15,77±0,45	13,20±1,14	2,57±0,14	n.b.

Bezüglich des $N_{\min}$ -Gehaltes traten insbesondere in 0-10 cm Tiefe beachtliche Unterschiede zwischen den Flächen KUP1 und ACK1 auf (Tabelle 24). Diese Differenzen sind aller Wahrscheinlichkeit nach auf divergierende Bewirtschaftungspraktiken zurückzuführen. So ist davon auszugehen, dass die hohen $N_{\min}$ -Gehalte im Boden des Ackerstandortes auf N-Düngungsmaßnahmen zurückzuführen sind, die im Bereich der KUP nicht stattfanden. Unter Pappel war der $N_{\min}$ -Gehalt in 0-10 cm Tiefe im Jahr nach der Ernte (2011) fast dreimal so hoch wie im darauffolgenden Jahr 2012. Aufgrund der Ernteaktivitäten und der damit verbundenen Verletzung der Streuschicht bzw. Freilegung des Mineralbodens kam es im Oberboden wahrscheinlich zu einer verstärkten N-Mineralisierung. Die hierdurch bedingten höheren $N_{\min}$ -Gehalte (Düngungseffekt) können während der

Wiederaustriebsphase der Pappeln als positiv gewertet werden. Gleiches gilt für den Boden im Bereich des Vorgewendes, welcher im Zuge der Blühstreifenanlage ebenfalls im Frühjahr 2011 bearbeitet wurde (Tabelle 24).

Die P_{DL} -Gehalte unterschieden sich zwischen der KUP1- und der ACK1-Fläche deutlich. Zurückzuführen ist dies höchstwahrscheinlich auf Vornutzungsdifferenzen bezüglich der Düngungsintensität. Während der Oberboden der ACK1-Fläche gut bis optimal mit Phosphor versorgt ist (Klasse B bis C), kann der Boden des Standortes KUP1 zum Teil als mit P überversorgt (Klasse D) eingestuft werden (KTBL 2005). Unabhängig von Tiefenstufe und Versuchsfläche wurden 2012 deutlich niedrigere P_{DL} -Gehalte als 2011 ermittelt (Tabelle 24). Ein Zusammenhang zwischen P-Verfügbarkeit und Nutzungsform war hierbei jedoch nicht erkennbar.

Bezüglich des K_{DL} -Gehaltes waren die jahresbezogenen Differenzen geringer, die Gehalte des Oberbodens unter Pappel aber ebenfalls deutlich höher als auf dem Standort ACK1, was einerseits mit der fehlenden Bodenbearbeitung und andererseits mit geringeren erntebedingten Nährelemententzügen zu erklären ist (Tabelle 24). Da die K_{DL} -Anreicherung im Oberboden nicht mit einer Abnahme im Unterboden verbunden war, ist von einem ausreichend hohen K-Nachlieferungsvermögen auszugehen. In Bezug auf mittlere Böden ist der K_{DL} -Gehalt sowohl unter Acker als auch unter Agrarholz als optimal (Klasse C) einzustufen. Der Oberboden der KUP1-Fläche weist sogar eine überdurchschnittliche K-Versorgung auf (KTBL 2005).

Tabelle 24: Pflanzenverfügbarer Phosphor (P_{DL}), pflanzenverfügbares Kalium (K_{DL}) und mineralischer Stickstoff (N_{min}) im Boden der Versuchsflächen KUP1 und ACK1 im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2012, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung, $n = 4$ bzw. 2 (Vorgewende)).

Tiefe [cm]	April 2012	April 2011	April 2012	April 2011	April 2012	April 2011
	P _{DL} [mg kg ⁻¹]		K _{DL} [mg kg ⁻¹]		N _{min} [mg kg ⁻¹]	
	KUP1					
0-10	86,75±8,78	135,25±19,62	231,25±18,49	227,75±13,41	6,95±1,44	17,01±2,04
10-30	74,25±10,33	103,50±15,93	144,25±22,49	158,25±24,93	6,00±0,24	9,63±0,96
30-60	19,50±3,01	48,25±13,57	147,25±13,93	153,50±21,41	n.b.	n.b.
	Vorgewende					
0-10	70,00±1,41	116,50±4,60	264,00±6,36	328,50±4,60	5,01±0,88	43,27±3,05
10-30	58,50±1,77	83,50±6,01	186,00±10,61	179,50±1,06	3,21±0,28	15,60±4,24
30-60	14,50±0,35	28,50±1,77	164,50±0,35	168,00±8,49	n.b.	n.b.
	ACK1					
0-10	31,00±10,61	76,00±10,71	146,00±0,71	155,25±10,85	37,25±5,37	76,36±8,43
10-30	43,50±1,06	62,00±10,38	143,00±3,54	160,50±9,97	9,03±0,58	6,05±0,77
30-60	10,00±0,71	14,25±3,88	141,00±10,61	132,50±11,41	n.b.	5,35±0,12

Die Ergebnisse zeigen, dass der Anbau von Agrarholz trotz fehlender Düngung mittelfristig nicht zu einer Verringerung der Nährstoffverfügbarkeit führt. Im vorliegenden Falle konnte aufgrund der jährlich anfallenden und leicht abbaubaren Streu (Tabelle 26) die potentielle Nährstoffverfügbarkeit im Vergleich zum konventionell bewirtschafteten Ackerstandort sogar gesteigert werden (Tabelle 24).

Tabelle 25: Gehalt an Kohlenstoff (C) sowie Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), Phosphor (P) und Stickstoff (N) in den Blättern der auf der Versuchsfläche KUP1 stockenden Pappeln im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2012 (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung, n = 4).

Elemente [mg g ⁻¹]	Blätter - KUP1	
	September 2012	September 2011
Ca	12,16 $\pm$ 1,03	9,43 $\pm$ 0,22
Mg	1,91 $\pm$ 0,14	1,60 $\pm$ 0,04
K	24,40 $\pm$ 2,26	22,93 $\pm$ 0,40
P	4,54 $\pm$ 0,27	7,25 $\pm$ 0,25
Ca	458,70 $\pm$ 8,48	452,38 $\pm$ 2,48
N	28,10 $\pm$ 1,24	26,55 $\pm$ 0,59

Bestätigt wird die gute bis sehr gute Nährstoffverfügbarkeit durch die Nährstoffgehalte der Pappelblätter (Tabelle 25). Demnach sind die Bäume bezüglich Ca, K, P und N überdurchschnittlich gut versorgt. Lediglich im Hinblick auf Mg liegt eine ausreichend bis gute Nährstoffversorgung vor (van den Burg 1985). Die Tatsache, dass die Nährelementgehalte der Streu (bis auf Ca) deutlich niedriger als jene der Blätter waren, verweist auf einen zügigen Abbau und hiermit verbunden auf eine rasche Freisetzung von in der Blattmasse gebundenen Nährelementen. Lediglich Ca wird als wesentlicher Bestandteil schwerer abbaubarer Zellwandstrukturen in der Streu relativ angereichert (Tabelle 25 und Tabelle 26).

Tabelle 26: Gehalt an Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Phosphor (P) in der Streuaufgabe der Versuchsfläche KUP1 im April 2012 (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung, n = 4).

	Ca [mg g ⁻¹]	Mg [mg g ⁻¹]	K [mg g ⁻¹]	P [mg g ⁻¹]
KUP1	24,95 $\pm$ 3,18	1,68 $\pm$ 0,24	4,25 $\pm$ 0,69	2,06 $\pm$ 0,30

4.3.1.8 Ergebnisse Marpingen

Bodentextur, Lagerungsdichte und pH-Wert

Am Standort dominierte schwach sandiger Lehm (Ls2), Verdichtungen waren unkritisch (Tabelle 145 im Anhang). Die pH-Werte lagen um 4,5¹⁴, was für Ackerstandorte niedrig ist. Im Untersuchungszeitraum haben keine signifikanten Änderungen stattgefunden (Tabelle 146, Tabelle 147 und Tabelle 148 im Anhang). Eine Kalkung wurde auf den bodenkundlich untersuchten Flächen ausgelassen, um die Ergebnisse nicht zu beeinflussen.

Kohlenstoff

Sowohl die Miscanthusfläche als auch die ProLoc-Fläche in Marpingen wurden im Jahr 2009 nach der Grundcharakterisierung der Flächen etabliert. In den oberen 10 cm Bodentiefe haben die Kohlenstoffgehalte auf beiden Flächen in den vier Untersuchungsjahren leicht zugenommen (Abbildung 38 a und b). Auf der Miscanthusfläche betrug die Kohlenstoffakkumulation in den oberen 10 cm Bodentiefe im Untersuchungszeitraum ca. 2 t ha⁻¹, auf der ProLoc-Fläche sogar 3 t ha⁻¹, wobei die Kohlenstoffgehalte auf der ProLoc-Fläche deutlich stärker schwankten. In den darunter liegenden Bodentiefen hat hingegen eine leichte Abnahme stattgefunden. Insgesamt ergaben sich 2012 auf der

¹⁴ Ein Boden-pH-Wert von 4,0-4,9 gilt als stark sauer (Blume et al. 2002).

Miscanthusfläche Kohlenstoffvorräte von ca. 77 t ha^{-1} (bis in 60 cm Bodentiefe), auf der ProLoc-Fläche lagen diese mit 90 t ha^{-1} höher, bedingt durch initial höhere C-Gehalte in 2009.

Auf der Miscanthusfläche konnte zusätzlich das Stabilisotopenverhältnis verwendet werden um den Anteil des miscanthusbürtigen Kohlenstoff im Boden zu bestimmen (Tabelle 27). Zwischen den Jahren 2010 und 2012 hat besonders im Oberboden (0-5 cm Bodentiefe) der Anteil des Miscanthus-C zugenommen.

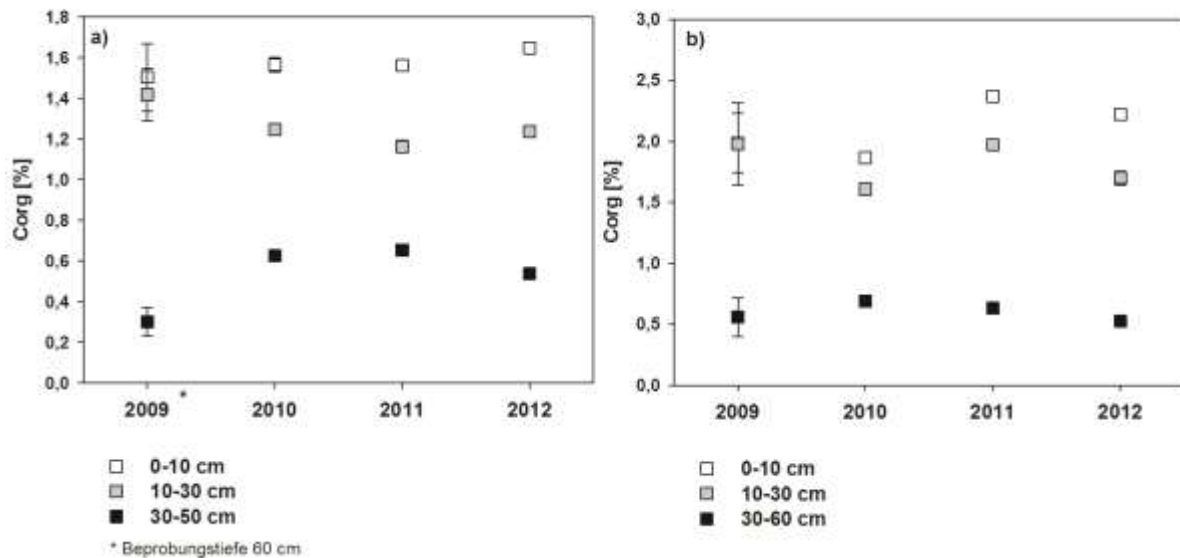


Abbildung 38: Kohlenstoffgehalt [%] auf der a) Miscanthusfläche und der b) ProLoc-Fläche in Marpingen in den untersuchten Beprobungstiefen. Dargestellt sind die vier verschiedenen Beprobungstermine. Beide Flächen wurden 2009 nach der ersten Beprobung etabliert.

Die Zunahme entsprach ca. $0,25 \text{ t ha}^{-1}$ in den oberen 5 cm Bodentiefe, bis in 1 m Bodentiefe wurden sogar $>2 \text{ t ha}^{-1}$ Miscanthus-C akkumuliert, dies entsprach einer Akkumulationsrate von ca. $0,75 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und lag in der Größenordnung der von Borzęcka-Walker et al. (2008) gemessenen Akkumulationsrate von $0,65 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Tabelle 27: Miscanthus-C [kg ha^{-1}] in den Untersuchungsjahren 2010 und 2012 auf der Miscanthusfläche in Marpingen.

	Miscanthus-C [kg ha^{-1}]		
	Tiefe [cm]	2010	2012
Miscanthus	0-5	117,2	246,7
	5-10	305,7	304,9
	10-15	255,7	304,1
	15-20	105,6	142,8
	20-30	753,6	532,4
	30-50	541,0	543,7
	50-75	333,9	135,8
	75-100	91,6	59,6

Dondini et al. (2009) kalkulierten eine potenziell mögliche Anreicherungsrate von $2-3 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$; die vergleichsweise geringe Rate in Marpingen kann mit den Standortbedingungen zusammenhängen, da

dort vor allem wegen des geringen Wasserangebotes eher einen Marginalstandort für *Miscanthus* vorliegt, was die Bestandsentwicklung erschwerte (<http://www.miscanthus.de>). Im Vergleich zum Gesamtkohlenstoff war der Anteil des *miscanthusbürtigen* Kohlenstoff allerdings noch relativ gering.

Die Zunahme der Kohlenstoffgehalte, insbesondere im Oberboden, hatte verschiedene Ursachen. *Miscanthus* wird erst im Frühjahr (März-April) geerntet; die in Form von Blättern abgefallene oberirdische Biomasse verblieb auf dem Feld und trug so zur Erhöhung des organischen Kohlenstoffgehaltes im Oberboden bei. Zusätzlich konnten abgestorbene Rhizome zu einer Kohlenstoffanreicherung im Oberboden führen (Kahle et al. 1999). Auch bei der Agrarholzfläche ProLoc trug das Laub, das auf die Bodenoberfläche fiel und durch Bodenorganismen vor allem in den Oberboden eingearbeitet wurde zur Erhöhung der C-Gehalte bei. Hier herrschte zudem ein intensiver Unterwuchs aus gräserartigen Pflanzen. Diese durchwurzeln vor allem den Oberboden und führen somit ebenfalls zu einer Akkumulation an Kohlenstoff. *Miscanthus* und Agrarhölzer neigen zu einem tiefen Wurzelsystem (siehe Kapitel 4.3.4; Neukirchen et al. 1999), eine Anreicherung von Kohlenstoff im Unterboden wäre demnach ebenfalls zu erwarten gewesen. Und tatsächlich ließ sich *Miscanthus*-C auch im Unterboden schon nach kurzer Zeit nachweisen (Tabelle 27).

Stickstoff

Die Stickstoffgehalte haben sich auf der *Miscanthus*-fläche, der ProLoc-Fläche und in den Transekten nicht signifikant verändert (Tabelle 146, Tabelle 147 und Tabelle 148 im Anhang). Auf beiden Flächen lag im Oberboden ein C/N-Verhältnis zwischen 12 und 13 vor. Dies ist ein typischer Wert für Ackerflächen. Zum Unterboden hin wurde das C/N-Verhältnis auf beiden Flächen kleiner, was auf eine höhere Rekalzitranz der organischen Substanz im Unterboden hindeutet (Blume et al. 2002).

Die N_{min} -Daten wurden zweimal im Jahr erhoben. In der Modellregion Marpingen zeigten diese aufgrund sehr großer Schwankungen der Messwerte ebenfalls keine konsistente Unterschiede (Tabelle 149 im Anhang). Die hohen Schwankungen der Messwerte könnten auch an den hohen Gehalten an Feingrus und Feinkies im Probenmaterial gelegen haben, denn die Proben für die N_{min} -Analyse wurden nicht auf 2 mm homogenisiert.

Phosphor

Sowohl die Gehölzkulturen der ProLoc-Fläche (Tabelle 147 und Tabelle 148 im Anhang) als auch die extensiv bewirtschafteten Ackerflächen in denen die Transekte lagen (Tabelle 146 im Anhang), hatten im Untersuchungszeitraum keinen Effekt auf den pflanzenverfügbaren Phosphor im Boden, die P-Gehalte im Oberboden blieben nahezu konstant. Hier scheint ein Gleichgewicht zwischen Phosphormobilisierung und der Aufnahme in die Pflanzen bestanden zu haben. Auf der *Miscanthus*-fläche hat vor allem im Oberboden zwischen 2009 und 2010 eine starke Abnahme des pflanzenverfügbaren Phosphors stattgefunden (Tabelle 147 und Tabelle 148 im Anhang). 2011 stiegen die P-Gehalte wieder an und erreichten 2012 etwa die Werte aus dem Etablierungsjahr.

Möglicherweise ist der Phosphorbedarf im Etablierungsjahr besonders hoch gewesen, über den Laubfall könnte eine Rückführung des aufgenommenen Phosphors stattgefunden haben, was auf ein Nährstoffrecycling hindeuten würde. Aber auch Mobilisierungsmechanismen der Pflanze sind hier

denkbar. Hierzu sind uns bisher allerdings keine Publikationen bekannt. Es wäre sinnvoll, die hier wirkenden Mechanismen in weiteren Untersuchungen detaillierter zu erforschen. Phosphor gilt als knapper Rohstoff, daher ist es wichtig abschätzen zu können, inwiefern Phosphor unter Miscanthus recycelt wird und somit dem Miscanthus und eventuellen Folgekulturen wieder zur Verfügung steht.

Kalium

Die Kaliumgehalte reagierten nach dem Landnutzungswechsel sowohl auf der Miscanthusfläche als auch auf der ProLoc-Fläche deutlich auf die perennierenden Kulturen (Abbildung 39 a, b; Tabelle 147, und Tabelle 148 im Anhang). Während die Kaliumgehalte auf beiden Flächen zwischen den Beprobungsterminen 2009 und 2010 kaum eine Änderung zeigten, stiegen diese insbesondere im Oberboden im Jahr 2011 deutlich an.

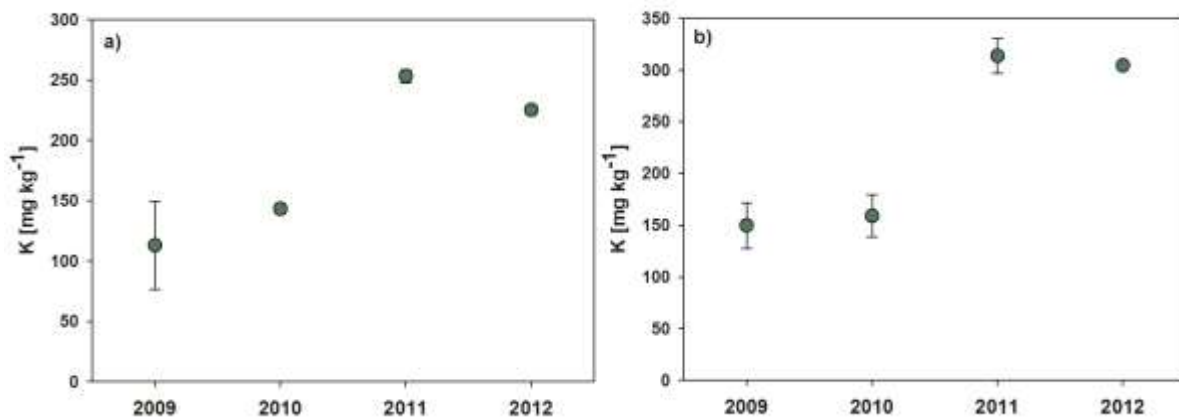


Abbildung 39: Kaliumgehalte [mg kg⁻¹] auf der Miscanthusfläche (a) und der ProLoc-Fläche (b) in Marpingen an den verschiedenen Beprobungsterminen im Oberboden (0-10 cm Bodentiefe). Die Etablierung der Kulturen fand 2009 nach der ersten Beprobung statt.

Auf der Miscanthusfläche nahmen die Kaliumgehalte um ca. 110 mg K kg⁻¹ Boden zu, auf der ProLoc-Fläche betrug die Anreicherung sogar 155 mg K kg⁻¹ Boden, während auf den beackerten Flächen, in denen die Transekte lagen, zwischen den Beprobungsterminen keine Zunahme der Kaliumgehalte stattgefunden hatte (Tabelle 146 im Anhang). In den darunterliegenden Beprobungstiefen fielen die Änderungen auf allen Flächen deutlich geringer aus. 2012 stabilisierten sich die Kalium-Gehalte auf dem hohen Niveau. Da die Akkumulation an pflanzenverfügbarem Kalium nur unter den perennierenden Kulturen stattgefunden hat, können saisonale Effekte ausgeschlossen werden. Auch Kahle et al. (2001) konnten erhöhte Kaliumgehalte unter Miscanthus nachweisen. Möglicherweise ließen sich hier schon erste Effekte der Basenpumpe, welche z.B. von Vejre/Hoppe (1998) für die Buche beschrieben wurde, finden: perennierende Kulturen mobilisieren Kalium im Unterboden und können dies über den Laubfall im Oberboden anreichern. Es ist anzunehmen, dass auch andere basisch wirkende Kationen, wie Magnesium und Calcium, im Oberboden angereichert werden. Langfristig ist dadurch eine Erhöhung der pH-Werte zu erwarten. Auch beim Kalium wäre es sinnvoll, die wirkenden Mechanismen weiterhin zu untersuchen, das Basismessprogramm sollte zum Beispiel um die Kationenaustauschkapazität ausgeweitet werden, um zu überprüfen, ob sich die beschriebenen Beobachtungen auch auf andere basisch wirkende Kationen übertragen lassen.

4.3.1.9 Ergebnisse Spelle

Bodentextur, Lagerungsdichte, scheinbare elektrische Leitfähigkeit und pH-Wert

Der Standort Spelle ist überwiegend sandig, die Unterböden sind dichter gelagert als am Standort Marpingen (Tabelle 150 und Abbildung 237 im Anhang). Die pH-Werte auf der Fläche Zur Mühle lagen während des gesamten Untersuchungszeitraumes unverändert bei etwa 5,0 (Tabelle 152 im Anhang). Auf der Referenzfläche haben deutlich stärkere Schwankungen stattgefunden, die sich durch Kalkungs- und Düngemaßnahmen begründen lassen.

Kohlenstoff

In Spelle wurden die Agrarholzflächen im Jahr 2011 etabliert. In diesen beiden ersten Untersuchungsjahren zeigte sich erwartungsgemäß keine signifikante Änderung der Kohlenstoffgehalte (Tabelle 152 im Anhang). Die deutlich geringeren Kohlenstoffvorräte im Vergleich zu Marpingen lassen sich auf die sandigere Bodentextur (Tabelle 150 im Anhang) zurückführen. Insgesamt ergaben sich im Jahr 2012 Kohlenstoffvorräte von $46,5 \text{ t ha}^{-1}$ bis in 60 cm Bodentiefe. Im Vergleich zu Marpingen ist aber das Biomasseaufkommen in Form von Laub deutlich höher (gute Bestandsentwicklung, siehe Kapitel 4.1.5), so dass auch hier auf Dauer ein Anstieg der Kohlenstoffgehalte zu erwarten ist.

Für sandige Böden, wie sie in Spelle vorherrschen, wird nach den Anforderungen aus der Cross Compliance ein Soll-Humusgehalt von 1,0% (dies entspricht in etwa einem Kohlenstoffgehalt von 0,6%) angegeben. Dieser Wert wurde hier deutlich überschritten. Die Kohlenstoffgehalte lagen schon vor der Bewirtschaftung der Flächen durch das ELKE Projekt aufgrund der für die Region üblichen hohen Gaben an Wirtschaftsdüngern auf einem hohen Niveau. Im Fall der Fläche Zur Mühle bestand der ausgebrachte Wirtschaftsdünger vor allem aus Gärresten aus Biogasanlagen. Die Ausbringmenge entsprach maximal $170 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, wodurch ein deutlicher Düngeeffekt und dadurch eine erhöhte Biomasseproduktion zu erwarten ist; evtl. verblieben auch festere organische Düngerückstände im Boden.

Wie schon in Marpingen beobachtet, hatte im Unterboden am Standort Spelle bisher ebenfalls keine Akkumulation an Kohlenstoff stattgefunden, abgesehen von Schwankungen auf der beackerten und gedüngten Referenzfläche. Es ist also erforderlich, die Flächen weiter zu beobachten, um zu überprüfen, ab wann die Agrarhölzer die Effekte der Vorbewirtschaftung überdecken können. Zusätzlich wäre der Vergleich zu einer Flächenextensivierung mit annuellen Kulturen interessant, um den Effekt der Agrarhölzer auf die C-Dynamik besser bewerten zu können.

Heißwasserextrahierbarer Kohlenstoff

Von der TUM (s. a. Kapitel 4.3.2.3) wurde an den Proben, die vor der Etablierung der Gehölze gezogen wurden, der heißwasserlösliche Kohlenstoff bestimmt (Tabelle 153 im Anhang). Auf der Fläche Zur Mühle war der Anteil des heißwasserlöslichen Kohlenstoffs im Vergleich zur Referenzfläche niedriger. Da die Proben vor der Etablierung der Gehölze gewonnen wurden, handelte es sich hierbei nicht um einen Effekt durch die Gehölze. Langfristig ist eine Erhöhung der heißwasserlöslichen Kohlenstoffgehalte zu erwarten.

Stickstoff

Die Stickstoffgehalte auf der Fläche Zur Mühle haben im Untersuchungszeitraum leicht abgenommen (siehe Tabelle 152 im Anhang), wodurch ein leichter Anstieg des C/N Verhältnisses von 11,5 auf 13 im Oberboden stattgefunden hat. Ein C/N-Verhältnis von 13 stellt einen typischen Wert für Ackerflächen dar.

Die $N_{\min}$ -Daten wurden zweimal im Jahr erhoben. In der Modellregion Spelle zeigten diese aufgrund sehr großer Schwankungen der Messwerte keine Unterschiede (Tabelle 151 im Anhang).

Phosphor

Auf der Fläche Zur Mühle zeigten die Gehölze keinen Einfluss auf den Phosphorgehalt (siehe Tabelle 152 im Anhang). Zwischen den Beprobungsterminen im März und im Oktober 2011 hatte zwar eine Zunahme stattgefunden, diese könnte aber auch durch saisonale Effekte zu erklären sein. Dass die Phosphorgehalte im Herbst zwischen den beiden Jahren konstant blieben, deckt sich mit den Beobachtungen auf der ProLoc-Fläche in Marpingen. Auf der konventionell bewirtschafteten Referenzfläche wurden stärkere Schwankungen im Phosphorgehalt festgestellt. Diese lassen sich auf den ausgebrachten Wirtschaftsdünger zurückführen.

Kalium

Zwischen den beiden Beprobungsterminen, März 2011 und Oktober 2011, stieg der Kaliumgehalt im Oberboden auf der Fläche Zur Mühle deutlich an (siehe Tabelle 152). Im Oktober 2012 hatte im Gegensatz zu den Flächen in Marpingen wieder eine Abnahme stattgefunden, das Niveau vom März 2011 wurde wieder erreicht. Auch hier hatten wir vermutet, dass der Mechanismus der Basenpumpe (vgl. Ergebnisse Marpingen) zutrifft, was sich allerdings bisher nicht bestätigt hat. In Marpingen hat der starke Anstieg der Kaliumgehalte erst im dritten Untersuchungsjahr stattgefunden, dies könnte bedeuten, dass auch in Spelle ein Anstieg der Kaliumgehalte im dritten Untersuchungsjahr stattfindet. Auf der konventionell bewirtschafteten Referenzfläche hat der Kaliumgehalt nach dem ersten Beprobungstermin abgenommen. Das höhere Niveau im März lässt sich auf eine Düngergabe (Gärreste aus einer Biogasanlage) im März 2011 zurückführen. Um den Mechanismus der Basenpumpe auch in Spelle zu verifizieren, sind weitere regelmäßige Untersuchungen der Flächen notwendig. Auch hier wäre es sinnvoll, das Basismessprogramm um die Kationenaustauschkapazität zu erweitern, auch um zu überprüfen, inwiefern gegebenenfalls andere basisch wirkende Kationen angereichert werden.

4.3.1.10 Schlussfolgerungen

Insbesondere die perennierenden Kulturen zeigten einen positiven Einfluss auf den Bodennährstoffpool. In Marpingen konnte sowohl auf der Miscanthusfläche als auch auf der ProLoc-Fläche im dritten Untersuchungsjahr ein starker Anstieg der Kaliumgehalte im Oberboden nachgewiesen werden. In Spelle hat sich dieser Effekt bisher aufgrund des kurzen Beobachtungszeitraumes noch nicht gezeigt. Die Anreicherung an Kalium lässt den Schluss zu, dass die perennierenden Kulturen in der Lage sind, Nährstoffe aus dem Unterboden zu mobilisieren und im Oberboden über den Laubfall anzureichern. Dies ist das Prinzip der Basenpumpe. Wenn sich diese

Beobachtung auch auf andere basisch wirkende Kationen übertragen lässt, ist langfristig auch eine Erhöhung der pH-Werte zu erwarten.

Der Phosphorhaushalt scheint durch den Miscanthus beeinflusst zu werden, während die Gehölze und die annuellen Kulturen keinen Effekt auf Boden-P hatten. Im ersten Jahr nach der Etablierung fand sogar eine Abnahme der Phosphorgehalte statt, dieser hat sich in den folgenden Jahren erholt. Insgesamt wird deutlich, dass die Nährstoffpools des Bodens sensitiv auf Landnutzungswechsel reagieren, dass sich aber langfristige Trends noch nicht in 3 Jahren ableiten lassen, sondern sich offensichtlich über längere Zeiträume erstrecken. Die hier beobachteten Effekte sollten in den folgenden Jahren weiter beobachtet werden, um die Auswirkungen des extensiven Energiepflanzenbaus langfristig und quantitativ möglichst genau abschätzen zu können.

4.3.2 Kohlenstoffspeicherung, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit (BTU

Cottbus: Anna Slazak, Christian Böhm, Maik Veste)

4.3.2.1 Zielsetzung & Hypothesen

Das übergeordnete Ziel dieses Teilvorhabens war es einerseits den Agrarholzanbau als extensive Landnutzungsform zur Bereitstellung von Bioenergieträgern bezüglich der Kohlenstoffspeicherung in Boden und Wurzeln mit anderen Landnutzungsformen zu vergleichen. Andererseits sollte vor dem Hintergrund einer ressourcenschonenden Landnutzung das Wachstumspotenzial von extensiv bewirtschafteten Pappelbeständen hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit bewertet werden. Ausgehend von dieser Zielsetzung wurden folgende Fragestellungen näher beleuchtet:

- Welchen Beitrag leisten die einzelnen untersuchten Landnutzungsformen im Hinblick auf die Kohlenstoffspeicherung (CO₂-Senke) im Boden?
- Welchen Beitrag leistet die unterirdische Biomasse bei der Kohlenstoffspeicherung?
- Wie wirkt sich der extensiv bewirtschaftete Agrarholzanbau auf die Nährstoffverfügbarkeit landwirtschaftlich genutzter Böden aus und wie ist diesbezüglich die Ressourceneffizienz solcher Landnutzungsformen zu bewerten?
- Wie ist die Wuchsleistung von extensiv bewirtschafteten Pappelbeständen im Hinblick auf die Wasser- und Nährstoffversorgung am Beispiel der Region Hessisches Bergland zu beurteilen?

4.3.2.2 Stand des Wissens

Allgemeines Ziel des Ackerbaus sollte es sein, den Humusgehalt landwirtschaftlicher Produktionsflächen zu mehrten bzw. auf einem hohen Niveau aufrechtzuerhalten. Der Humusgehalt im Boden stellt ein wichtiges Maß für die Beurteilung der Fruchtbarkeit von Ackerstandorten dar (LK NRW 2011). Vor dem Hintergrund des steigenden Ausstoßes von CO₂ in die Atmosphäre und der damit verbundenen potentiellen Einflußnahme auf das Klimageschehen spielt der Humusgehalt von

Böden auch in dieser Hinsicht eine immer wichtigere Rolle, zumal dieser weltweit gesehen das größte terrestrische Kohlenstoffspeicherungspotenzial besitzt (Batjes 1996).

Der Agrarholzanbau gilt allgemein als eine Landnutzungsform, die zu einer deutlichen Anreicherung von Kohlenstoff im Boden beitragen kann (Tsonkova et al. 2012). Ob und in welchem Ausmaß eine solche Kohlenstoffakkumulation stattfindet, hängt wesentlich von den Standortbedingungen, dem Ausgangsgehalt sowie von den regionalen Klimaverhältnissen ab (Freibauer et al. 2004). Neben der Kohlenstoffakkumulation in der Humuskomponente des Bodens kann auch eine beachtliche Menge in der unterirdischen Biomasse gespeichert werden (Tufekcioglu et al. 1998). Aufgrund des vergleichsweise sehr ausgeprägten und tiefreichenden Wurzelsystems von Agrarholzbeständen besitzen jene diesbezüglich ein hohes Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung. Bislang liegen jedoch nur wenige Untersuchungen vor, die sich bei Agrarholzbeständen mit der Quantifizierung von in der Wurzelmasse gebundenem Kohlenstoff befassen (Block et al. 2006, Quinkenstein et al. 2012). Auch fehlen Informationen, die hinsichtlich des Kohlenstoffspeichungsvermögens von Wurzeln einen direkten Vergleich mit anderen Landnutzungsformen zulassen.

Agrarholzbestände weisen einen deutlich geringeren Nährstoffbedarf als einjährige Ackerkulturen auf und besitzen eine höhere Nährstoffnutzungseffizienz als krautige Energiepflanzen (Böhm et al. 2012). Untersuchungen zeigten zudem, dass der Anbau von schnellwachsenden Gehölzen zu einer Zunahme des pflanzenverfügbaren Phosphors beitragen kann (Slazak/Freese 2012). Insbesondere die Tatsache, dass bei dem Anbau von schnellwachsenden Gehölzen auf vormals intensiv genutzten Ackerflächen größtenteils auf Düngemittel verzichtet werden kann, ohne dass die Wuchsleistung der Bäume beeinträchtigt wird (Balasus et al. 2012), stellt einen wichtigen Aspekt vor dem Hintergrund der immer stärker in den Fokus geratenen Verknappung von Ressourcen dar.

Großen Einfluß auf die Wuchskraft schnell wachsender Baumarten wie Pappeln und Weiden hat hingegen die Wasserverfügbarkeit (Petzold et al. 2010). Da schnell wachsende Baumarten wie Pappel und Weide allgemein eine vergleichsweise geringe Wassernutzungseffizienz aufweisen (Ripullone et al. 2004), sind trockenheitsexponierte Standorte für das Erreichen einer angemessenen Biomasseproduktion eher ungeeignet (Grünwald et al. 2009). Ob mit Wasserdefiziten und folglich mit Wachstumseinschränkungen zu rechnen ist, hängt jedoch nicht nur von den mesoklimatischen Bedingungen einer Region ab, sondern wird in hohem Maße auch durch die spezifischen Standortseigenschaften (z.B. Mikroklima, Boden, Grundwassereinfluss, Relief) des einzelnen Ackerschlagel bestimmt.

4.3.2.3 Methodik

Für die Bearbeitung der Fragestellungen wurden am Standort Allendorf zwei Teilstandorte untersucht. Hierbei handelt es sich um den Teilstandort Haine, an welchem vordergründig die Untersuchungen zur Kohlenstoffspeicherung in Boden und Wurzeln durchgeführt wurden und um den Teilstandort Rennertehausen, an dem Untersuchungen zur Abhängigkeit der Wuchsleistung schnell wachsender Gehölze von der Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit stattfanden.

4.3.2.4 Methodische Details Teilstandort Haine

Um den Einfluß der Landnutzung auf den Kohlenstoff- und Nährstoffvorrat des Bodens bewerten zu können, wurden in einem Umkreis von ca. 700 m insgesamt elf Ackerschläge, auf denen verschiedene Landnutzungsformen etabliert waren, beprobt (Abbildung 40). Tabelle 28 enthält eine Übersicht zu diesen Untersuchungsflächen. Neben drei Kurzumtriebsplantagen (KUP1, KUP2, KUP3) wurden drei konventionell bewirtschaftete Ackerschläge (ACK1, ACK2, ACK3) sowie ein Ackerschlag mit Ackerfutter (GrAr), Dauergrünland (Pio), Brache (Bra), eine für die Rinderhaltung genutzte Weide (Wie) und eine Waldfläche in die Untersuchungen einbezogen.

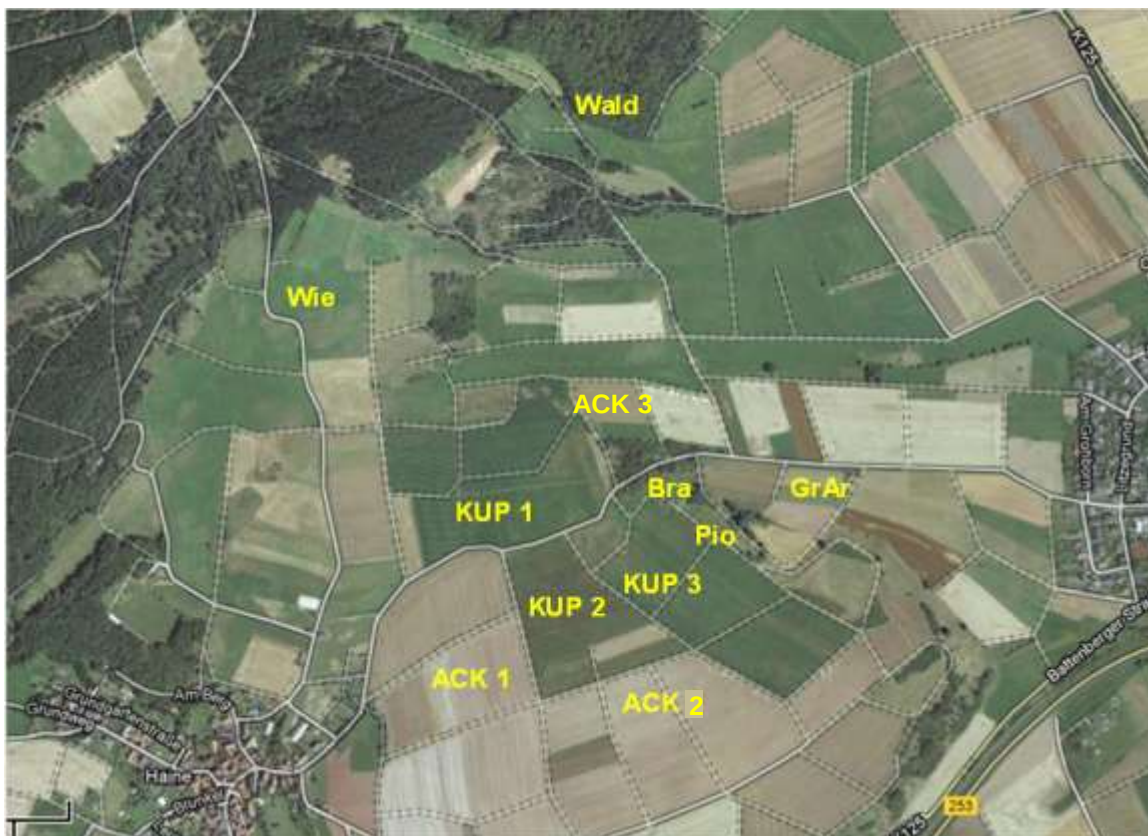


Abbildung 40: Lage der einzelnen Untersuchungsflächen am Teilstandort Haine (Erläuterung der Abkürzungen siehe Tabelle 28).

Tabelle 28: Versuchsflächen am Teilstandort Haine.

Fläche (Abkürzung)	Vornutzung	Aktuelle Nutzungsform	Alter akt. Nutzungsform (Stand Ende 2011)	Kultur/Baumart (2011)	Bodenart
KUP1	Acker	KUP	4 Jahre	Pappel Max	mittel sandiger Lehm Ls3
KUP2	Acker	KUP	4 Jahre	Pappel Muhle Larsen	mittel sandiger Lehm Ls3
KUP3	Acker	KUP	4 Jahre	Pappel Max	mittel sandiger Lehm Ls3
ACK1	Acker	Acker	n.b.	Weizen	mittel sandiger Lehm Ls3
ACK2	Acker	Acker	n.b.	Weizen	mittel sandiger Lehm Ls3
ACK3	Acker	Acker	n.b.	Hafer	schwach sandiger Lehm Ls2
Bra	Stilllegung	Brache	n.b.		mittel sandiger Lehm Ls3
Pio	Acker	Dauergrünland	5-10 Jahre		schwach sandiger Lehm Ls2
GrAr	Ackerfutter	Grasacker	ca. 10 Jahre	Deutsches Weidelgras	stark sandiger Lehm Ls4
Wie	n.b.	Wiese	ca. 50 Jahre		mittel sandiger Lehm Ls3
Wald	n.b.	Wald	100-150 Jahre	Rotbuche, Stieleiche	mittel sandiger Lehm Ls3

Auf allen Versuchsflächen wurden vier Beprobungsplots (10x10 m) eingerichtet, auf denen im November 2011 sowohl die Boden- und Streu- als auch die Wurzelbeprobung stattfand. Die Bodenbeprobung fand auf allen Versuchsflächen statt und erfolgte in Analogie zum Basismessprogramm (siehe Kapitel 4.3.1). Die Entnahme der Wurzelproben erfolgte nach einem standardisierten Design (sechs Bohrungen je Plot) auf den Flächen mit Dauerkulturen (KUP1, KUP2, KUP3, GrAr, Pio, Bra, Wie) mit Hilfe eines Wurzelbohrers (Eijkelkamp), getrennt nach den Tiefenstufen 0-30 cm und 30-60 cm.

Sämtliche Bodenproben wurden hinsichtlich der Parameter *potentielle Bodenazidität*, C_t , N_t , N_{min} , P_{DL} und K_{DL} analysiert. Die hierfür verwendeten Methoden wurden unter Punkt 4.3.1 (Basismessprogramm) angeführt. Zusätzlich erfolgte die Bestimmung des heißwasserextrahierbaren organischen Kohlenstoffs (C_{hwl}) und des heißwasserextrahierbaren Stickstoffs (N_{hwl}), welche als labile Fraktionen deutlich schneller auf Landnutzungsänderungen reagieren als die entsprechenden Gesamtgehalte. Die Bestimmung von C_{hwl} und N_{hwl} erfolgte anlehnend an Körschens et al. (1990). Die Elementgehalte der Streuauflage wurden analog zum Basismessprogramm bestimmt (vgl. 4.3.1).

Die Wurzelproben wurden vorsichtig per Hand zerkleinert und die Wurzeln herausgelesen. Kleinere Feinwurzeln und Wurzelbruchstücke blieben hierbei unberücksichtigt. Anhand der Wurzelmasse je definiertem Probevolumen wurde auf die gesamte unterirdische Biomasse geschlossen.

4.3.2.5 Methodische Details Teilstandort Rennertehausen

Die Untersuchungen am Teilstandort Rennertehausen erfolgten innerhalb eines ca. 1,2 ha großen Pappelbestandes (MAX-Mischklonsorte), der sich entlang eines schwach bis mittel geneigten Hanges erstreckte. Bei den hier stockenden Pappeln handelte es sich um einen dreijährigen Bestand. Der Bestand war durch mutmaßlich standortsbedingte Wuchsdifferenzen gekennzeichnet. So nahm die mittlere Baumhöhe allgemein vom Oberhang zum Hangfuß hin zu.

Zur bodenkundlichen Charakterisierung der Fläche wurden im April 2012 an insgesamt drei Punkten Bodenproben entnommen. Diese wurden gemäß den in Kapitel 4.3.1 angegebenen Methoden hinsichtlich der in Tabelle 29 aufgezeigten Grundparameter analysiert.

Tabelle 29: Potentielle Bodenazidität, Skelettgehalt und Kohlenstoff- und Nährstoffgehalte am Teilstandort Rennerteichen in Abhängigkeit der Hangposition (OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang).

Hangposition	pH	Skelett	C _t	N _t	P _{DL}	K _{DL}	N _{min}
% mg kg ⁻¹							
0-10 [cm]							
OH	4,9	41,81	1,12	0,13	66	186	4,48
MH	4,79	47,37	1,17	0,14	75	200	2,41
UH	4,88	16,76	2,43	0,25	20	87	12,28
10-30 [cm]							
OH	4,58	31,21	0,8	0,12	56	164	2,18
MH	4,52	28,29	0,89	0,11	66	167	3,20
UH	4,74	5,45	2,31	0,23	12	50	12,15
30-60 [cm]							
OH	4,38	29,28	0,16	0,06	15	263	n.b.
MH	4,13	11,46	0,21	0,06	29	148	n.b.
UH	4,94	14,72	0,68	0,07	11	21	n.b.

Um den Einfluß der Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit auf den Biomassezuwachs abschätzen zu können, wurde ein Raster von ca. 10x4 m angelegt. Demgemäß wurde in jeder zweiten Reihe, jeder Baum alle 10 m markiert und sowohl zu Beginn der Vegetationsperiode (April 2012) als auch am Ende (Oktober 2012) hinsichtlich der Baumhöhe, des Wurzelhalsdurchmessers (WHD) und des Brusthöhendurchmessers (BHD) vermessen. Insgesamt wurden auf diese Weise 109 Bäume ausgewählt (Abbildung 41).

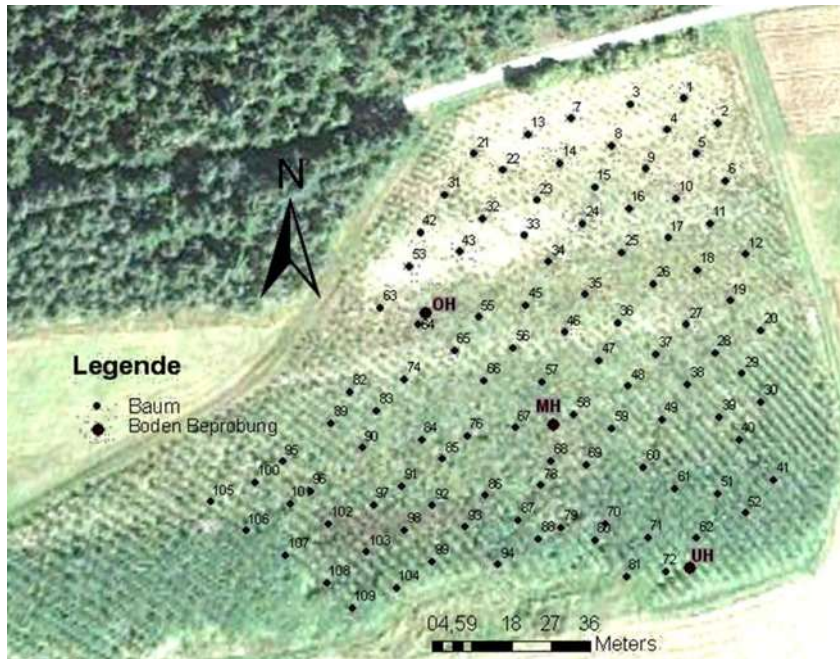


Abbildung 41: Markierte Bäume und Bodenbeprobungspunkte am Teilstandort Rennertehaus (OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang).

Die Bestimmung des Wasserpotenzials, mit welchem sich die Wasserverfügbarkeit der Pflanzen im gesamten Wurzelraum bestimmen lässt (Veste et al. 2008), erfolgte nach der Scholander-Methode (Waring 1970) während der Vegetationsperiode 2012 an drei Terminen (14.06., 21.08., 31.08.), jeweils in den frühen Morgenstunden. Für die Messung wurden Blätter jedes zweiten markierten Baumes herangezogen. Am letzten Termin wurden die für die Wasserpotenzialmessungen herangezogenen Bäume anlehnend nach der unter Punkt 4.3.1 beschriebenen Methode beprobt. Die Bestimmung des in den Blättern gebundenen Kohlenstoffs und Stickstoffs sowie die Bestimmung der Nährelementgehalte erfolgten ebenfalls analog nach dem in Kapitel 4.3.1 angegebenen Verfahren. Zur kontinuierlichen Bestimmung des Bodenwassergehaltes wurden nahe der Bodenbeprobungspunkte (Abbildung 41) Bodenfeuchtemeßsonden (Delta-T) in jeweils 10 cm und 30 cm Tiefe installiert.

4.3.2.6 Ergebnisse & Diskussion

4.3.2.7 Ergebnisse Teilstandort Haine

Im Boden der untersuchten Pappelbestände bewegte sich der pH-Wert überwiegend im schwach sauren Bereich. Größere Differenzen traten zwischen den untersuchten Ackerstandorten auf. Sehr stark saure Verhältnisse wurden lediglich im Boden der Waldfläche vorgefunden (Tabelle 30). Die Höhe des pH-Wertes hängt in hohem Maße von den Bewirtschaftungspraktiken bzw. der Vornutzung ab. Ein Absinken des pH-Wertes unter 4,2 ist nach Untersuchungen von Jug et al. (1999) unter KUP auch bei Verzicht auf Kalkungsmaßnahmen nicht zu erwarten.

Wie in Tabelle 30 ersichtlich ist, wurden vor allem im Oberboden unter KUP deutlich höhere Werte an P_{DL} und K_{DL} ermittelt als im Boden der Ackerflächen. Auch in 30-60 cm Tiefe waren die P_{DL} -Gehalte unter KUP deutlich höher als bei konventioneller Ackerbewirtschaftung. Dies weist einerseits darauf

hin, dass es durch den Abbau der regelmäßig anfallenden, leicht zersetzbaren Streu zu einer Anreicherung dieser Nährelemente im Oberboden kommt. Andererseits scheinen – wie u.a. für Ackerkulturen beschrieben (Merbach et al. 2010) – die Wurzeln der Bäume (z.B. durch Wurzelexudate (Yanping et al. 2011)) im Unterboden zu einer verstärkten Mobilisierung von P und geringerem Maße auch von K beizutragen. Folglich könnte eine Art Nährstoff- bzw. Basenpumpeneffekt vorliegen (Vejre/Hoppe 1998), der in weiterführenden Untersuchungen näher beleuchtet werden sollte.

Der zeitliche Verlauf der P_{DL} -Gehalte unter Agrarholz wies jedoch auf einen abnehmenden Trend hin (Tabelle 24 und Tabelle 30). Dies steht im Gegensatz zu Untersuchungen von Slazak et al. (2010), nach dem die P-Verfügbarkeit mit zunehmendem Alter der Bäume zunimmt. Ein Grund für die beobachtete tendenzielle Abnahme des P_{DL} -Gehaltes könnten Düngungsmaßnahmen sein, die wahrscheinlich im Vorfeld der Pflanzung durchgeführt wurden. Um die zeitliche Entwicklung der Nährstoffverfügbarkeit unter Agrarholz quantifizieren zu können, sollten in weiterführenden Untersuchungen auch ältere Bestände einbezogen werden.

Bezüglich des allgemein saisonal stark variierenden N_{min} -Gehaltes konnte zwischen den Landnutzungsformen kein generalisierender Unterschied aufgezeigt werden (Tabelle 30). Bestimmt wird die Höhe des N_{min} -Gehaltes vor allem durch Düngungsmaßnahmen oder, wie auf der Versuchsfläche Wie erkennbar, durch Beweidung. Langfristig ist unter KUP mit einer Abnahme des N_{min} -Gehaltes zu rechnen, was sich nach Ergebnissen von Balasus et al. (2012) jedoch kaum auf das Wachstum der Bestände auswirken wird. Mit dem Rückgang des N_{min} -Gehaltes ist zudem eine Verminderung des Belastungspotenzials für das Grundwasser verbunden. Der Gehalt an N_t variierte zwischen den Nutzungsformen nur unwesentlich. Lediglich die regelmäßige Beweidung führte am Standort Wie vor allem im Oberboden zu höheren N_t -Werten (Tabelle 30).

Die höchsten C_t -Werte wurden erwartungsgemäß unter Wald vorgefunden. Unter KUP konnten vier Jahre nach der Etablierung jedoch noch keine wesentlich höheren C_t -Werte als im Boden der konventionell bewirtschafteten Ackerflächen nachgewiesen werden (Tabelle 30). Zum Zeitpunkt der Probenahme war die Kohlenstoffakkumulation im Boden der Agrarholzbestände somit nicht höher als bei Ackerbewirtschaftung und – zumindest in 0-10 cm Tiefe – im Mittel sogar niedriger als bei Brache (Bra) und Dauergrünland (Pio) oder Weideland (Wie), auf welchem längere Zeit ebenfalls keine Bodenbearbeitung stattfand. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass es unter den KUP-Flächen mit zunehmender Bewirtschaftungszeit zu einem signifikanten Anstieg des Humus- und somit des C_t -Gehaltes kommen wird (Boelcke/Kahle 2008). Die C_t -Gehaltsdifferenz zwischen den Agrarholzbeständen und den konventionell bewirtschafteten Ackerflächen wird dabei umso geringer sein je höher der Ausgangsgehalt ist. Neben einem Anstieg des C_t -Gehaltes im Mineralboden ist ebenfalls eine weitere Zunahme des C_t -Vorrates in der Streuauflage wahrscheinlich. Folglich stellt diese ein Faktor dar, der vor dem Hintergrund der Kohlenstoffspeicherung bei Agrarholzbeständen zunehmend an Bedeutung gewinnen wird (Tabelle 31).

Tabelle 30: pH-Wert sowie Gehalte an Gesamtkohlenstoff (C_t), Gesamtstickstoff (N_t), mineralischem Stickstoff (N_{min}) und pflanzenverfügbarem Phosphor (P_{DL}) bzw. Kalium (K_{DL}) im Boden verschiedener Landnutzungsformen am Teilstandort Haine im November 2011, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung, $n = 4$).

Flächen	pH	C _t	N _t	P _{DL}	K _{DL}	N _{min}
	% mg kg ⁻¹					
0-10 [cm]						
KUP1	6,22±0,17	1,06±0,07	0,14±0,01	94,00±14,07	222,75±11,78	13,19±0,67
KUP2	6,26±0,10	1,21±0,12	0,14±0,01	132,25±15,74	281,25±13,92	3,52±0,14
KUP3	5,32±0,16	1,06±0,05	0,14±0,00	70,50±3,23	250,25±4,09	2,32±0,14
ACK1	4,93±0,08	1,01±0,04	0,13±0,01	54,25±5,85	166,25±9,57	8,21±0,32
ACK2	6,53±0,07	1,23±0,09	0,15±0,01	66,25±8,96	204,50±11,00	10,63±1,85
ACK3	5,98±0,09	0,95±0,04	0,13±0,00	44,75±3,79	132,00±14,74	6,24±0,17
Bra	5,26±0,04	1,36±0,10	0,16±0,01	47,88±8,91	300,00±39,46	5,83±1,98
Pio	5,62±0,08	1,19±0,06	0,15±0,01	26,25±2,78	234,25±14,59	11,41±2,67
GrAr	5,56±0,02	0,94±0,11	0,11±0,01	64,00±5,34	281,50±14,31	10,36±2,48
Wie	4,68±0,13	2,90±0,16	0,36±0,01	31,50±6,51	82,50±11,35	17,36±3,08
Wald	3,56±0,06	3,52±0,32	0,23±0,02	13,50±0,50	81,75±4,33	2,49±0,22
10-30 [cm]						
KUP1	6,40±0,20	0,89±0,05	0,13±0,00	79,75±9,09	150,50±22,00	3,30±1,18
KUP2	6,35±0,13	1,04±0,12	0,12±0,01	122,50±16,95	172,25±11,18	3,30±0,32
KUP3	5,38±0,29	0,86±0,02	0,13±0,00	60,25±4,85	181,25±16,30	2,45±0,06
ACK1	4,90±0,02	0,96±0,03	0,13±0,00	48,50±5,55	166,50±7,01	8,35±0,31
ACK2	6,51±0,12	1,00±0,08	0,14±0,01	56,25±7,09	191,25±4,64	11,70±1,41
ACK3	5,97±0,07	0,94±0,03	0,13±0,00	43,25±2,50	144,25±16,42	6,51±0,90
Bra	5,27±0,08	0,75±0,06	0,12±0,01	32,25±2,21	226,75±13,15	2,41±0,77
Pio	5,65±0,07	0,71±0,06	0,11±0,01	22,25±4,05	137,25±5,25	4,52±0,72
GrAr	5,31±0,05	0,68±0,08	0,10±0,01	60,25±4,42	264,25±8,19	4,61±0,55
Wie	4,78±0,13	0,69±0,06	0,13±0,00	17,50±4,35	49,00±7,88	2,81±0,41
Wald	3,76±0,02	1,24±0,03	0,12±0,01	25,75±1,65	36,00±4,30	1,39±0,11
30-60 [cm]						
KUP1	6,41±0,15	0,35±0,07	0,08±0,00	33,25±7,49	150,50±12,78	5,89±1,16
KUP2	6,18±0,17	0,50±0,13	0,08±0,01	47,25±16,83	156,75±17,40	2,52±0,71
KUP3	5,49±0,25	0,32±0,03	0,07±0,01	20,50±2,72	173,25±10,15	1,64±0,10
ACK1	4,78±0,17	0,37±0,04	0,08±0,00	18,75±4,23	138,75±10,47	5,25±0,63
ACK2	6,30±0,09	0,30±0,05	0,07±0,01	12,00±3,67	140,00±9,87	5,47±0,87
ACK3	5,91±0,08	0,41±0,03	0,08±0,00	17,50±2,72	139,50±14,67	4,21±0,29
Bra	5,36±0,09	0,41±0,05	0,09±0,00	11,75±2,87	157,75±17,93	1,44±0,31
Pio	5,68±0,20	0,25±0,04	0,09±0,01	8,25±2,29	102,75±13,46	1,69±0,28
GrAr	5,62±0,03	0,17±0,03	0,05±0,01	14,25±1,75	262,25±20,10	2,20±0,67
Wie	4,90±0,11	0,36±0,12	0,11±0,01	13,50±4,03	65,50±9,61	2,08±0,25
Wald	3,83±0,06	0,50±0,07	0,09±0,01	25,25±3,25	52,00±2,74	1,18±0,04

Tabelle 31: Masse, C/N-Verhältnis und Gesamtgehalte der Nährelemente Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Phosphor (P) der unter den KUP-Flächen am Teilstandort Haine befindlichen Streuauflage im November 2011 (Mittelwerte $\pm$ Standardabweichung, n = 4).

Flächen	Auflage [t ha ⁻¹]	C/N [mg g ⁻¹]	Ca [mg g ⁻¹]	Mg [mg g ⁻¹]	K [mg g ⁻¹]	P [mg g ⁻¹]
KUP1	2,52 $\pm$ 0,10	23,71 $\pm$ 1,14	25,76 $\pm$ 1,02	1,65 $\pm$ 0,08	15,28 $\pm$ 0,69	6,94 $\pm$ 0,59
KUP2	4,00 $\pm$ 0,83	41,97 $\pm$ 3,48	21,93 $\pm$ 0,95	1,33 $\pm$ 0,10	4,22 $\pm$ 0,45	2,59 $\pm$ 0,06
KUP3	1,71 $\pm$ 0,28	37,26 $\pm$ 1,25	32,39 $\pm$ 2,53	1,48 $\pm$ 0,14	4,28 $\pm$ 0,61	6,06 $\pm$ 0,49
Wald	9,42 $\pm$ 0,98	25,24 $\pm$ 0,96	8,19 $\pm$ 0,98	2,32 $\pm$ 0,34	4,76 $\pm$ 0,61	1,18 $\pm$ 0,11

Die landnutzungsbedingten Unterschiede des C_T-Vorrates verhielten sich analog zu den Differenzen des C_T-Gehaltes (Abbildung 42). Je nach Bewirtschaftungspraxis bzw. Ausgangsgehalt wiesen die Acker- bzw. KUP-Flächen differierende C_T-Vorräte auf, weshalb zum Zeitpunkt der Untersuchungen bei keiner der beprobten Tiefenstufen ein klarer nutzungsbedingter Trend abgeleitet werden konnte.

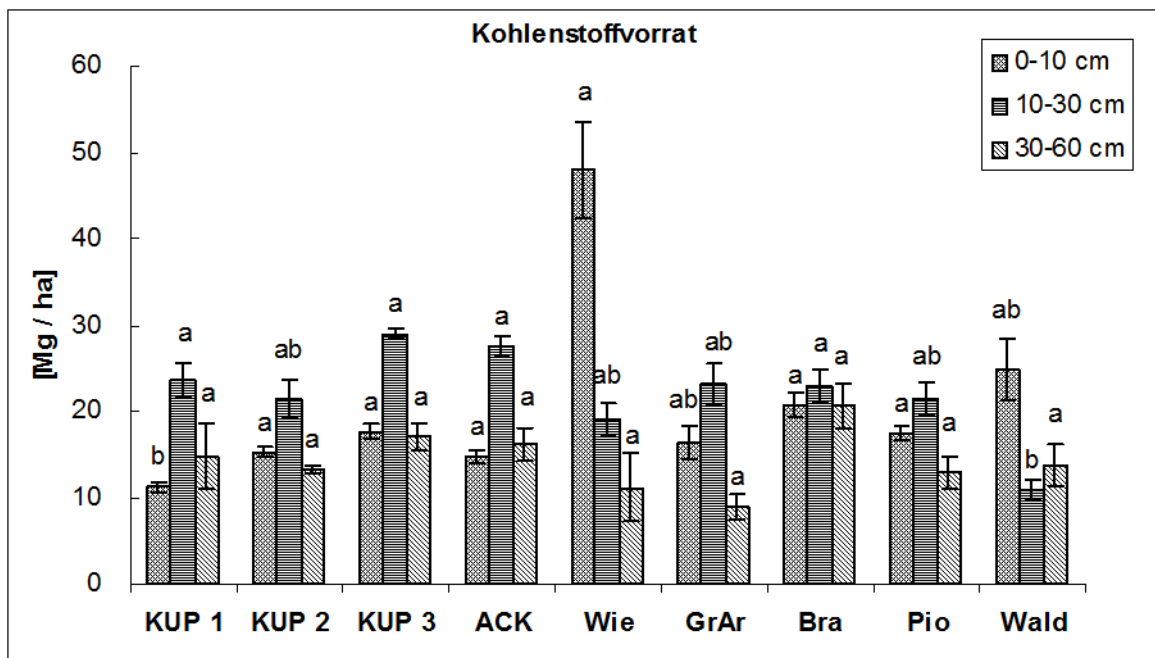


Abbildung 42: Kohlenstoffvorrat im Boden des Teilstandortes Haine in Abhängigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte; Fehlerbalken = Standardabweichungen; n = 4 bzw. 12 (ACK)).

Der höchste C_T-Vorrat (0-60 cm Tiefe) wurde am Standort Wie bestimmt, wo insbesondere in 0-10 cm Tiefe überdurchschnittlich hohe C_T-Werte vorlagen. Da deutliche Änderungen des C_T-Gehaltes im Allgemeinen jedoch erst nach vielen Jahren (z.T. mehreren Jahrzehnten) klar quantifizierbar sind (Körschens/Schulz 1999), ist damit zu rechnen, dass sich die vergleichsweise geringen Unterschiede zwischen den Versuchsflächen (insbesondere zwischen KUP- und ACK-Standorten) künftig vergrößern werden. Hierbei ist nach langjähriger KUP-Nutzung allgemein eine deutliche Zunahme des Kohlenstoffvorrates zu erwarten. Einen Hinweis hierauf gibt u.a. die untersuchte Waldfläche, wo unter Berücksichtigung der Streuauflage die höchsten Kohlenstoffvorräte vorlagen. Bei Standorten mit hoher Aktivität von Makro- und Mesofauna kann zudem von einer noch intensiveren bzw. tieferen Einmischung der Streuauflage in den oberen Mineralbodenhorizont ausgegangen werden als es am untersuchten Waldstandort der Fall war. So weisen die vergleichsweise geringen C_T-Gehalte unterhalb

10 cm Bodentiefe hier auf eine nur schwach ausgeprägte Bioturbation hin, was nicht zuletzt auch durch die vergleichsweise hohe Bodenazidität bestätigt wird.

Um nutzungs- bzw. bewirtschaftungsbedingte Einflüsse auf den C_T - und N_T -Haushalt dennoch abschätzen zu können, wurden die Gehalte bzw. Vorräte des C_{hwl} und N_{hwl} ermittelt. Diese als leicht nachlieferbar geltenden Fraktionen sind geeignet, um quantitative Aussagen zum Einfluß der Bewirtschaftung auf die Humusakkumulation schon wenige Jahre nach Landnutzungs- oder Bewirtschaftungsumstellungen treffen zu können (Böhm et al. 2010). Gemäß den von Körschens/Schulz (1999) aufgestellten C_{hwl} -Gehaltsklassen weisen am Teilstandort Haine die Böden aller untersuchten Flächen in 0-10 cm Tiefe Werte um 400 mg kg^{-1} oder deutlich darüber liegende auf und können somit als sehr gut mit organischer Substanz versorgt angesehen werden. Auch in 10-30 cm Tiefe ist der Boden sämtlicher Untersuchungsflächen als gut versorgt einzuschätzen (Abbildung 43). Trotz dieser allgemein hohen Gehalte kann unter KUP – zumindest in 0-10 cm Tiefe – ein mutmaßlicher Anstieg dieser C-Fraktion unterstellt werden. So war der C_{hwl} -Gehalt hier im Mittel höher als im Boden der Ackerflächen, jedoch deutlich niedriger als bei Brache oder Dauergrünland. Anders als bei dem C_T -Gehalt wies der Waldboden in allen untersuchten Tiefenstufen die mit Abstand höchsten C_{hwl} -Gehalte auf. Dies verdeutlicht das hohe C-Nachlieferungspotenzial von Waldböden und zeigt, in welche Richtung sich der C_{hwl} unter älteren Agrarholzbeständen entwickeln könnte.

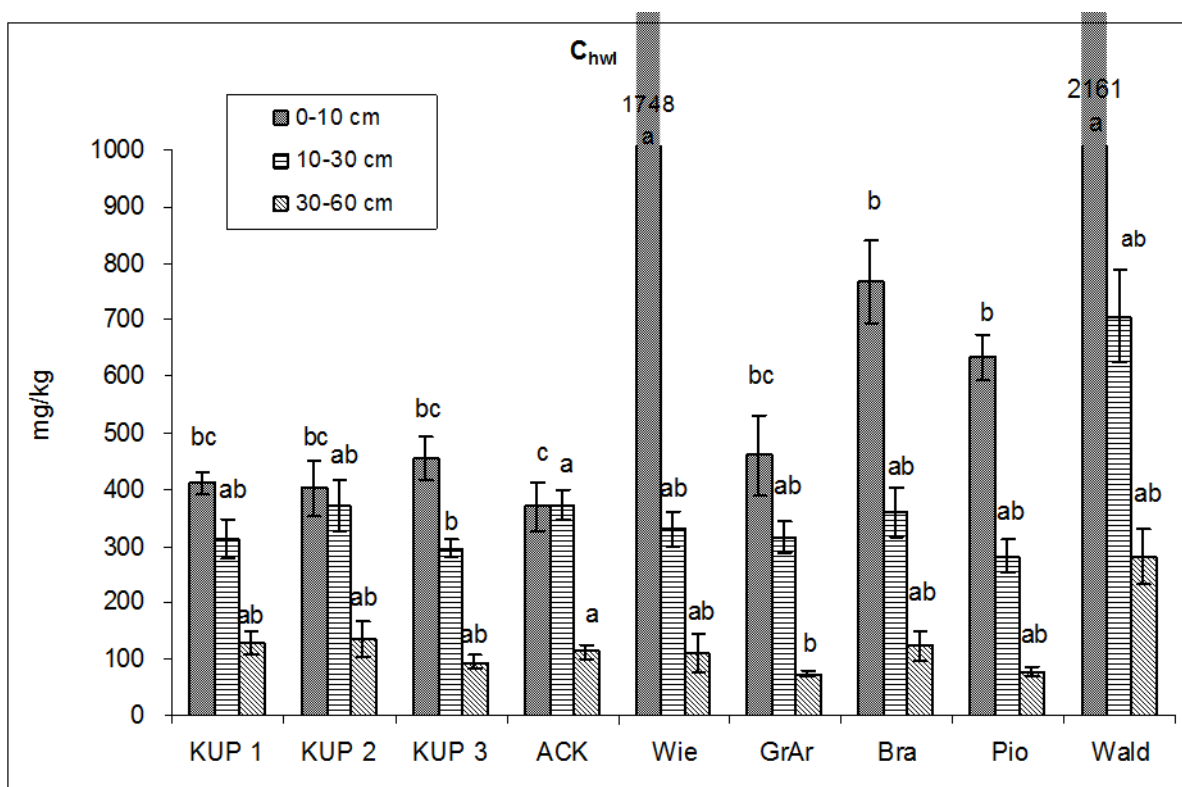


Abbildung 43: Gehalt an heißwasserextrahierbarem Kohlenstoff (C_{hwl}) im Boden des Teilstandortes Haine in Abhängigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardabweichungen, $n = 4$ bzw. 12 (ACK)).

Verglichen mit dem C_{hwl} war der nutzungsspezifische Trend des N_{hwl} – insbesondere in Bezug zwischen Acker und KUP – weniger differenziert ausgeprägt (Abbildung 44). Die vergleichsweise hohen N_{hwl} -Gehalte im Boden der Ackerstandorte sind höchstwahrscheinlich auf eine

düngungsbedingte N-Zufuhr zurückzuführen. Aufgrund der fehlenden N-Düngungszufuhr ist unter den Agrarholzbeständen mittel- bis langfristig mit einer Zunahme des C_{hwl}/N_{hwl} -Verhältnisses zu rechnen.

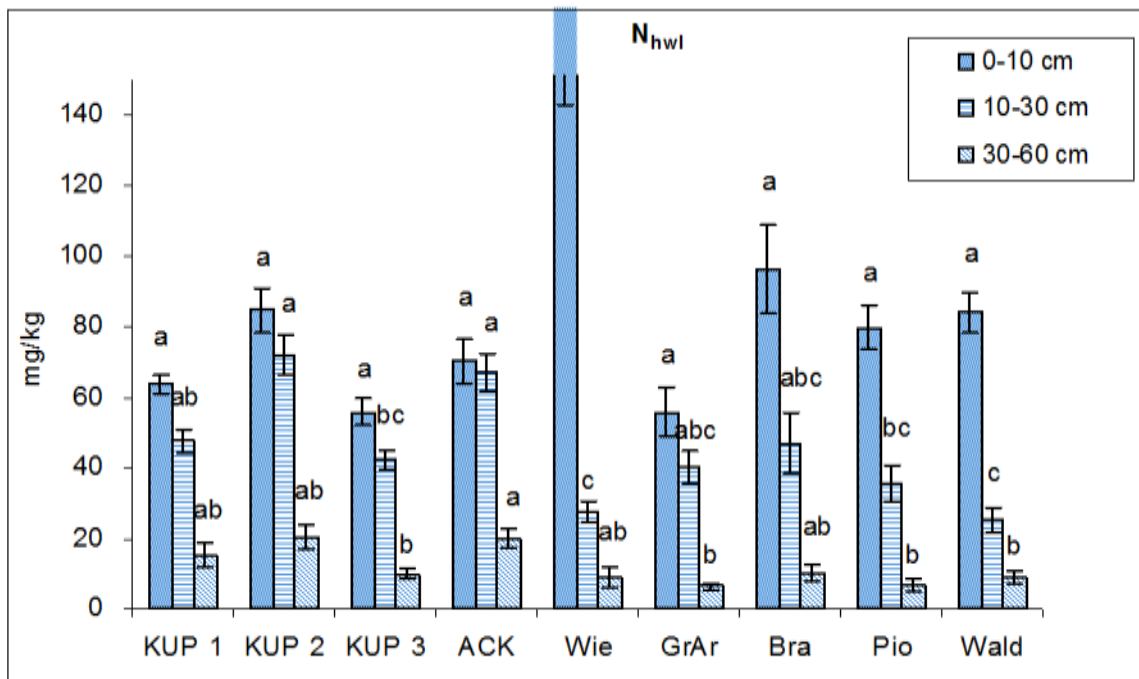


Abbildung 44: Gehalt an heißwasserextrahierbarem Stickstoff (N_{hwl}) im Boden des Teilstandortes Haine in Abhängigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardabweichungen, n = 4 bzw. 12 (ACK)).

Konträr zu den im Boden gebundenen Kohlenstoffgehalten wiesen die KUP-Flächen höhere wurzelgebundene Kohlenstoffgehalte als die Landnutzungsarten Brache (Bra), Dauergrünland (Pio) oder Weide (Wie) auf (Abbildung 45).

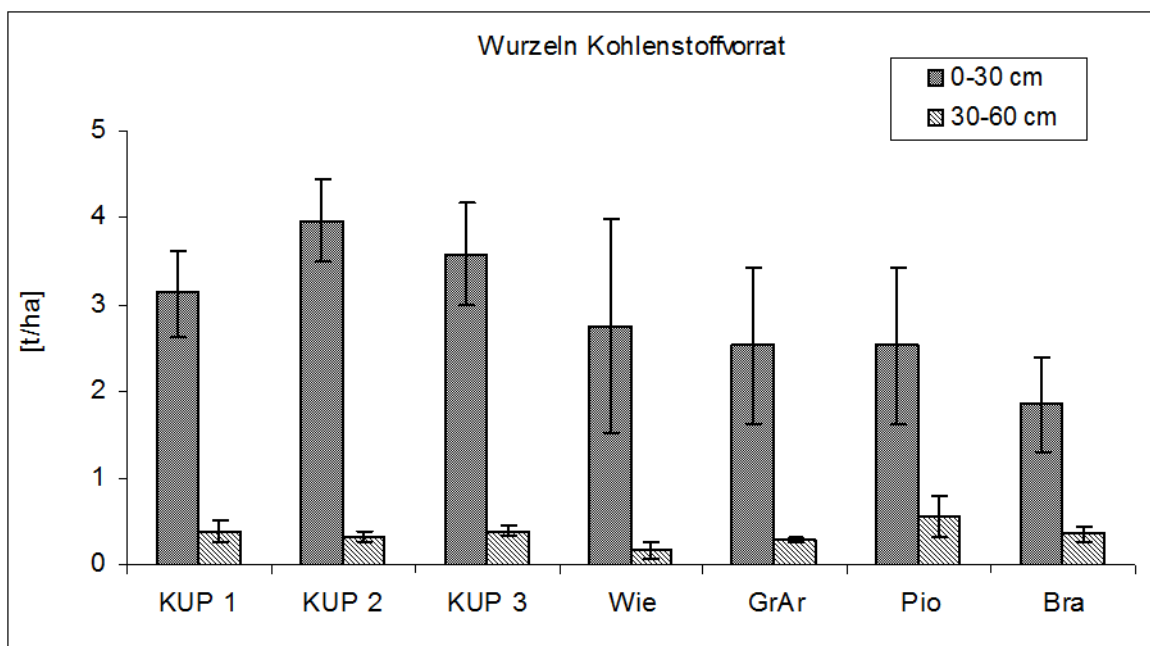


Abbildung 45: In der Wurzelmasse gebundener Kohlenstoffvorrat im November 2011 bei verschiedenen Landnutzungsformen am Teilstandort Haine, getrennt nach den Tiefenstufen 0-30 und 30-60 cm (Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardabweichungen, n = 4).

Die unter den vier Jahre alten Pappelbeständen ermittelten Wurzelmassen sind deutlich höher als jene von Pallardy et al. (2003) unter zwei Jahre alten oder von Block et al. (2006) unter drei Jahre alten Beständen vorgefundenen (Tabelle 32). Neben dem höheren Alter der Bäume im Untersuchungsgebiet könnte ein weiterer Grund hierfür die auf allen KUP-Flächen erfolgte Beerntung sein, was – analog zum Sproß – auch zu einer Anregung des Wurzelwachstums geführt haben könnte. Gestützt wird diese Vermutung durch die Tatsache, dass die Fläche KUP1, deren Beerntung lediglich ein Jahr vor der Beprobung erfolgte, im Mittel die geringste Wurzelmasse innerhalb der untersuchten Pappelbestände aufwies (Abbildung 45). Nach den Ergebnissen von Block et al. (2006) variiert der Anteil an Feinwurzeln zudem während des Jahresverlaufs beträchtlich, wobei im Sommer die höchsten Werte zu verzeichnen sind. Insgesamt zeigen die hier dargestellten Ergebnisse, dass Agrarholzbestände ein höheres Kohlenstoffspeicherungspotenzial in der unterirdischen Biomasse aufweisen als andere Landnutzungsformen mit mehrjährigen Kulturen.

Tabelle 32: Wurzelmasse sowie in der Wurzelmasse gebundene Gehalte an Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Phosphor (P) im November 2011, bei verschiedenen Landnutzungsformen am Teilstandort Haine, getrennt nach den Tiefenstufen 0-30 und 30-60 cm (Mittelwerte; Fehlerbalken = Standardabweichungen, n = 4).

Flächen	Wurzelmasse [t ha ⁻¹]	C	N	Ca	Mg	K	P
	% mg kg ⁻¹						
0-30 [cm]							
KUP1	9,88±1,85	32,71±2,60	1,31±0,21	10,94±1,86	2,56±0,56	9,70±1,80	2,93±0,51
KUP2	13,42±1,29	29,35±1,33	0,95±0,03	15,35±1,92	3,26±0,33	14,64±2,07	4,08±0,48
KUP3	11,19±1,34	31,59±1,80	0,96±0,04	12,20±0,69	2,62±0,19	12,29±1,42	3,31±0,28
Wie	9,84±2,19	29,36±2,75	1,13±0,18	6,71±1,12	4,30±0,61	10,08±0,86	1,28±0,16
GrAr	8,83±1,53	32,03±2,50	1,51±0,16	8,04±0,85	2,70±0,35	6,70±1,02	1,61±0,20
Pio	9,58±0,98	27,11±3,53	0,86±0,12	9,05±0,60	3,33±0,22	9,55±0,32	1,36±0,08
Bra	5,72±0,87	32,78±2,46	0,45±0,14	4,98±0,45	1,60±0,29	4,22±0,67	0,82±0,10
30-60 [cm]							
KUP1	1,11±0,32	33,89±2,14	1,06±0,06	1,22±0,31	0,24±0,04	0,76±0,20	0,22±0,10
KUP2	0,92±0,15	34,13±1,62	0,89±0,01	1,22±0,22	0,20±0,02	0,81±0,15	0,20±0,05
KUP3	1,18±0,16	33,43±0,71	0,54±0,05	1,42±0,26	0,23±0,04	1,15±0,16	0,26±0,04
Wie	0,48±0,26	36,15±1,23	1,04±0,19	0,37±0,22	0,16±0,08	0,40±0,19	0,06±0,04
GrAr	0,92±0,11	31,85±2,23	0,85±0,11	0,71±7,09	0,23+±0,03	0,54±0,05	0,08±0,01
Pio	2,38±0,50	31,81±0,81	0,70±0,07	1,73±0,59	0,49±0,16	1,73±0,69	0,26±0,13
Bra	1,03±0,22	33,87±1,81	1,14±0,11	0,99±0,18	0,24±0,05	0,64±0,16	0,11±0,03

Das C/N-Verhältnis der Wurzelmasse war flächen- und tiefenübergreifend vergleichbar. Unterschiede traten jedoch hinsichtlich der Elementvorräte Ca und P auf, welche aufgrund der größeren Biomasse in den Wurzeln der Pappel deutlich höher als bei den krautigen Pflanzen waren. Eine Ausnahme stellte in 30-60 cm Tiefe lediglich das Dauergrünland (Pio) dar, wo vergleichbar hohe Werte ermittelt wurden. Bezüglich der Elemente Mg und K waren die ermittelten Differenzen geringer, doch konnten auch diesbezüglich – insbesondere im Unterboden – tendenziell höhere Vorräte in der Wurzelmasse der KUP-Flächen festgestellt werden (Tabelle 32). Folglich werden bei dem Anbau von Agrarholz relativ mehr Nährstoffe in der unterirdischen Biomasse festgelegt als bei anderen Landnutzungsformen mit Dauerkulturen. Eine deutliche Freisetzung dieser Nährstoffvorräte ist erst

nach der Rodung der Bestände zu erwarten, wobei der Folgefrucht durch den Abbau der Wurzeln sukzessive Nährstoffreserven zur Verfügung gestellt werden könnten. Für eine zeitliche Einordnung solcher Abbauprozesse sind allerdings weiterführende Untersuchungen notwendig.

Anhand der am Teilstandort Haine gewonnenen Ergebnisse lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die Kohlenstoffvorräte im Boden junger Agrarholzbestände mit jenen konventionell bewirtschafteter Ackerflächen vergleichbar sind und das trotz einer Zunahme bei älteren Beständen eine deutlich größere Humusanreicherung als unter Grünland nicht wahrscheinlich ist. Allerdings besitzen Agrarholzbestände im Hinblick auf die unterirdische Biomasse aufgrund der größeren Wurzelmasse ein erheblich höheres Kohlenstoffspeicherungspotenzial als alle anderen untersuchten landwirtschaftlichen Nutzungsformen mit Dauerkulturen, weshalb sie in dieser Hinsicht – zumindest temporär – als nennenswerte CO₂-Senke angesehen werden können.

Aufgrund des für schnellwachsende Baumarten hohen Nährstoffangebotes im Boden der Untersuchungsflächen sind Düngungsmaßnahmen während des Lebenszyklus einer Agrarholzkultur voraussichtlich nicht oder nur in sehr geringem Umfang erforderlich, zumal der erntebedingte Entzug aufgrund der ausschließlichen Nutzung des Holzes im Vergleich zu krautigen Kulturen ausgesprochen gering ist. Ausgehend von der Tatsache, dass die Nährstoffnutzungseffizienz bei der Nutzung holzartiger Biomasse höher und der Düngeaufwand somit niedriger als bei der Produktion krautiger Biomasse ist, kann folglich allgemein geschlussfolgert werden, dass durch den Anbau von Agrarholz ein größerer Beitrag zum abiotischen Ressourcenschutz geleistet wird als durch die Kultivierung krautiger primärer Bioenergieträger.

4.3.2.8 Ergebnisse Teilstandort Rennertehausen

Der Pappelbestand am Standort Rennertehausen wies bezüglich Baumhöhe und Stammdurchmesser einen ausgeprägten Gradienten auf. Mit zunehmender Entfernung vom oberen Hangabschnitt nahm die Biomasseproduktionsleistung der Bäume – ausgedrückt in Baumhöhe und Stammdurchmesser – zu. So betrug der Höhenunterschied nach einer Standzeit von drei bzw. vier Jahren bereits 7,5 m bzw. 8,0 m (Abbildung 46a, b). Folglich repräsentierte der untersuchte Bestand im Hinblick auf die Wüchsigkeit eine große Spannbereite (Röhle et al. 2006), deren Ursache mutmaßlich auf kleinräumige Unterschiede der Standortverhältnisse zurückzuführen war. Der im Untersuchungsjahr 2012 ermittelte Höhen- bzw. Stammdurchmesserzuwachs zeigte allerdings nur einen schwachen korrelativen Zusammenhang zur Höhen- bzw. Durchmesser-Verteilung am Ende der Vegetationsperiode ($r = 0,20$ bzw. $0,29$; $P \leq 0,05$). Insbesondere im südlichen Bereich (Unterhang) wurde nicht die Zuwachsleistung erreicht, die anhand der Messdaten zu erwarten gewesen wäre (Abbildung 46c, d). Eine Ursache hierfür ist sicherlich die interspezifische Konkurrenz, die vor dem Hintergrund der hohen Bestandesdichte bei gutwüchsigen Bäumen schneller zum Tragen kommt. Die größten Zuwächse konnten im Zentrum bzw. oberen Mittelhangbereich verzeichnet werden.

Der in den voll ausgebildeten Blättern bestimmte N-Gehalt variierte zwischen 1,2 und 3,0% (Abbildung 47b). Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem N-Gehalt der Blätter und der Zuwachsleistung nachgewiesen werden. Im Kontext anderer Untersuchungen zum Ernährungszustand von Pappeln sind die gemessenen Werte als durchschnittlich bis

überdurchschnittlich einzustufen (van den Burg 1985, Baum et al. 2002, Sayyad et al. 2006). So betrugen die N-Gehalte selbst in sehr stark N-gedüngten Beständen lediglich zwischen 2,6 und 4,1% (Brown/van den Driessche 2005). Folglich stellt Stickstoff im untersuchten Areal kein Mangellement dar und kann als Ursache für die Wuchsunterschiede nicht herangezogen werden.

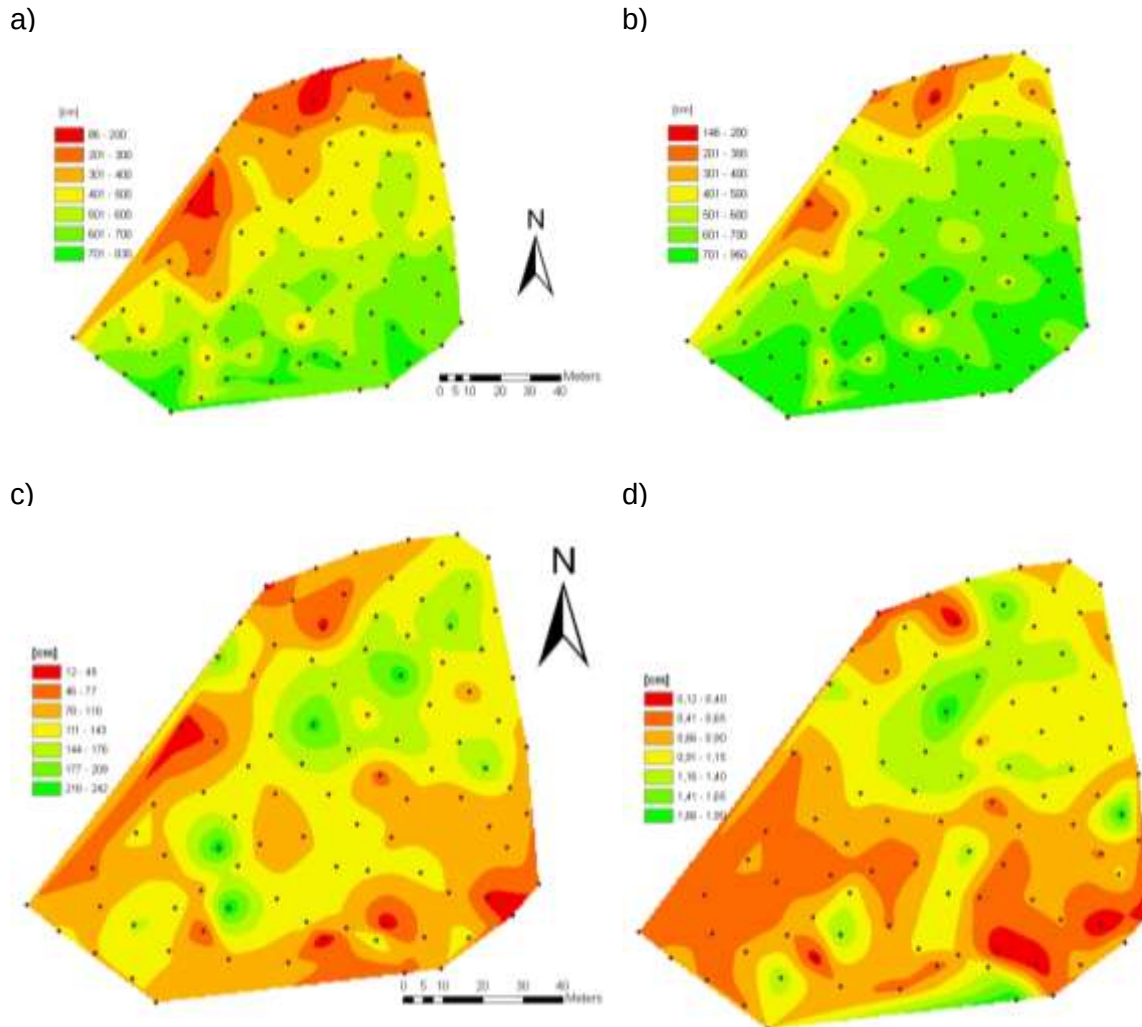


Abbildung 46: Auf Basis von Meßwerten interpolierte, flächenhafte Darstellung a) der Baumhöhe zu Beginn der Vegetationsperiode im April 2012, b) der Baumhöhe zum Ende der Vegetationsperiode im Oktober 2012, c) des Höhenzuwachses während der Vegetationsperiode 2012, d) des Zuwachses des Brusthöhendurchmessers während der Vegetationsperiode 2012 am Teilstandort Rennertehausen.

Der P-Gehalt in den Blättern bewegte sich zwischen 1,4 und 6,5 mg g⁻¹ (Abbildung 48a). Dieser Wertebereich indiziert eine ausreichend hohe P-Versorgung der Bäume (Baum et al. 2002, Brown/van den Driessche 2005). Bestätigt wird dies durch die Tatsache, dass kein positiver Zusammenhang zwischen Baumhöhe bzw. Stammdurchmesser und dem P-Gehalt nachgewiesen werden konnte. Ein Vergleich der Abbildung 46b und Abbildung 48a verdeutlicht, dass im südlichen Bereich, wo sowohl im Boden (Tabelle 29) als auch in den Blättern die niedrigsten P-Gehalte vorlagen, die höchsten Bäume wuchsen. Begründet werden können diese vergleichsweise geringen pflanzenverfügbaren P-Gehalte im Boden (Gehaltsklasse A; KTBL 2005) des Hangfußes mit Vornutzungsdifferenzen. So stellte der südliche Abschnitt der untersuchten Fläche vor der Etablierung des Agrarholzbestandes einen

separaten Ackerschlag dar, auf dem im Vergleich zum nördlichen Bereich vermutlich deutlich weniger P-Dünger ausgebracht wurde.

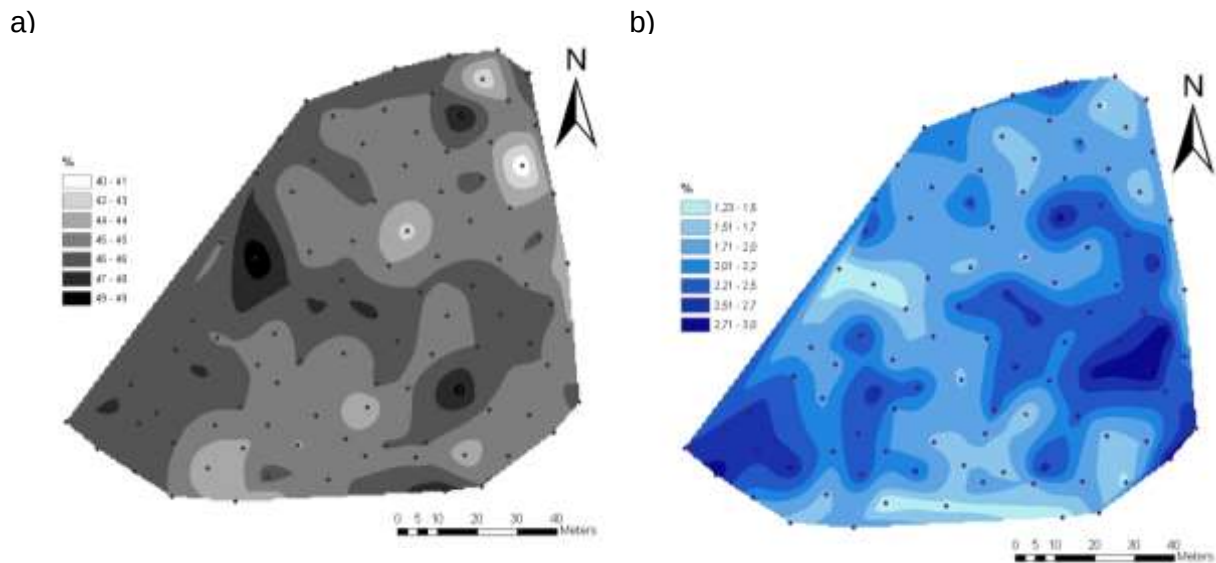


Abbildung 47: Auf Basis von Meßwerten interpolierte, flächenhafte Darstellung a) des Kohlenstoff- und b) Stickstoffgehaltes der Pappelblätter im August 2012 am Teilstandort Rennertehausen.

Die K-Gehalte der Blätter variierten zwischen 7 und 32 mg g⁻¹ (Abbildung 48b). Nach van den Burg (1985) ist somit auch die K-Versorgung der Bäume als ausreichend hoch anzusehen. Gleiches gilt für die Elemente Mg und Ca, welche sich in der Blattmasse des Untersuchungsareals zwischen 1,1 und 3,2 mg g⁻¹ bzw. 4 und 22 mg g⁻¹ bewegten (Abbildung 48c, d). Zwar konnte zwischen Mg bzw. Ca und den dendrometrischen Größen Baumhöhe und Brusthöhendurchmesser ein positiver signifikanter Zusammenhang ($r = 0,20$ bzw. $0,33$; $P \leq 0,05$) nachgewiesen werden, doch ist in der differierenden Verfügbarkeit dieser Elemente nicht die Hauptursache für die beträchtlichen Wuchsunterschiede zu sehen, da insgesamt eine ausreichende Versorgung vorlag.

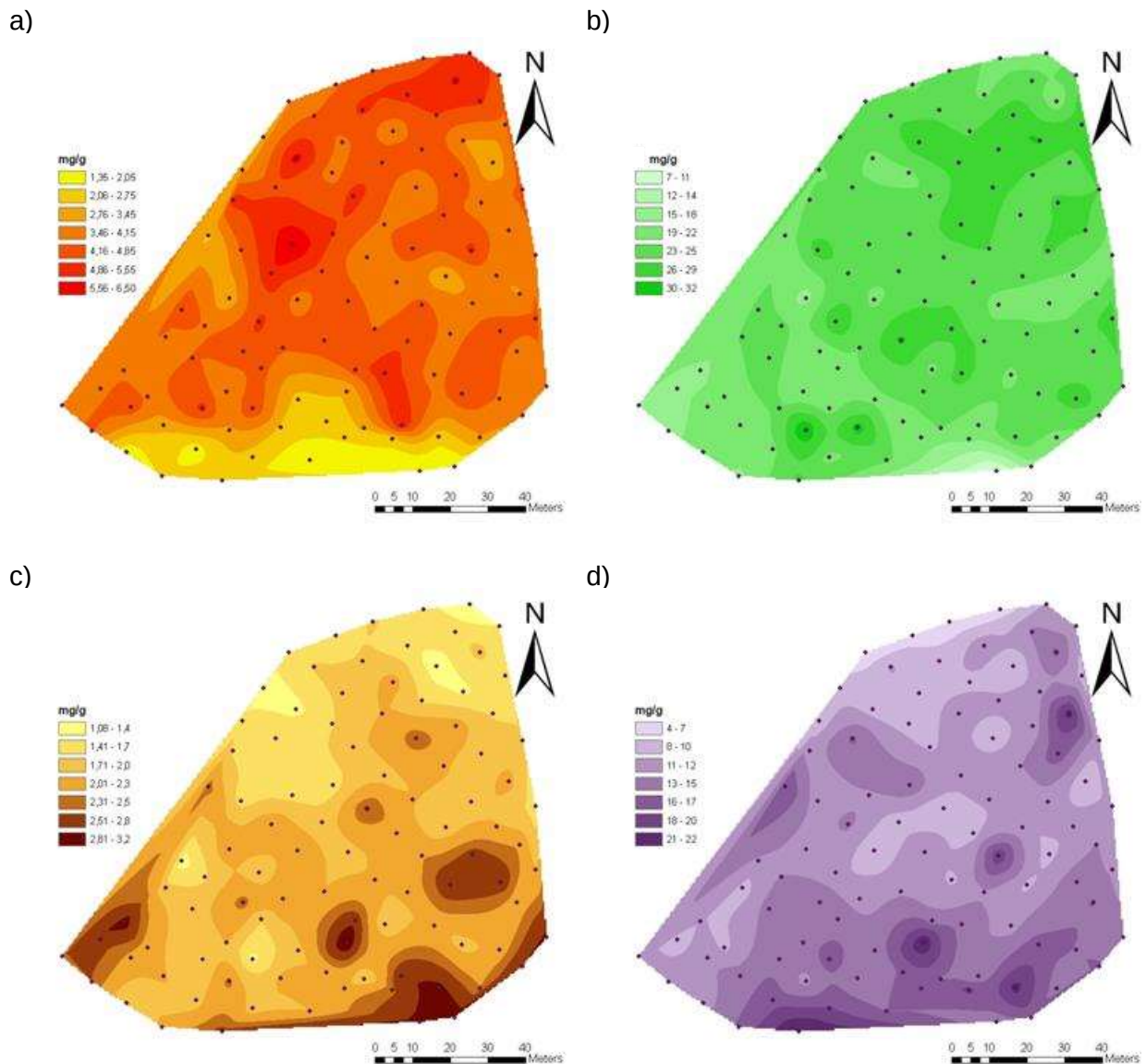


Abbildung 48: Auf Basis von Meßwerten interpolierte, flächenhafte Darstellung a) des Phosphor-, b) Kalium-, c) Magnesium- und d) Kalziumgehaltes der Pappelblätter im August 2012 am Teilstandort Rennertehausen.

Um während des Untersuchungszeitraumes den Einfluß der Wasserverfügbarkeit auf das Wachstum der Pappeln beurteilen zu können, wurden die Niederschlagsdaten der vergangenen 14 Jahre ausgewertet (Tabelle 33). Demnach betrug die mittlere Jahresniederschlagssumme von 1998 bis 2012 721 mm. Während der Vegetationsperiode (April bis September) fielen im Durchschnitt 386 mm. Verglichen mit diesen Durchschnittswerten ist sowohl die Gesamtniederschlagssumme im Untersuchungsjahr 2012 von 647 mm als auch der von April bis September gefallene Niederschlag von 341 mm als unterdurchschnittlich einzuschätzen.

Tabelle 33: Jahresniederschlagssummen und Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode von April bis September für die Jahre 1998 bis 2012 (Wetterstation Burgwald-Bottendorf (Entfernung zum Versuchsstandort ca. 8 km); Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Jahr	Niederschlag [mm]	
	Jahreswert	April-September
1998	895	467
1999	755	381
2000	672	357
2001	782	341
2002	886	437
2003	590	336
2004	665	377
2005	586	372
2006	668	369
2007	910	507
2008	660	374
2009	742	341
2010	698	396
2011	657	401
2012	647	341

Innerhalb der Vegetationsperiode fiel im Untersuchungsjahr der meiste Niederschlag in den Monaten Juni und Juli. Längere Trockenphasen traten erst im August auf (Tabelle 34; Abbildung 49). Aufgrund des erheblich geringeren Skelettgehaltes im Oberboden des Hangfußbereichs (Tabelle 29) besaß dieser eine potentiell höhere Wasserspeicherfähigkeit. So war der absolute Wassergehalt des Bodens am Ober- und Mittelhang deutlich niedriger als am Unterhang. Während in 10 cm Bodentiefe erst ab Ende Juli auf der gesamten Fläche vergleichbare Werte auftraten, blieb der Wassergehalt in 30 cm Tiefe am Unterhang auch gegen Ende der Untersuchungsperiode auf einem deutlich höheren Niveau (Abbildung 50).

Tabelle 34: Monatliche Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode des Untersuchungsjahres von April bis September 2012 (Wetterstation Burgwald-Bottendorf (Entfernung zum Versuchsstandort ca. 8 km); Quelle: Deutscher Wetterdienst).

Monat	Niederschlag [mm]
April	45
Mai	48
Juni	85
Juli	109
August	29
September	25

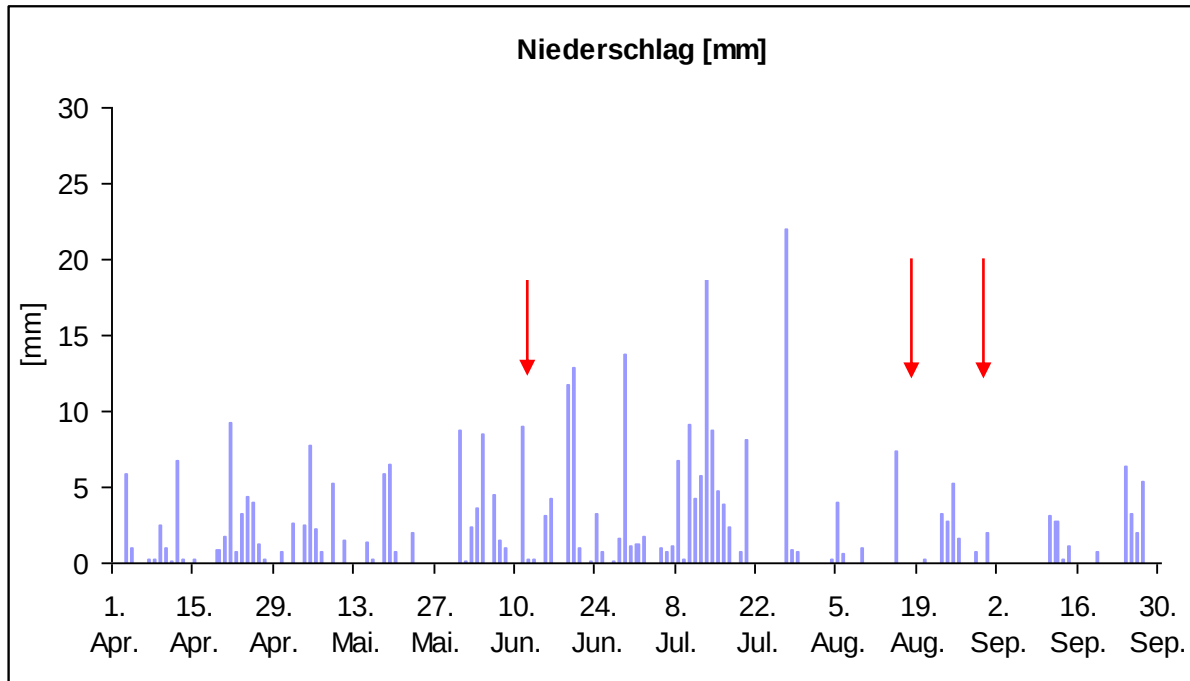


Abbildung 49: Niederschlagsverteilung während der Vegetationsperiode des Untersuchungsjahres von April bis September 2012 (Wetterstation Burgwald-Bottendorf (Entfernung zum Versuchsstandort ca. 8 km); Quelle: Deutscher Wetterdienst.

Ausgehend von diesen punktuellen Messungen könnte darauf geschlossen werden, dass die beachtlichen Wuchsunterschiede in hohem Maße auf Differenzen bezüglich der Wasserverfügbarkeit zurückzuführen sind. Die im Juni durchgeführten Wasserpotenzialmessungen zeigten jedoch, dass den Pappeln ungeachtet ihrer Position auf der Versuchsfläche ausreichend Wasser zur Verfügung stand (Abbildung 51a). Eine stärkere Ausdifferenzierung der Wasserverfügbarkeit konnte erst Ende August beobachtet werden (Abbildung 51b). Anders als erwartet, konnte anhand des Wasserpotenzials jedoch kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Wasserverfügbarkeit und dem Wuchsverhalten der Bäume abgeleitet werden. So existierten sowohl im südlichen als auch im nördlichen Bereich Areale mit hohen Wasserpotenzialwerten, die allgemein eine vergleichsweise hohe Wasserverfügbarkeit anzeigen. Trockenstressbedingungen traten vornehmlich im südöstlichen Bereich auf, wo die Bäume eine hohe Wuchskraft besaßen (Abbildung 51). Ein Erklärungsansatz hierfür könnte die höhere Transpirationsleistung und damit der höhere Wasserverbrauch der größeren Bäume sein. Demnach kam es vermutlich trotz des potentiell größeren Wasservorrates aufgrund des überdurchschnittlich hohen Wasserverbrauches zu einer stärkeren Reduzierung des Bodenwasservorrates und folglich zu Trockenstress, während die kleineren Bäumen im nördlichen Bereich der potentiell geringere Wasservorrat aufgrund ihres geringeren Verbrauchs ausreichte. Nach Untersuchungen von Czajkowski et al. (2005) an Rotbuchen kann ab einem Pflanzenwasserpotenzial von kleiner als $-0,8$ MPa von erhöhtem Trockenstress ausgegangen werden. Diese Ergebnisse decken sich mit Resultaten von Mantovani et al. (2012), die bei Untersuchungen an Robinie feststellten, dass ab einem Wasserpotenzial von kleiner als $-0,8$ MPa das Wachstum stark reduziert bzw. sogar eingestellt wurde. Da im Untersuchungsjahr Trockenperioden nur Ende August auftraten,

ist die durch Wassermangel indizierte Einschränkung der Biomasseproduktionsleistung insgesamt als gering einzuschätzen.

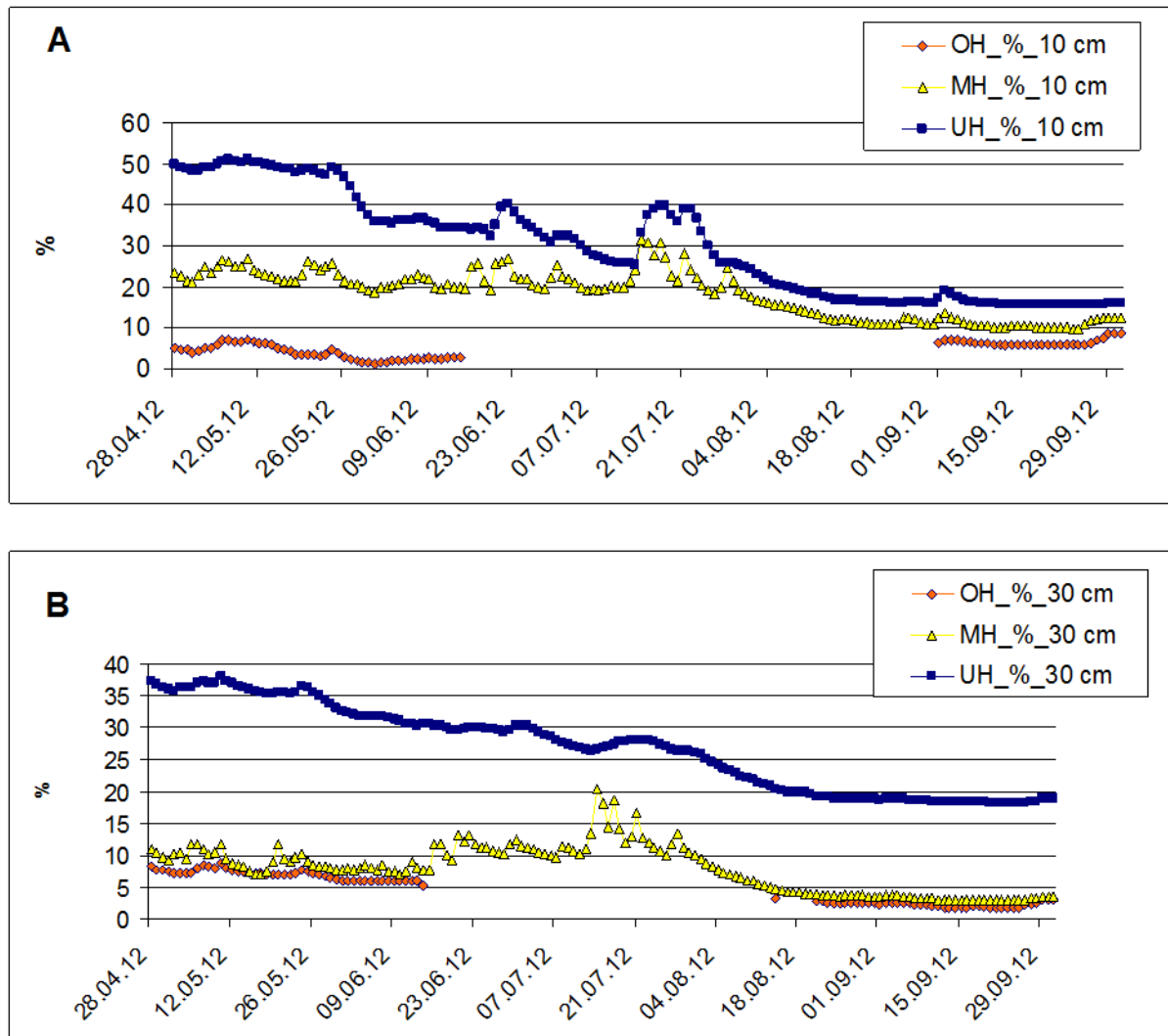


Abbildung 50: Verlauf der Bodenfeuchtigkeit [Vol%] von April bis September 2012 am Teilstandort Rennertehausen (Tagesmittelwerte) in A) 10 cm und B) 30 cm Bodentiefe in Abhängigkeit der Hangposition (OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang).

Die Tatsache, dass die Bereiche, in denen Trockenstress auftrat, heterogen im Untersuchungsareal verteilt waren und nicht mit der Hangneigung und folglich mit der Wachstumsleistung der Bäume konform gingen, weist darauf hin, dass die Wasserverfügbarkeit – zumindest im Untersuchungsyear – nicht als Hauptursache für die Wachstumsdifferenzen zu betrachten ist. Prinzipiell ist allerdings durchaus davon auszugehen, dass der Boden im Ober- und Mittelhangbereich aufgrund seines hohen Skelettgehaltes ein niedrigeres Wasserspeichervermögen und in Trockenperioden folglich eine geringere Wasserverfügbarkeit aufweist als der Hangfußbereich. Insbesondere im Jahr der Bestandesbegründung könnte dies zu Trockenstress geführt haben, weshalb die Bäume von Beginn an ein geringeres Wachstum zeigten als im Hangfußbereich. Im weiteren Wachstumsverlauf ist die Gefahr von Trockenstress geringer, da Pappeln auf gut durchlüfteten Böden ein tiefes Wurzelsystem entwickeln und so an Hangwasserzuzugswege gelangen können (Wittich 1951). Die Wachstumsleistung im

ersten Jahr ist jedoch oftmals maßgeblich für die weitere Entwicklung der Bäume, weshalb Wuchsunterschiede auch durch eine spätere, gute Wasserverfügbarkeit nicht ausgeglichen werden.

Eine eindeutige Ursachenklärung der hangbezogenen Wuchsunterschiede war auf Basis der gewonnenen Ergebnisse jedoch nicht möglich. Die während des Untersuchungsjahres gewonnenen Daten zur Wasserverfügbarkeit legen in Verbindung mit den erhobenen Zuwachsdaten allerdings den Schluss nahe, dass durch die im Hessischen Bergland vorherrschenden Niederschlagsverhältnisse allgemein ein ausreichendes Wasserangebot für den Pappelanbau gewährleistet ist.

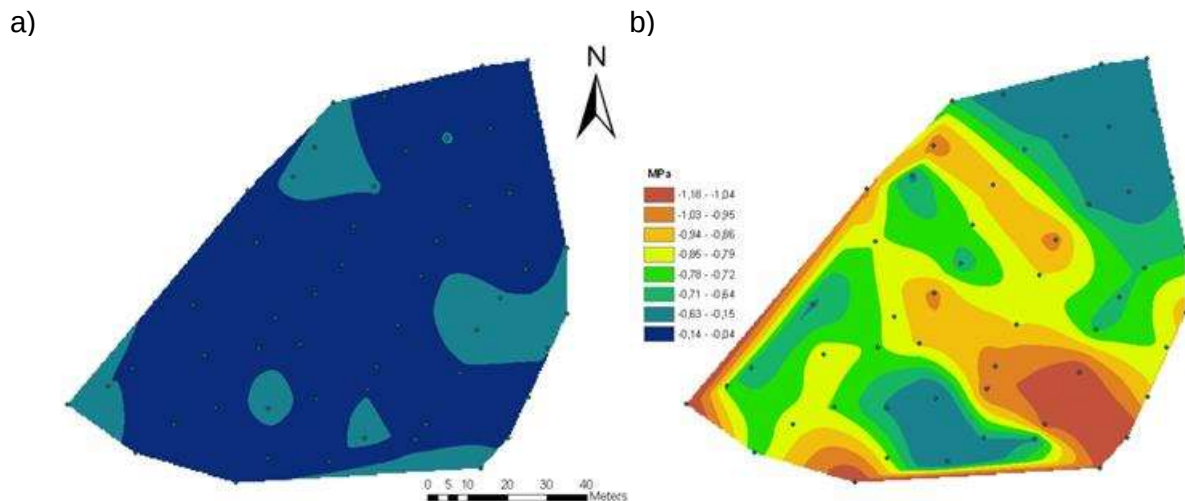


Abbildung 51: Räumliche Verteilung des morgendlichen Wasserpotenzials am a) 14.06.2012 und b) 31.08.2012 am Teilstandort Rennertehausen.

4.3.3 Langfristiger Kohlenstoffumsatz und C-Sequestrierung (Uni Bonn: Kaja Rehbein, Alexandra Sandhage-Hofmann, Wulf Amelung,)

4.3.3.1 Zielsetzung & Hypothesen

Böden sind der größte terrestrische Speicher für Kohlenstoff. Batjes (1996) kalkuliert diesen auf eine Größe von ca. 1.500 Pg^{15} organischen Kohlenstoff bis in 1 m Bodentiefe. Kohlenstoffflüsse reagieren sehr sensibel auf Veränderungen und in der Vergangenheit führten Landnutzungswechsel hin zu annuellen Pflanzen und Landnutzungsintensivierung häufig zu Kohlenstoffverlusten (Sandhage-Hofmann 2013). Verschiedene Prozesse sind dafür verantwortlich. Zum einen führt die intensive Bewirtschaftung mit regelmäßiger Bodenbearbeitung zu einer Erhöhung des Kohlenstoffumsatzes, der Zerstörung der Aggregate (Bronick/Lal 2005) und der Freisetzung des darin gespeicherten Kohlenstoffs, zum anderen bewirkt die nahezu vollständige Abfuhr der oberirdischen Biomasse durch die Ernte eine Verringerung des Inputs organischer Substanz in den Boden. Der Anbau perennierender Kulturen wie Miscanthus oder Agrarholz kann dem Verlust an im Boden gebundenen Kohlenstoff entgegenwirken, da keine Bodenbearbeitung stattfindet. Zusätzlich ist der Eintrag an oberirdischer Biomasse, insbesondere in den Oberboden sehr hoch. Bei beiden Kulturen verbleibt das

¹⁵ $1 \text{ Pg} = 1 \cdot 10^{12} \text{ kg}$.

Laub auf der Fläche und führt somit zu einer Akkumulation an Kohlenstoff in den Oberboden. Eine Anreicherung an Kohlenstoff unter *Miscanthus* und Agrarhölzern wurde schon von verschiedenen Arbeitsgruppen nachgewiesen (Dondini et al. 2009, Hansen et al. 2004, Borzęcka-Walker et al. 2008, Felten/Emmerling 2012)¹⁶.

Auch im Unterboden findet eine Zunahme von organischer Substanz aufgrund des stärker ausgebildeten Wurzelsystems unter Agrarholz (siehe Kapitel 4.3.4) und *Miscanthus* (Neukirchen et al. 1999) statt. Die stabile Anreicherung und Sequestrierung organischer Substanz im Boden dient dabei nicht nur der Reduzierung des atmosphärischen Kohlenstoffs, es werden auch mehr Bindungs- und Austauschpartner für Bodennährstoffe zur Verfügung gestellt, wodurch das Auswaschen und der Verlust von Nährstoffen reduziert wird, zusätzlich können Schadstoffe (z.B. Pestizide) sorbiert und die Wasserhaltekapazität erhöht werden (Blume et al. 2002).

Im Boden werden mehrere Kohlenstoffpools unterschieden, die unterschiedlichen Umsatzzeiten unterliegen. Der (1) labile, schnell umsetzbare C-Pool, (2) der intermediäre, langsamer umsetzbare sowie der (3) stabile, sehr langsam umsetzbare C-Pool (v. Lützow et al. 2006). Um Aussagen über die Nachhaltigkeit der Kohlenstoffakkumulation treffen zu können, ist es wichtig, den langfristigen Kohlenstoffumsatz abzuschätzen (Pool 2). Dieser wird typischerweise durch physikalische Stabilisierungsprozesse im Boden kontrolliert, auf welche die INRES-Bodenwissenschaften deshalb seine Arbeiten für Böden unter Agrarholzsystemen und *Miscanthus* konzentriert hat. Hierfür wurde, jeweils im Vergleich zum Ackerstandort, die Aggregierung, die partikuläre organische Substanz (POM; mäßiger C-Umsatz) und die mineralassoziierte organische Substanz (stabiler C-Pool) untersucht.

Organische Substanz, die innerhalb von Mikroaggregaten eingeschlossen ist, gilt als besonders geschützt vor dem Abbau durch Bodenlebewesen (Six et al. 2004). Diese Mikroaggregate werden zum Beispiel durch Wurzeln und Pilzhypen zu Aggregateinheiten (Meso- und Makroaggregate) vernetzt und sind daher Zersetzungsprozessen schwer zugänglich. Die Meso- und Makroaggregate beinhalten neben den stabilen Mikroaggregaten vor allem große Mengen an junger organischer Substanz (Blume et al. 2002) und sind somit sensitiv für einen Landnutzungswechsel (Six et al. 2004).

Die POM besteht überwiegend aus groben abgestorbenen Pflanzenmaterialien, die im Boden noch nicht vollständig zerkleinert und mineralisiert wurden (Christensen 2001). Sie ist ein Indikator für Landnutzungswechsel, da POM schneller umgesetzt und nachgeliefert wird als der Gesamtkohlenstoff im Boden (Cambardella/Elliott 1992, Pikul et al. 2007, Leifeld/Kögel-Knabner 2005). Durch den großen Anteil an Biomasse, die auf dem Feld verbleibt (Laubfall), und dem geringeren mikrobiellen Umsatz (Bodenruhe), wird erwartet, dass unter den Gehölzstreifen eine messbare Mehrung von POM im Vergleich zu den Referenzackerflächen stattfindet.

Zusätzlich wurde auch die mineralassoziierte organische Substanz betrachtet. Diese besteht aus organischer Substanz, die chemisch an Bodenminerale gebunden ist. Diese Bindung gilt als sehr

¹⁶ Dondini et al. (2009) kalkulierten eine potentielle Akkumulationsrate von 2-3 t *Miscanthus*-C ha⁻¹a⁻¹; Hansen et al. (2004) konnten unter einem 16-jährigen *Miscanthus*-Anbau 18 t *Miscanthus*-C bis in 1 m Bodentiefe nachweisen; Borzęcka-Walker (2004), Borzęcka-Walker et al. (2008) erfassten eine Akkumulationsrate von 0,64 t C ha⁻¹a⁻¹ unter *Miscanthus*-Anbau und von 0,30 t C ha⁻¹a⁻¹ unter dem Anbau von Weiden im Kurzumtrieb; Felten/Emmerling (2012) erfassten eine jährliche Akkumulationsrate von 1,1 t C ha⁻¹a⁻¹ unter *Miscanthus*-Beständen in Deutschland.

stabil im Boden (Buyanovsky et al. 1994) und kann somit als Maß für die Nachhaltigkeit der Kohlenstoffakkumulation im Boden angesehen werden.

Folgende Fragen sollten in diesem Projekt beantwortet werden:

- Wie verändert sich durch die Etablierung extensiver Anbausysteme die C-Verfügbarkeit im Boden?
- Welche C-Pools sind bei Veränderungen beteiligt?
- Welche langfristigen Auswirkungen haben extensive Landnutzungssysteme auf den Humusumsatz und die Humusqualität?
- In welchem Maße trägt die unterirdische Biomasse zum Aufbau stabiler C-Pools bei?
- Wie und in welchem Ausmaße kann eine klimarelevante C-Sequestrierung in den Böden durch den Anbau neuer Landnutzungssysteme erreicht werden?

4.3.3.2 Stand des Wissens

Der Stand des Wissens wurde bereits im Erstantrag beschrieben; im Folgenden gehen wir deshalb nur auf solche Publikationen ein, die nach der Projektbewilligung erschienen sind. Nachwachsende Rohstoffe, besonders in Form von Energiehölzern und Miscanthus und deren Auswirkungen auf den Boden und die Umwelt rückten zuletzt immer mehr in den Fokus der Gesellschaft und der Forschung. 2012 sind zum Beispiel neue Untersuchungen zu Emissionen von Treibhausgasen nach einem Landnutzungswechsel publiziert worden. Ein Wechsel von Weideland zu Pappel und Weidebeständen im Kurzumtrieb reduzierte die CO₂-Verluste deutlich (Nikiéma et al. 2012).

Auch der Bodenkohlenstoff unter dem Einfluss der Gehölze stand in solchen Studien im Vordergrund. Dimitriou et al. (2012) konnten höhere C-Gehalte im Ober- und im Unterboden unter Kurzumtriebsgehölzen im Vergleich zu annuellen Kulturen erfassen. Unter Miscanthus konnte eine Akkumulationsrate von 1,1 t C ha⁻¹a⁻¹ nachgewiesen werden (Felten/Emmerling 2012). Um die Nachhaltigkeit der Kohlenstoffakkumulation im Boden bewerten zu können, ist es wichtig, neben der Veränderung der Vorräte auch den Umsatz bzw. seine Verfügbarkeit zu betrachten, also z.B. o.g. C-Pools.

Bereits 2004 konnten Hansen et al. (2004) zeigen, dass nach neun Jahren 48% und nach 16 Jahren 65% des Kohlenstoff in der POM-Fraktion 250-2.000 µm vom Miscanthus stammten. Raten konnten die Autoren damals nicht angeben. Ebenfalls lieferten sie keine Aussagen darüber, wie die Dynamik von POM mit der sie speichernden Aggregaten zusammenhängt. Auch die Stabilisierung des Bodengefüges lässt sich durch Untersuchungen der Aggregatstabilität überprüfen. Lobe et al. (2011) konnten z.B. mit einer Nasssiebmethode feststellen, dass ein Landnutzungswechsel hin zur Ackerbewirtschaftung zu einer Reduktion an stabilen Makroaggregaten im Boden führt. Wir haben deshalb sowohl eine POM- als auch eine Aggregatfraktionierung durchgeführt. Mit Hilfe der Aggregatfraktionierung wollten wir überprüfen, wie schnell die perennierenden Kulturen nach einem Landnutzungswechsel zu einem stabileren Bodengefüge beitragen.

4.3.3.3 Methodik

Partikuläre organische Substanz/mineralassoziierte organische Substanz

Die Fraktionierung der partikulären organischen Substanz wurde nach der Methode von Christensen (1992), modifiziert durch Amelung/Zech (1999), durchgeführt. Zu 30 g getrockneten und auf 2 mm gesiebten Boden wurden 150 ml Wasser hinzugegeben. Das Gemisch wurde in ein nach North (1976) kalibriertes Ultraschallgerät (Branson Sonifier W-250 D) gegeben ($E = 60 \text{ J ml}^{-1}$), nach der Beschallung wurde das Gemisch durch ein 250 μm -Sieb gesiebt. Das Material $<250 \mu\text{m}$ wurde erneut beschallt ($E = 440 \text{ J ml}^{-1}$) und auf die Siebgrößen 53 μm und 20 μm gesiebt. Die Siebrückstände ($250\text{-}2.000 \mu\text{m} = \text{POM-1}$; $53\text{-}250 \mu\text{m} = \text{POM-2}$; $20\text{-}53 \mu\text{m} = \text{POM-3}$) wurden bei 40°C getrocknet, anschließend wurde der Kohlenstoffgehalt in den einzelnen Fraktionen gemessen.

Aggregatfraktionierung

Aus ungestörten Bodenproben wurde eine Aggregatfraktionierung nach der Methode von Lobe et al. (2011) durchgeführt. Ca. 100 g des luftgetrockneten Bodens wurde auf eine Größe $<8 \text{ mm}$ zerkleinert und in zwei Portionen unterteilt. Nacheinander wurden diese auf das größte Sieb eines Siebturmes (bestehend aus den Siebgrößen 2.800 μm , 2.000 μm , 500 μm , 250 μm und 53 μm) gegeben und angefeuchtet. Anschließend wurde der Siebturm in eine mit destilliertem Wasser befüllte Regentonne gesenkt, so tief, dass der Boden vollständig mit Wasser bedeckt war, es durfte hierbei nicht zu einem Wasseraustausch mit der Umgebung kommen. Nach 5 Minuten begann ein Motor den Siebturm für 2 Minuten 50 Mal mit einer vertikalen Bewegung von 3 cm auf und ab zu bewegen. Anschließend wurden die einzelnen Fraktionen von den Sieben in Trockengefäße überführt, bei 40°C getrocknet, auf 2 mm gesiebt und anschließend für die C/N-Analyse gemahlen. Zur Kalkulation der Aggregatfraktionen wurde eine Sandkorrektur auf die Siebgröße 53 μm durchgeführt. Anschließend wurde der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Die Fraktionen wurden in Makroaggregate (2.000-8.000 μm), Mesoaggregate (250-2.000 μm) und Mikroaggregate ($<250 \mu\text{m}$) zusammengefasst.

4.3.3.4 Methodische Details Scheyern

In der Modellregion Scheyern wurde sowohl eine Aggregatfraktionierung in der Bodentiefe 0-10 cm, als auch die POM-Fraktionierung in 0-10 cm Bodentiefe und 10-30 cm Bodentiefe durchgeführt. Verglichen wurden Parzellen die in den Forststreifen lagen mit Parzellen die zwischen zwei Forststreifen lagen und konventionell beackert wurden. Untersucht wurden die konventionell bewirtschafteten Schläge A19 und A20.

4.3.3.5 Methodische Details Marpingen

In Marpingen wurde die Aggregatfraktionierung an zwei verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt. Zusätzlich wurde auf der ProLoc-Fläche und der Miscanthusfläche POM analysiert. Auf der Miscanthusfläche wurde außerdem die Fraktion $<20 \mu\text{m}$ aufgefangen. Mittels Zentrifugation wurde eine zusätzliche Abtrennung der Korngrößen bei 2 μm durchgeführt, um die mineralassoziierte organische Substanz zu erfassen. Die Zentrifugationszeiten wurden nach Hathaway (1956) bestimmt. Die Fraktion 2-20 μm wurde als Schlufffraktion bezeichnet, die Fraktion $<2 \mu\text{m}$ stellte die Tonfraktion

dar. Die Fraktionen wurden bei 40°C getrocknet, anschließend wurde der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Da auf der Miscanthusfläche ein Wechsel von einer C3 zu einer C4 Kultur stattgefunden hat, konnte hier anhand des Stabilisotopenverhältnisses der Anteil des Kohlenstoffs, der vom Miscanthus stammt, bestimmt werden. Das Stabilisotopenverhältnis wurde im Gesamtboden und den einzelnen Fraktionen bestimmt.

4.3.3.6 Methodische Details Spelle

In Spelle war eine Fraktionierung der Aggregate aufgrund des sehr sandigen Substrates nicht möglich. Hier wurde POM in den Bodentiefen 0-10 cm und 10-30 cm bestimmt. Die Gehölzparzellen der Flächen Zur Mühle wurden mit einer benachbarten Ackerfläche verglichen die unter konventioneller Ackerbewirtschaftung steht.

4.3.3.7 Ergebnisse & Diskussion

4.3.3.8 Ergebnisse Scheyern

Aggregate

In Abbildung 52 sind die einzelnen Aggregatfraktionen auf den Schlägen A19 und A20 abgebildet, verglichen wurden die Agrarholzstreifen mit den dazwischenliegenden Ackerstreifen. Der Anteil der Makroaggregate (2000-8000 µm) war auf allen untersuchten Flächen am größten und lag zwischen 65 und 82%. Die Mesoaggregate (250-2000 µm) machten ca. 10-15% aus und Mikroaggregate (<250 µm) etwa 10%. Dies entspricht dem, was zum Beispiel Six et al. (2000) in unterschiedlich intensiv bearbeiteten Kultivierungssystemen (natürliche Vegetation, pfluglos, konventionelle Bodenbearbeitung) an verschiedenen Standorten gefunden haben.

Der Landnutzungswechsel vom Acker hin zu Gehölzen bedeutete für den Boden Bodenruhe, die den Aufbau von größeren Aggregateinheiten ermöglichte. Erstaunlicherweise zeigten die Agroforststreifen im Schlag A20 keinerlei Veränderungen in der Aggregatzusammensetzung im Vergleich zu den Ackerstreifen. Demgegenüber stieg der Makroaggregatanteil auf Schlag A19 deutlich an, und zwar von 67 auf 82%. Offenbar haben hier die Gehölze in Verbindung mit der fehlenden Bodenbearbeitung schon nach kurzer Kultivierungszeit zur Bildung größerer stabiler Aggregateinheiten beigetragen.

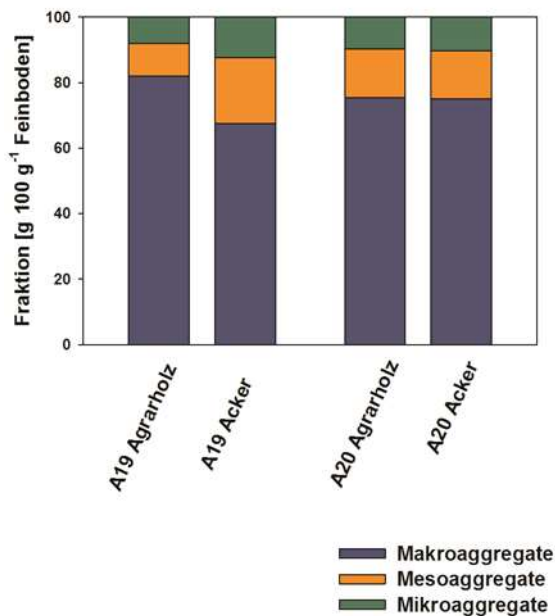


Abbildung 52: Verteilung der Aggregatfraktionen [g 100 g⁻¹ Feinboden] in Scheyern. Verglichen wurden die Agrarholzstreifen mit den dazwischenliegenden Ackerstreifen auf den Schlägen A19 und A20. Feinboden bezieht sich auf den Boden nach der Stein und Sandkorrektur.

Die Reaggregation begünstigte im Schlag A19 auch die C-Sequestrierung in den Aggregatfraktionen (siehe Abbildung 53a). Grundsätzlich fand sich, auch aufgrund des mengenmäßig größten Anteils, der größte Teil des Kohlenstoffs in den Makroaggregaten, den geringsten Anteil hatten die Mikroaggregate. Die C-Anreicherung in den Makroaggregaten sprach für eine Stabilisierung der organischen Substanz durch den Landnutzungswechsel. Dies wurde auch in den Gesamtkohlenstoffgehalten deutlich. Wurden diese aufsummiert, so errechneten sich höhere Kohlenstoffgehalte unter den Agrarhölzern im Vergleich zu den Ackerflächen (2,3% versus 2,1%). Bodenruhe und der höhere Eintrag an organischer Substanz durch das Laub und den Unterwuchs führten hier offenbar zu einer stärkeren Akkumulation an Kohlenstoff. Wie bereits für die Aggregatfraktionen berichtet, zeigte Schlag A20 diese Veränderungen nicht (siehe Abbildung 53b). Die Ergebnisse der Aggregatfraktionierung in Scheyern zeigten, dass schon nach kurzer Zeit unter perennierenden Kulturen eine Stabilisierung des Bodengefüges stattfindet (Six et al. 2000). Hiermit einhergehend findet eine Stabilisierung der organischen Substanz statt, die sich in höheren Kohlenstoffgehalten unter den Agrarhölzern im Vergleich zu den Ackerflächen widerspiegelt.

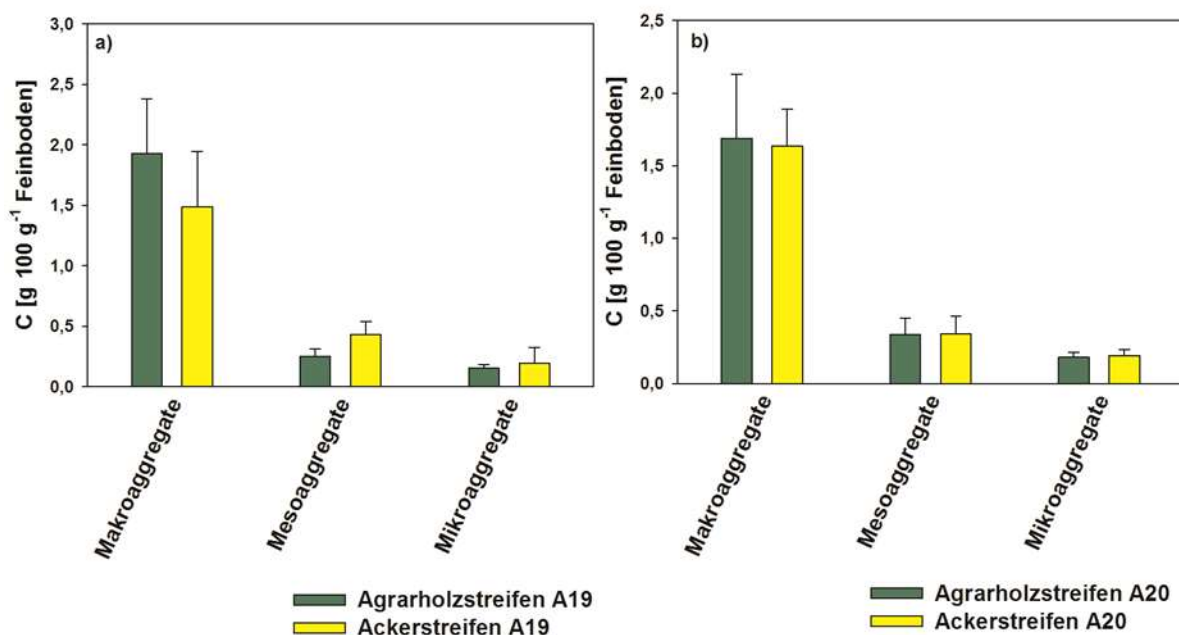


Abbildung 53: Verteilung des Kohlenstoffs [$g\ 100\ g^{-1}$ Feinboden] in den Aggregatfraktionen. Verglichen werden die Agrarholzstreifen mit den Ackerstreifen auf a) dem Schlag A19 und b) auf dem Schlag A20. Feinboden bezieht sich auf die Aggregatfraktion nach Abzug des Stein und des Sandgehaltes.

Partikuläre organische Substanz

In Scheyern wurde 2011 POM durch die INRES-Bodenwissenschaften, Universität Bonn untersucht. Die POM-Fractionen in den Bodentiefen 0-10 cm und 10-30 cm umfassten 45-55% des Bodens in den untersuchten Flächen, der restliche Anteil stammte aus der Fraktion $<20\ \mu m$. Die Verteilung des Bodens innerhalb der POM-Fractionen war relativ homogen.

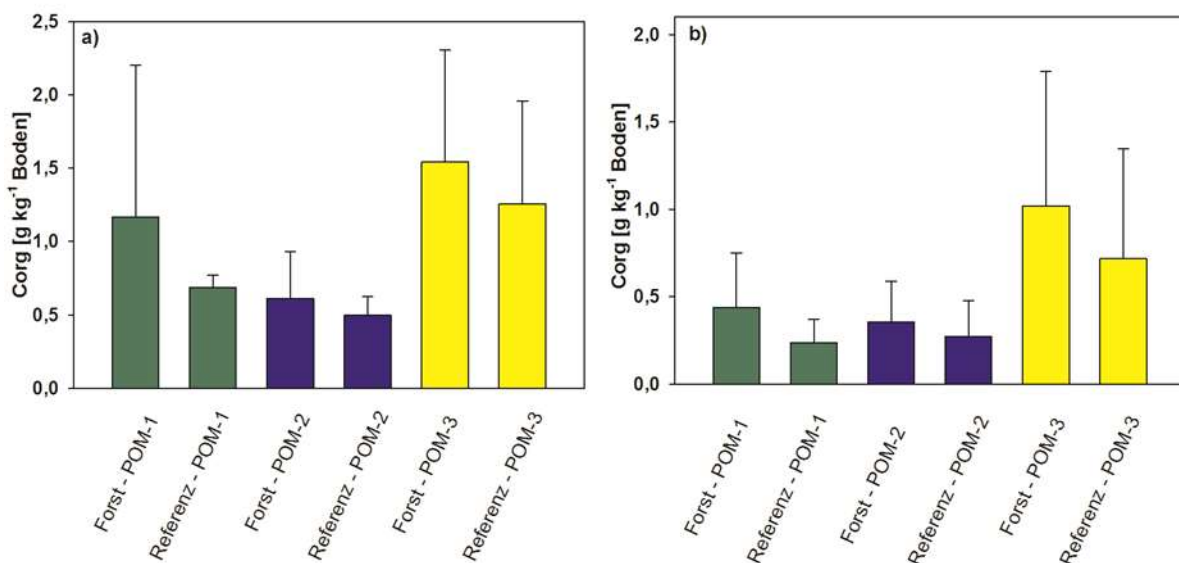


Abbildung 54: POM-C [$g\ C\ kg^{-1}$ Boden] Anteile der drei POM-Fractionen am Gesamtboden. Verglichen werden Agrarholzsysteme und konventionell bewirtschaftete Ackerflächen in Scheyern in a) 0-10 cm Bodentiefe und b) 10-30 cm Bodentiefe.

Wie zu erwarten, zeigte der Oberboden die höchsten C-Gehalte. Die höchsten C-Anteile hatte in beiden Landnutzungssystemen die POM-3 Fraktion (Abbildung 54a, b).

Der Vergleich der Landnutzungssysteme zeigte, dass in allen POM-Fractionen mehr organisches Material in den Agrarholzsystemen als im Ackerbau vorlag. Die beschriebenen Veränderungen beruhten, wie auch bei den Aggregaten (s.o.), zum großen Teil auf der fehlenden Bodenbearbeitung. Durch die Bodenruhe verlangsamte sich der Abbau grober Pflanzenmaterialien. Zusätzlich erhöhte sich die Aggregation, wodurch die organische Substanz physikalisch geschützt wurde (s.o.). Der Laubfall im Herbst erhöhte den Input organischer Substanz. Dieser ging nach der Primärzersetzung in POM über, insbesondere wurde dies in 0-10 cm deutlich. Das tiefe und ausgeprägte Wurzelwerk der Bäume dürfte für die Anreicherung der Kohlenstoffgehalte in 10-30 cm verantwortlich sein. Außerdem kam es durch die begünstigten Lebensbedingungen für die Bodenfauna (beispielsweise Regenwürmer s. Kapitel 4.4.5) zu einem erhöhten vertikalen Transport der organischen Bodensubstanz in tiefere Bodenbereiche (siehe TUM). Diese beiden Faktoren begünstigten die tendenziell höheren POM-C Anteile in 10-30 cm Bodentiefe unter den Agrarholzsystemen. Auf den beackerten Referenzflächen kam es hingegen durch den regelmäßigen Umbruch des Bodens zu einer Erhöhung der mikrobiellen Aktivität, einhergehend mit einem beschleunigten Abbau der organischen Substanz, was wiederum zu einer Freisetzung von CO₂ führte. Durch die Abfuhr der Erntematerialien verblieb dort weniger organische Substanz im Boden als in den Agroforstsystemen. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von Chan (2001), auch hier führte eine konservierende Bewirtschaftung im Vergleich zur Ackerbewirtschaftung vor allem zu einer Mehrung des POM-C.

4.3.3.9 Ergebnisse Marpingen

Aggregate

In Marpingen wurde in den Jahren 2010 und 2011 eine Aggregatfraktionierung auf der Miscanthusfläche durchgeführt. Zudem wurde 2011 für einen Vergleich zu einer Bewirtschaftung mit annuellen Kulturen die ökologisch bewirtschaftete Fläche 12a untersucht. In Abbildung 55a sind die Fraktionen abgebildet. Wie in Scheyern dominierten auf allen Flächen die Makroaggregate. Die Miscanthusfläche zeigte aber im Vergleich zu der ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche deutlich höhere Anteile an Makroaggregaten. Zwischen den beiden Beprobungsjahren hat auf der Miscanthusfläche kaum eine Änderung der Anteile der Makroaggregate stattgefunden.

Der höhere Makroaggregatanteil auf der Miscanthusfläche spiegelt sich auch in den Kohlenstoffgehalten wider, die deutlich über denen der Ackerfläche lagen (Abbildung 55b). Die leichte Abnahme in 2011 erklärt sich vermutlich aus den Heterogenitäten innerhalb der Fläche. Die ökologisch bewirtschaftete Ackerfläche hatte im Vergleich zum Miscanthus mehr Kohlenstoff in den Mesoaggregaten, die Mikroaggregate unterschieden sich kaum voneinander. Die Ergebnisse der Aggregatfraktionierung bestätigen also, dass der Anbau perennierender Kulturen wie Miscanthus sogar im Vergleich zur ökologischen Ackerbewirtschaftung zu einer Stabilisierung des Bodengefüges führt. Wie in Scheyern führt auch hier die Bodenruhe aufgrund fehlender Bodenbearbeitung zu dieser Entwicklung.

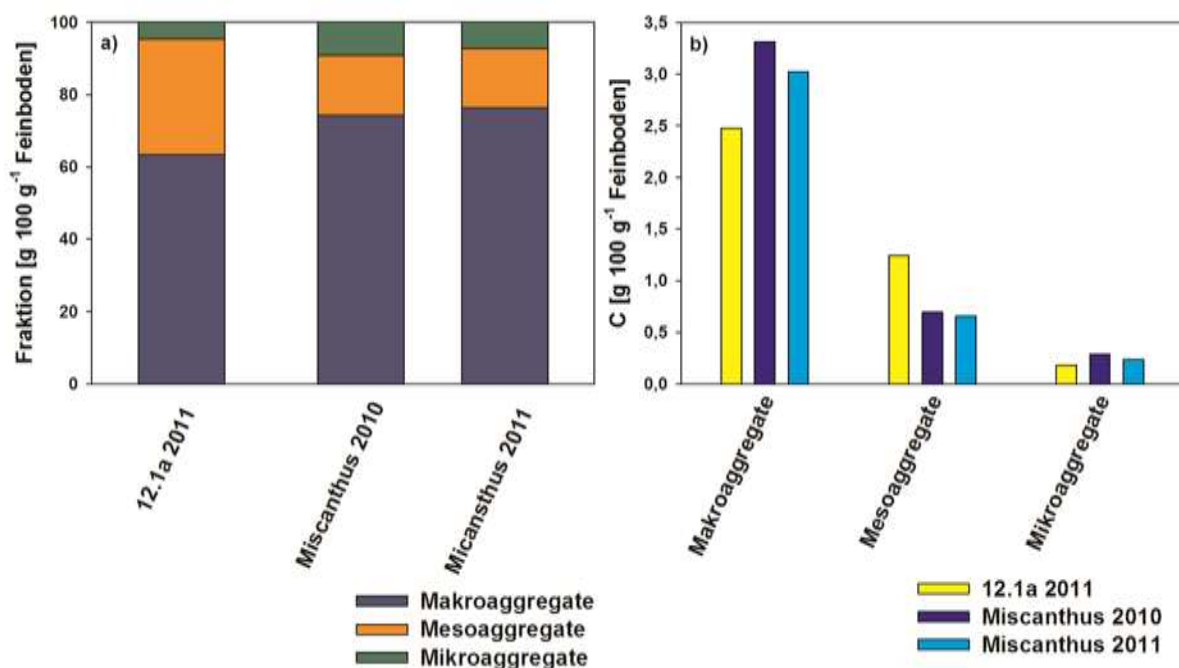


Abbildung 55: a) Verteilung der Aggregatfraktionen [g 100 g⁻¹ Feinboden] auf der 2009 in Marpingen etablierten Miscanthusfläche in den beiden Untersuchungsjahren 2010 und 2011 und auf einer ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche. b) Kohlenstoffanteile der Aggregatfraktionen am Feinboden [g C 100 g⁻¹ Feinboden]. Feinboden bezieht sich auf die Aggregatfraktion nach Abzug des Stein und des Sandgehaltes.

Vorteilhaft für den Aufbau von Kohlenstoff und der stabilen Speicherung in Aggregaten ist bei Miscanthus insbesondere, dass die Pflanzen erst im Frühjahr des Folgejahres geerntet werden und der Laubfall einen verhältnismäßig hohen C-Input bewirkte (Kahle et al. 1999). Ein stabiles Bodengefüge führte neben der Stabilisierung des Kohlenstoffs zudem zu einem besseren Schutz vor Erosion (Barthès/Roose 2002). Dies ist besonders auf der Miscanthusfläche in Marpingen interessant, da diese eine sehr starke Hangneigung aufweist.

Partikuläre und mineralassoziierte organische Substanz

Auf der ProLoc-Fläche in Marpingen wurde POM in den Jahren 2010 und 2012 analysiert (siehe Abbildung 56).

Die höchsten Kohlenstoffanteile hatten die POM-1- und die POM-3-Fraktion. Zwischen den beiden untersuchten Jahren nahm besonders POM-1-C, welche die jüngste organische Substanz beinhaltete, ab. Aufgrund des Laubfalls hätten wir erwartet, dass besonders diese Fraktion zu einer C-Anreicherung führt. Es kann sein, dass die hohen Kohlenstoffanteile in den ersten Jahren mit der Vorbewirtschaftung zusammenhingen und somit kein direkter Effekt der Agrarhölzer waren. Auf der ProLoc-Fläche stand vor Etablierung der Gehölze eine Sekundärsukzession aus Besenginster. Vor der Saatbettbereitung hat eine Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug stattgefunden, d.h., wenn große Mengen an Besenginster untergepflügt wurden, wurden die POM-Gehalte dadurch zu Versuchsbeginn erhöht.

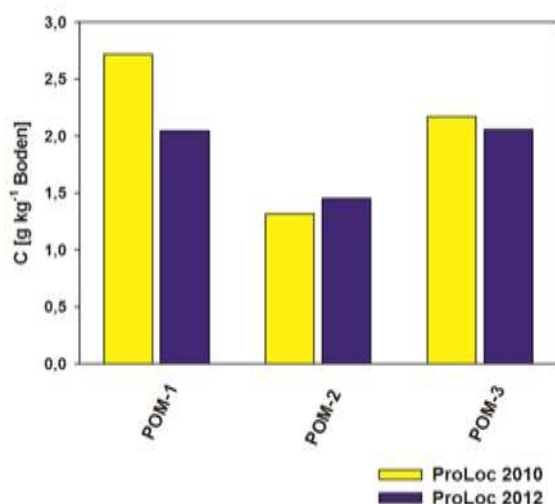


Abbildung 56: POM-C-Anteile der drei POM-Fractionen am Gesamtboden [g C kg⁻¹ Boden] auf der 2009 etablierten ProLoc-Fläche in Marpingen in den Untersuchungsjahren 2010 und 2012 im Oberboden.

Auf der Miscanthusfläche wurde neben POM auch die mineralassoziierte organische Substanz analysiert. Die Bindung von Kohlenstoff an die Mineralphase gilt als besonders stabil und langfristig im Boden (Buyanovsky et al. 1994). Betrachtet wurden die Bodentiefen 0-5 cm, 20-30 cm und 50-75 cm. In 0-5 cm Bodentiefe dominierten die POM-2- und die Tonfraktion (<2 µm) (siehe Abbildung 57a). Mit der Tiefe nahm der Anteil an Ton zu (siehe Abbildung 57c+e), in 50-75 cm war der Anteil der POM-1-3-Fractionen sehr gering.

In den einzelnen Fractionen wurde der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Da auf der Miscanthusfläche ein Bewirtschaftungswechsel von einer C3 zu einer C4 Kultur stattgefunden hat, konnte mit Hilfe der Stabilisotopenanalyse auf dieser Fläche analysiert werden, welcher Anteil des Kohlenstoffs (in den Abbildungen mit Schraffur dargestellt) vom Miscanthus stammt.

In 0-5 cm befand sich ein verhältnismäßig hoher Anteil an miscanthusbürtigen Kohlenstoff in der POM-1- und der POM-3-Fraction (vgl. schraffierte Fläche, Abbildung 57). Dies lässt sich auf Streumaterialien zurückführen, die, wie oben beschrieben, nach dem Laubfall (oder nach der Ernte) auf der Fläche verblieben (Kahle et al. 1999). In 20-30 cm war in diesen Fractionen kein miscanthusbürtiger Kohlenstoff messbar. In 50-75 cm war der Anteil des miscanthusbürtigen Kohlenstoffs in beiden Fractionen relativ groß. Die auffällig hohen Anteile miscanthusbürtigen Kohlenstoffs in einzelnen Fractionen in 50-75 cm Bodentiefe sprachen für einen hohen Eintrag von Kohlenstoff durch unterirdische Biomasse.

In allen analysierten Bodentiefen befand sich anteilig der meiste Kohlenstoff in der Tonfraktion und galt somit als stabil gebunden. In 0-5 cm (siehe Abbildung 57b) machte der miscanthusbürtige Kohlenstoff nur einen geringen Anteil des Gesamtkohlenstoffes aus. Da die Tonfraktion im Allgemeinen mit mikrobiellen Rückständen angereichert war (Zhang et al. 1998, 1999), wurde offenbar zumindest ein Teil der Miscanthusstreu rasch umgesetzt und in Form von mikrobiellen Bestandteilen im Ton adsorbiert. In 20-30 cm (siehe Abbildung 57d) war insgesamt weniger Kohlenstoff, auch der Anteil des Miscanthus-C war geringer. In 50-75 cm (siehe Abbildung 57f) befand sich in der

Tonfraktion deutlich weniger Kohlenstoff, der Anteil des miscanthusbürtigen Kohlenstoffs am Gesamt-C war aber erheblich höher als in den oberen Bodentiefen.

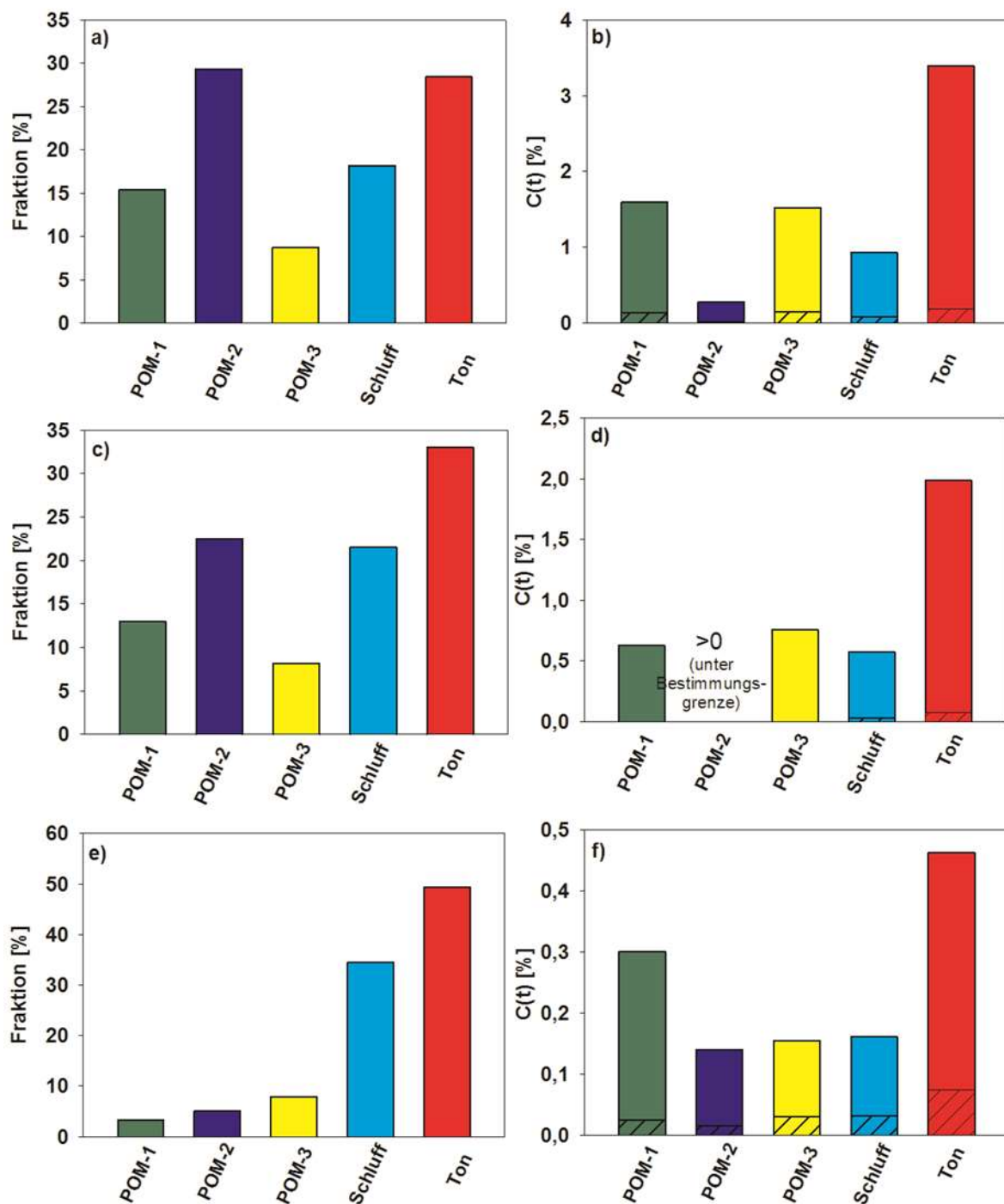


Abbildung 57: POM-Fraktionierung auf der Miscanthusfläche a) POM-Fractionen in 0-5 cm, b) C-Gehalte der POM-Fractionen in 0-5 cm (mit Schraffur der miscanthusbürtige Anteil), c) POM-Fractionen in 20-30 cm, d) C-Gehalte der POM-Fractionen in 20-30 cm (mit Schraffur der miscanthusbürtigen Anteile), e) POM-Fractionen in 50-75 cm, f) C-Gehalte der POM-Fractionen in 50-75 cm (mit Schraffur der miscanthusbürtige Anteil).

Im Unterboden wurde also nach kurzer Zeit mehr Kohlenstoff durch den Miscanthus als durch die vorhergehenden Kulturen über die unterirdische Biomasse in der stabilsten Fraktion gespeichert.

Teilweise handelt es sich hierbei nur um einen Austausch von C durch andere Quellen. Um die direkte C-Sequestration durch *Miscanthus* abzuschätzen, sind längere Zeitreihen nötig.

4.3.3.10 Ergebnisse Spelle

Partikuläre organische Substanz

In Spelle wurde POM an zwei verschiedenen Zeitpunkten analysiert. Wie schon im Zwischenbericht 2012 beschrieben, hatte die POM-2-Fraktion in den beiden untersuchten Bodentiefen sowohl auf der Referenzfläche als auch auf den Agrarholzflächen den größten Anteil (>70% vom Gesamtboden). Die höchsten Kohlenstoffgehalte lagen in der POM-3-Fraktion vor, welche den geringsten Gewichtsanteil am Gesamtboden hatte. Die Kohlenstoffgehalte in 0-10 cm waren auch hier höher als in 10-30 cm.

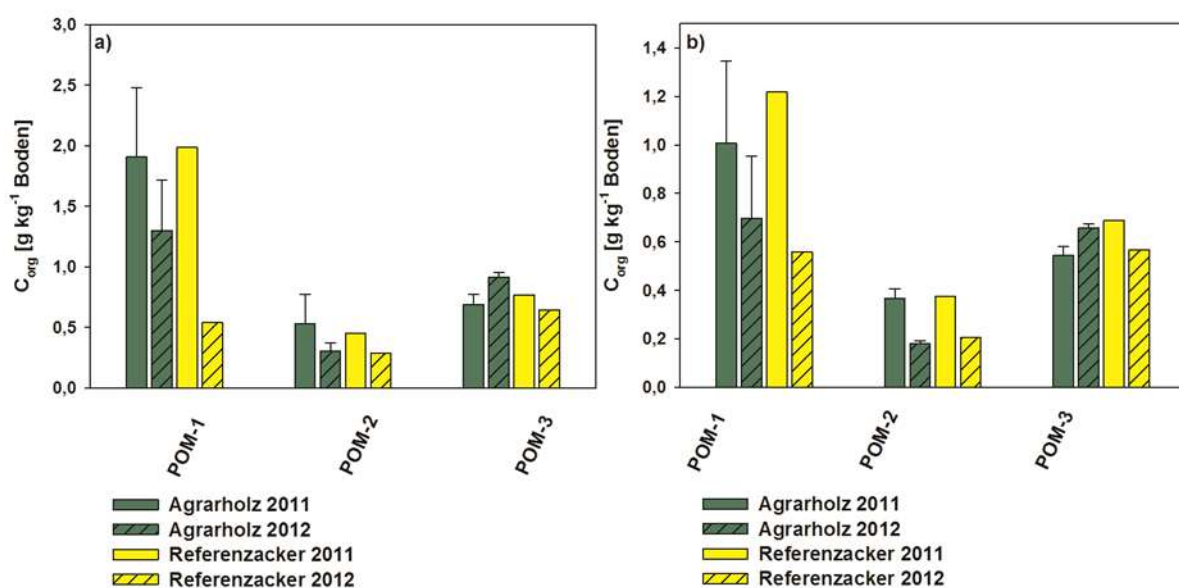


Abbildung 58: POM-C-Anteile der drei POM-Fractionen am Gesamtboden zwischen den beiden Untersuchungsjahren 2011 und 2012 auf den Agrarholzfläche Zur Mühle und der beackerten Referenzfläche in Spelle, a) in 0-10 cm Bodentiefe und b) in 10-30. Die Agrarholzfläche Zur Mühle wurde im Frühling 2011 etabliert.

Aufgrund der guten Biomasseentwicklung in Spelle haben wir insbesondere im Oberboden eine Akkumulation an POM-C erwartet. Im Vergleich zum Jahr 2011 hat sowohl auf den Agrarholzflächen als auch auf der Referenzfläche eine Abnahme an POM-1-C und POM-2-C stattgefunden (siehe Abbildung 58), POM-3-C hat im Agrarholz leicht zugenommen.

Während im Jahr 2011 zwischen der Referenzfläche und den Agrarholzflächen kaum Unterschiede in den Fraktionen vorhanden waren, sind diese 2012 deutlicher. Insbesondere POM-1-C und POM-3-C waren unter den Agrarhölzern im Vergleich zum Referenzacker deutlich höher.

Offensichtlich herrschten 2012 auf beiden Flächen Bedingungen, die eine geringere Akkumulation an POM begünstigten. Dass die Abnahme unter den Agrarhölzern im Vergleich zur Referenzfläche deutlich schwächer ausgefallen ist, lässt zum einen auf einen höheren Eintrag an Biomasse, zum anderen auf einen besseren Schutz der organischen Substanz unter den Agrarhölzern schließen. Dies bestätigte sich durch die in Scheyern deutlich höheren POM-C-Anteile unter den Agrarhölzern im

Vergleich zum Acker. Zusätzlich kam auch der Effekt der in Kapitel 4.3.1.6 beschriebenen hohen initialen C-Gehalte zum Tragen.

Insgesamt lagen im Jahr 2011 unter den Agrarhölzern im Oberboden 33% des Kohlenstoffs (auf der Referenzfläche 30%) als POM vor. Im Jahr 2012 ist dieser Anteil gesunken (in 0-10 cm 25% im Agrarholz, 21% im Acker). Das bedeutet, dass 2012 größere C-Anteile als mineralassoziierte organische Substanz vorlagen als 2011. Die C-Verluste betrafen also wie vermutet v.a. POM und nur unwesentlich die mineralassoziierte C-Fraktion.

4.3.3.11 Schlussfolgerungen

Insbesondere im Oberboden kam es schon nach kurzer Zeit zu einer Akkumulation an Kohlenstoff, wenn nach einem Landnutzungswechsel perennierende Kulturen angebaut werden. Diese lässt sich zum einen auf die Bodenruhe zurückführen, die zu einem reduzierten Umsatz der organischen Substanz führt, zum anderen aber auch auf den hohen Eintrag an oberirdischer Biomasse (Laub, Grasstreu) in den Ah-Horizont. Im Unterboden war im Untersuchungszeitraum für die Agrarhölzer keine Akkumulation an Kohlenstoff zu messen. Hier verlief der Umsatz organischer Substanz deutlich langsamer, auch der Biomasseeintrag war geringer als im Oberboden. Aufgrund des intensiven Wurzelsystems ist hier aber langfristig eine Anreicherung an Kohlenstoff zu erwarten (s. TUM, Kapitel 4.3.4.4). Für die Miscanthusfläche konnte schon nach drei Jahren anhand der Stabilisotope eine C-Akkumulation im Unterboden nachgewiesen werden.¹⁷

Deutlich sensitiver als der Gesamtkohlenstoff reagierte die partikuläre organische Substanz (POM) auf einen Landnutzungswechsel. Die POM ist rascher umsetzbar als andere, z.B. mineralassoziiierbare C-Pools, außerdem wird POM rascher nachgeliefert, somit lässt sich über ein Monitoring von POM der Erfolg von Landnutzungswechseln auf die C-Speicherung schneller anzeigen als über konventionelle Messungen der Gesamt-C-Gehalte. Gerade in Scheyern speicherten Agrarhölzer deutlich mehr POM-Kohlenstoff als die Ackerflächen. Aufgrund der Bodenruhe wird POM in Aggregate eingeschlossen und soll somit physikalisch vor einem Abbau geschützt werden – Reaggregation und C-Sequestration in Form von POM korrelieren (Six et al. 2002). In Spelle und auf der ProLoc-Fläche in Marpingen konnten diese Beobachtungen bisher noch nicht abgesichert werden.

Die Fraktionierung der Aggregate bestätigte, dass die Agrarhölzer und der Miscanthus zu einer Stabilisierung des Bodengefüges beitragen. Wie erwähnt, wurde in diesen Aggregaten Kohlenstoff physikalisch stabilisiert und dadurch angereichert. Im Falle eines erneuten Umbruchs können diese Aggregate aber wieder zerstört werden, die gerade sequestrierte POM stünde Abbauprozessen wieder leichter zur Verfügung.

Auf der Miscanthusfläche in Marpingen konnten wir zeigen, dass nicht nur die sensitiven Kohlenstoffpools auf den Landnutzungswechsel reagieren, sondern dass schon nach kurzer Zeit organische Substanz an der Mineralphase des Bodens festgelegt wird. Vor allem in der Tonfraktion,

¹⁷ Hansen et al. (2004) konnten nachweisen, dass Miscanthusanbau auch im Vergleich zum Grünland zu einer Anreicherung an Kohlenstoff, insbesondere im Unterboden, führt.

welche im Allgemeinen reich an stabilem, mikrobiell umgesetzten Kohlenstoff ist, sind schnell große Mengen Miscanthus-C messbar. Diese Stabilisierung an der Tonfraktion fand auch im Unterboden statt. Der dort stabilisierte Kohlenstoff führt langfristig zu einer Reduktion des atmosphärischen CO₂, da dieser weniger Gefahr läuft, durch einen erneuten Umbruch der Kulturen wieder freigesetzt zu werden (vgl. Post/Kwon 2000).

4.3.4 Einfluss von Agroforstsystemen auf den Humus- und Nährstoffhaushalt, die C-Sequestrierung und Bodenfunktionen (TU München: Julia Huber, Harald Schmid, Claudius Birke, Kurt-Jürgen Hülsbergen)

4.3.4.1 Zielsetzung & Hypothesen

Kohlenstoffsequestrierung und Kohlenstoffumsatz

Die Analyse der zeitlichen Veränderungen von Boden-C-Gehalten und -Vorräten in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftungsbedingungen ermöglicht es, Wirkungen von Agroforstsystemen auf Bodeneigenschaften und -funktionen aufzuzeigen, da die Kohlenstoff- und Humusgehalte mit zahlreichen Bodenfunktionen in Beziehung stehen (Hülsbergen 2003). Die C-Sequestrierung von Agroforstsystemen wird als wichtige Umwelt- und Klimaschutzleistung angesehen (Nair et al. 2009).

Veränderungen der Humus- und C-Gehalte und -Vorräte nach Bewirtschaftungsumstellungen sind oftmals erst nach Jahrzehnten analytisch nachweisbar (Hülsbergen/Schmid 2008). Dies liegt neben der kleinräumigen Variabilität der C-Gehalte auch daran, dass mögliche Änderungen der C_{org}-Vorräte (ca. 500 bis 1.000 kg C ha⁻¹a⁻¹) im Vergleich zur im Boden befindlichen Gesamtmenge an C_{org} (ca. 40 bis >100 t ha⁻¹) relativ gering ist. Auch in Feldexperimenten sind mehrere Versuchsjahre (je nach Versuchsdurchführung und Standort) notwendig, bis signifikante Veränderungen nachweisbar sind. Die Einstellung bewirtschaftungsspezifischer Humusspiegel nimmt noch wesentlich längere Zeiträume in Anspruch (Hülsbergen 2003).

Um bereits während der Projektlaufzeit von drei Jahren Aussagen zu möglichen Veränderungen des Humus- und Kohlenstoffhaushalts der Böden treffen zu können, wurden neben den C_{org}- und N_t-Gehalten sensitive Bodenparameter (C_{mik}, C_{hwf}, N_{hwf}) untersucht und Humusbilanzen berechnet.

Wurzeluntersuchungen

Bei den Baumarten Pappel, Erle, Weide und Robinie sowie an den in den Agroforstsystemen angebauten landwirtschaftlichen Kulturen Weizen, Kartoffeln und Klee gras wurden Wurzeluntersuchungen durchgeführt, um anhand der Wurzelmengen, der Wurzelarchitektur und Tiefenverteilung der Wurzeln erste Schlussfolgerungen zum C-Input und den Humuswirkungen ziehen zu können.

Zusammen mit der Erfassung der oberirdischen Biomasse sind die Untersuchungen zur unterirdischen Biomasse, zum Wurzelsystem (Feinwurzel- und Grobwurzelsystem) unerlässlich, um die Biomassebildung und das C-Bindungsvermögen der angebauten Kulturarten zu bestimmen. An den Baumarten Pappel, Weide, Robinie und Erle sowie im angrenzenden Acker wurden strukturell-

funktionelle Merkmale bzw. Raumbesetzungsstrategien durch Fein- und Grobwurzeln quantifiziert und zwischen den Baumarten sowie zwischen den Kulturen unterschieden.

Erosion

Ein Schwerpunkt des Projekts im Bereich der abiotischen Umwelt ist die Analyse der Wirkungen von Agroforstsystemen auf die Bodenerosion. Der Versuchsbetrieb Scheyern weist aufgrund seiner Standortmerkmale (Bodenarten, Relief, Niederschlagsintensität) ein hohes landschaftsbezogenes Erosionspotenzial auf (Siebrecht 2010). Im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) wurden umfangreiche Messungen und Modellierungen der Bodenabträge durchgeführt (Fiener/Auerswald 2003, Auerswald et al. 2003). In weiteren Untersuchungen am Standort Scheyern entwickelte Siebrecht (2010) Indikatoren und Methoden zur Analyse und Bewertung der Bodenerosion im Rahmen eines Nachhaltigkeitsmanagements landwirtschaftlicher Betriebe.

Die GIS-gestützte Modellierung des Erosionspotenzials der Agroforstsysteme berücksichtigt diese umfangreichen Vorarbeiten. Um die Wirkungen der Forststreifen abbilden zu können, war eine Modellanpassung und Ableitung von Modellparametern erforderlich. Ziel der Modellierung ist die räumlich hochauflösende Abschätzung der erosionsmindernden Effekte der Gehölzstrukturen.

4.3.4.2 Stand des Wissens

Kohlenstoffsequestrierung und Kohlenstoffumsatz

Die organische Bodensubstanz beeinflusst zahlreiche bodenphysikalische, -chemische und -biologische Eigenschaften und wird als wichtiges Merkmal der Bodenfruchtbarkeit angesehen (Verma et al. 2010). Die Speicherung von Kohlenstoff im Humus (C-Sequestrierung) wird als wichtige Strategie zur Minderung des CO₂-Gehalts der Atmosphäre angesehen (Lal 2004). In den letzten Jahrzehnten hat das Interesse, den Einfluss von Landnutzungssystemen auf die C-Speicherung in der Biomasse und in Böden zu untersuchen, deutlich zugenommen. Hierbei sind auch Agroforstsysteme mit ihrer Möglichkeit Kohlenstoff in verschiedene oberirdische Kompartimente (Pflanzenteile der Bäume und krautigen Pflanzen), in unterirdische Kompartimente und Boden-Pools (Wurzeln, Bodenorganismen, Humus in verschiedenen Bodenhorizonten) zu binden, untersucht worden. Es wird angenommen, dass die Gesamtkohlenstoffbindung in ober- und unterirdischer Biomasse bei gleichen Bedingungen in einem Agroforstsystem deutlich höher ist als in agrarischen Landnutzungssystemen ohne Bäume (Roshetko et al. 2002, Kirby/Potvin 2007). Hierbei spielen verschiedene Faktoren, wie Boden-Klima-Bedingungen, Art des Agroforstsystems und vorhergegangene Landnutzung eine entscheidende Rolle (de Deyn et al. 2008). Die Erhöhung des organischen Bodenkohlenstoffvorrats (Soil Organic Carbon, SOC) gegenüber ackerbaulicher Nutzung wird vor allem durch den Eintrag ober- und unterirdischen organischen Materials der Bäume bewirkt (Jose 2009, Nair et al. 2009, Singh/Tripathi 1998, Young 1989) sowie durch die Bodenruhe (fehlende Bodenbearbeitung und -Durchlüftung in den Baumreihen). Bei der Boden-C-Speicherung spielt auch die Bodentextur eine Rolle. Gupta et al. (2009) beobachteten unter Pappeln eine stärkere SOC-Anreicherung in tonigen Böden als in sandigen Böden. Snelder (2001) erklärt dies mit der Bildung von stabilen Ton-Humus-Komplexen. Während Gupta et al. (2009) bereits nach drei Jahren eine Kohlenstoffanreicherung im

Boden feststellten, ist nach Young (1997) in tropischen Regionen eine signifikante Veränderung meist erst nach 10 Jahren messbar. Nach Oelbermann et al. (2004) muss in temperaten Regionen aufgrund des geringeren Inputs an organischem Material und der langsameren Zersetzung noch mehr Zeit vergehen, bis Anreicherungen messbar sind. Allerdings konnten andere Studien bereits nach relativ kurzer Zeit Veränderungen in den labileren C-Fractionen wie der mikrobiellen Biomasse (Wang et al. 2005) und dem partikulären organischen Kohlenstoff (POM) (Marquez et al. 1999) nachweisen, auch wenn keine signifikanten Unterschiede im totalen organischen Kohlenstoff auftraten.

Wurzeluntersuchungen

In Agroforstsystemen tragen Bäume mit ihren großen Wurzelsystemen entscheidend zur Kohlenstoffbindung bei. Da Bäume unterschiedliche Wurzelsysteme ausbilden, die sich in ihrer räumlichen Verteilung im Boden und in ihrer Wurzelbiomasse unterscheiden, besitzen sie auch ein differenziertes Potenzial für die Kohlenstoffbindung. Dabei ist die Betrachtung der Grob- und der Feinwurzeln von Bedeutung. Obwohl der Anteil der Feinwurzeln (<2 mm) an der insgesamt gebildeten unterirdischen Biomasse in Baumbeständen nur gering ist (Körner 1994), sind die kurzlebigen Feinwurzeln dennoch essenziell für den C-Umsatz im Boden sowie die Nährstoff- und Wasseraufnahme aus dem Boden (Köstler et al. 1968) und determinieren damit zu einem großen Teil die oberirdische Biomasseproduktion – neben der CO₂-Aufnahme durch die Blätter (Jackson et al. 1997, Körner 1994).

Die Unterschiede in der Ausbildung dieser Wurzelmerkmale werden zum einen genetisch, zum anderen durch Umweltbedingungen determiniert (Kutschera 2002). Wurzelsysteme variieren deshalb zwischen, aber auch innerhalb von Arten in Abhängigkeit von Standortbedingungen, Wuchsbedingungen, Bestandesalter, Umsatzverhalten und Phänotyp (Canadell/Zedler 1995, Fitter 1991).

Erosion

Agroforstsysteme stellen eine innovative Form der Landnutzung dar, die zum Boden- und Gewässerschutz beitragen können (Blanco/Lal 2008). In den Klimazonen der Tropen und Subtropen hat sich ihr Potenzial, die Bodenerosion zu vermindern und das Bodengefüge zu erhalten, gezeigt (Young 1989). Agroforstsysteme können vor allem in Gebieten mit einem hohen landschaftsbezogenen Erosionspotenzial, die geprägt sind durch hohe Regenintensitäten, steile Hanglagen und leichte Bodenerodierbarkeit, eine sinnvolle Maßnahme zur Reduzierung der Abflüsse und der Bodenerosion durch Wasser darstellen. Die Gehölzstreifen haben dabei in verschiedener Hinsicht schützende Wirkungen auf den Boden. Diese lassen sich wie folgt gliedern:

- Bedeckung der Bodenoberfläche,
- Erhaltung bzw. Erhöhung der Infiltrationskapazität,
- Verringerung der Bodenerodierbarkeit,
- Verkürzung der Hanglängen.

Die im Jahr 2000 in Kraft getretene Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) hat die Funktion von Agroforstsystemen, diffuse Stoffeinträge in Oberflächengewässer zu minimieren, in den Vordergrund gerückt (Blanco/Lal 2008). Alley-Cropping-Systeme können bezüglich Wind- und Wassererosion einen großflächigeren Erosionsschutz als einzelne Gehölzstreifen bieten (Bender et al. 2009) und verringern damit die Auswaschungs- bzw. Austragsgefahr von Düngemitteln und Pestiziden (Böhm et al. 2010). Um diese Leistungen zu quantifizieren, muss unter konkreten Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen untersucht werden, wie Agroforstsysteme die Erosion beeinflussen und wie hoch ihre schützende Wirkung ist. Da Bodenabträge aufgrund des episodischen Auftretens und der aufwändigen Messtechnik nur in Forschungsvorhaben gemessen werden können, sind Modelle erforderlich, die die Berechnung von Bodenabträgen ermöglichen (Siebrecht et al. 2009).

4.3.4.3 Methodik

Basismessprogramm und Kohlenstoffumsatz

Im Rahmen des Basismessprogramms wurden im ersten Versuchsjahr bodenphysikalische und -chemische Parameter erfasst (Tiefe: 0-30 cm und 30-60 cm; bei pflugloser Bodenbearbeitung wird die Krume in 0-10 cm und 10-30 cm unterteilt). Es wurden die Parameter TS, Lagerungsdichte, pH, C_{org} , N_t , P_{CAL} , K_{CAL} und N_{min} nach den Verfahren in Tabelle 35 bestimmt.

Tabelle 35: Parameter der bodenphysikalischen und -chemischen Analysen.

Parameter	Verfahren	Quelle
TRD	Stechzylinder, Trocknung bei 105°C	DIN ISO 11272 (2001)
TS	Trockenschrankverfahren bei 105°C	VDLUFA Methodenbuch I, Kap. A 2.1.1
pH	pH Elektrode, 0,01 M $CaCl_2$, Verhältnis Boden:Lösung (1:2,25)	Schachtschabel (1971)
C_{org} , N_t	Verbrennungsverfahren nach Dumas	DIN ISO 10694 (1996) Tabatabai/Bremner (1991)
P_{cal} , K_{cal}	Extraktion mit CAL, Flammen-, Spektralphotometer, Ammoniummolybdat, Kaliumantimonoxiddtartrat und Ascorbinsäure	Schüller (1969), Murphy/Riley (1962), VDLUFA Methodenbuch I, Kap. A 6.2.1.1
N_{min}	Extraktion mit 0,01 M $CaCl_2$, Verhältnis Boden:Lösung (1:4), Spektralphotometer	VDLUFA Methodenbuch I, Kap. A 6.1.4

Die N_{min} -Beprobung erfolgte jährlich im Frühjahr und Herbst zu Vegetationsbeginn und -ende.

Zusätzlich zum Basismessprogramm wurden zur Analyse der C-Sequestrierung, der C-Verfügbarkeit, des Humusumsatzes und des Humusreproduktionsniveaus die sensitiveren Parameter (C_{mik} , C_{hwl} , N_{hwl}) in der Krume der Böden zum Vegetationsende erfasst. Die Verfahren sind in Tabelle 36 aufgeführt.

Tabelle 36: Parameter der sensitiven bodenchemischen Analysen.

Parameter	Verfahren	Quelle
C_{hwl} , N_{hwl}	Hydrolysat durch 1-stündiges Erhitzen (100°C), Verhältnis Boden:dest. Wasser (1:5), katalysatorgestützte Pyrolyse (800°C)	DIN ISO 10694 (1996), VDLUFA Methodenbuch I, Kap. A 4.3.2
C_{mik}	Substratinduzierte Respiration, Heinemeyer-Apparatur	Heinemeyer et al. (1989), Alef (1991), DIN ISO 16072 (2001)

Wurzeluntersuchungen

Die Beprobung des Wurzelsystems erfolgte in der Krume (0-30 cm Tiefe) von ausgewählten Agrar- und Forstparzellen mit der von Schuurman/Goedewaagen (1971) sowie Böhm (1979) beschriebenen Bohrkernmethode. Die Boden-Bohrkerne wurden mit Hilfe eines Handbohrers gewonnen. Es wurden je Wiederholung mehrere Bohrkern zu einer Mischprobe zusammengefasst. An einem Waschtisch mit Bodenabschneider wurde über einem Sieb mit 0,63 mm Maschenweite der Boden durch vorsichtiges Abbrausen abgetrennt. An den ausgewaschenen Wurzeln wurden Wurzellänge, Wurzellängendichte, Wurzelradius und Wurzeltrockenmasse bestimmt. Zusätzlich wurde über die Ausgrabungsmethode nach Kutschera/Lichtenegger (2002) die Wurzelarchitektur der Forstkulturen untersucht.

Erosion

Eine weit verbreitete Methode zur Analyse der Bodenabträge ist die Allgemeine Bodenabtragungsgleichung (ABAG) (Schwertmann et al. 1987), welche auf der Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier/Smith 1978) basiert. Sie wurde in den Projektarbeiten als GIS-basierte Version genutzt. Mit einem hoch auflösenden digitalen Geländemodell (DGM) und der dreidimensionalen Modellierung des hydrologischen Abflusses konnten die räumlich variablen Eingangsfaktoren der ABAG erfasst und so der Bodenabtrag mit hoher räumlicher Auflösung analysiert werden. Ebenfalls wurde es möglich, direkte Maßnahmen zum Erosionsschutz im Modell abzubilden.

Die allgemeine Bodenabtragungsgleichung ist ein empirisches Modell, das die Erosionsgefährdung von landwirtschaftlich genutzten Böden durch Wasser ermittelt. Sie ist als Planungsinstrument nutzbar und dient der Ableitung von Erosionsschutzmaßnahmen. Der Prozess der Erosion wird in der ABAG stark vereinfacht und auf sechs wesentliche Faktoren reduziert. Ihr Vorteil liegt in dieser Einfachheit, in der leichten Anwendbarkeit und der geringen Anzahl an benötigten Eingangsdaten. Trotzdem kann sie mit ausreichender Genauigkeit mittlere langfristige Abtragsraten berechnen (Schwertmann/Schmidt 1980). Sie gilt als das am meisten genutzte und beste Modell zur Berechnung des langjährigen, mittleren jährlichen Abtrags (Nearing 1998).

Der langjährige, mittlere jährliche Bodenabtrag (A) in $\text{t ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Dabei stellt der Faktor R den regionsspezifischen Regen- und Oberflächenabflussfaktor dar. K ist der von den Bodeneigenschaften abhängige Bodenerodierbarkeitsfaktor. Die beiden Faktoren L und S werden meist zum Topographiefaktor LS zusammengefasst. L ist dabei der Hanglängen- und S der Hangneigungsfaktor. C wird als Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktor bezeichnet und P stellt den Erosionsschutzfaktor dar.

Allgemein gilt die ABAG als am besten validiertes und an deutsche Verhältnisse angepasstes Modell (Siebrecht 2010), um die Erosionsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Flächen zu ermitteln (Schwertmann et al. 1987). Jedoch stehen für die Berücksichtigung von Landschaftsstrukturen wie Agrargehölze keine Parameter zur Verfügung. Eine Weiterentwicklung der USLE stellt die Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Renard et al. 1997) bzw. RUSLE 2 (Foster et al. 2003) dar. Dabei wurden viele neue Ansätze integriert, um die Sensitivität gegenüber Bewirtschaftungsmaßnahmen weiter zu erhöhen. Das neu eingeführte Subfaktorenkonzept zur Berechnung des Bearbeitungs- und Bedeckungsfaktors C schien als besonders geeignet, die spezifischen Bedingungen in Agrarholzflächen in das Modell zu integrieren. Im Rahmen einer Masterarbeit (Birke 2012) wurde untersucht, wie sich diese Subfaktoren für eine Bodenabtragsberechnung in Agroforstsystemen über eine GIS-basierte Version der ABAG eignen. Zudem wurde eine Berechnung für das Agroforstsystem Scheyern umgesetzt, um den Effekt der Gehölzstreifen auf die Bodenerosion bewerten zu können.

4.3.4.4 Ergebnisse & Diskussion

Basismessprogramm und Kohlenstoffumsatz

Zur bodenphysikalischen und -chemischen Beschreibung der Schläge und der Parzellen wurden zu Versuchsbeginn Bodenparameter erhoben. Ergebnisse zur Charakterisierung der Schläge sind in Tabelle 37 bis Tabelle 39 dargestellt.

Tabelle 37: Kohlenstoff und Stickstoffgehalte der Versuchsschläge zu Versuchsbeginn (2009).

Schlag	Tiefe [cm]	TRD [g cm^{-3}]	C_{org} [%]	CV [%]	N_t [%]	CV [%]*	C/N
A12	0-30	1,46	0,96	20	0,092	20	10,4
	30-60	1,59	0,35	46	0,035	42	9,9
A13	0-30	1,48	1,15	22	0,110	22	10,5
	30-60	1,56	0,36	42	0,036	38	9,9
A19	0-10	1,36	1,39	19	0,130	20	10,7
	10-30	1,48	0,68	34	0,063	31	10,6
	30-60	1,54	0,23	26	0,026	21	9,0
A20	0-10	1,40	1,46	9	0,143	9	10,2
	10-30	1,57	0,91	18	0,093	18	9,8
	30-60	1,56	0,34	41	0,037	36	9,1

*CV: Variationskoeffizient

Tabelle 38: pH-Werte, Phosphor- und Kaliumgehalte der Versuchsschläge zu Versuchsbeginn (2009).

Schlag	Tiefe [cm]	pH	CV [%]	P [mg P/100 g CAL]	CV [%]	K [mg P/100 g CAL]	CV [%]
A12	0-30	5,5	3	2,6	43	8,1	30
	30-60	5,3	6	1,2	4	6,2	28
A13	0-30	5,5	2	3,9	21	10,0	20
	30-60	5,2	9	1,8	56	7,3	25
A19	0-10	5,6	6	9,3	49	11,2	18
	10-30	5,7	4	5,6	61	9,3	20
	30-60	5,3	8	1,9	48	8,3	22
A20	0-10	4,9	5	3,1	40	7,6	25
	10-30	5,4	4	2,8	45	6,1	28
	30-60	5,6	5	1,2	63	6,0	28

*CV: Variationskoeffizient

Tabelle 39: C_{hwl}- und N_{hwl}-Gehalte der Versuchsschläge zu Versuchsbeginn (2009).

Schlag	Tiefe [cm]	C _{hwl} [mg C/kg TM _{Boden}]	CV [%]	N _{hwl} [mg N/kg TM _{Boden}]	CV [%]
A12	0-30	652	54	36,2	22
A13	0-30	849	50	49,4	18
A19	0-10	1294	51	49,6	22
	10-30	506	36	23,8	36
A20	0-10	1359	59	56,9	17
	10-30	578	50	33,8	29

*CV: Variationskoeffizient

Der ökologisch bewirtschaftete Schlag A13 weist im Mittel etwas höhere C_{org}- und N_t-Gehalte auf als der Schlag A12, der integriert bewirtschaftete Schlag A20 höhere Gehalte als der Schlag A19. Die gleichen Relationen zeigen sich auch bei den C_{hwl}- und N_{hwl}-Gehalten.

Aufgrund der unterschiedlichen Bodenbearbeitungs- und Beprobungstiefen sind die C- und N-Gehalte der ökologischen und konventionellen Schläge nicht direkt vergleichbar.

Die unterschiedliche Bodentextur und der Einfluss des Reliefs (Hangflächen, Kolluvien) der Schläge (Abbildung 59) führten zu großen Streuungen der Kohlenstoffgehalte innerhalb der Untersuchungsflächen. Abbildung 60 und Abbildung 61 zeigen die Variabilität der Kohlenstoffgehalte (C_t und C_{hwl}) des Schlages A20. Die Variabilität von C_{hwl} war größer als von C_t (vgl. Tabelle 39 und Tabelle 37); dies erschwert das Erfassen der Einflüsse der Agroforstsysteme auf den umsetzbaren Kohlenstoff.

Die Bodenanalysen zeigen relativ niedrige pH-Werte der Oberböden (4,9 bis 5,6) und zum Teil geringe P-Gehalte (z.B. 2,6 mg P/100g CAL auf Schlag A12 = P-Versorgungstufe B (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2007)).

Im ökologischen Landbau kann es vor allem bei fehlender Tierhaltung und organischer Düngung (wie in Scheyern seit 2005) zur P-Abreicherung der Böden kommen.

Aufgrund der kleinräumig variierenden Bodentextur sowie der unterschiedlichen C-, N- und Nährstoff-Ausgangsgehalte sind auf den Untersuchungsflächen sehr differenzierte Wuchsbedingungen und

Ertragspotenziale anzutreffen. Dies ist bei der Interpretation der Versuchsergebnisse, z.B. zur Ertragsbildung und C-Sequestrierung, zu berücksichtigen.



Abbildung 59: Standortheterogenität der Versuchsflächen in Scheyern; links: Ergebnisse der Bodenschätzung, rechts: Höhenlinien.

In den ersten Untersuchungsjahren kam es zu keinen signifikanten C_{org}-Anreicherungen unter den Baumreihen (Tabelle 40). Während der Etablierungsphase in den Anfangsjahren ist die Biomassebildung und damit der C-Input durch Wurzeln und Blätter noch gering. Zudem ist der Auflagehumus (Blätter/Bestandrückstände) noch nicht in tiefere Bodenschichten verteilt. Die räumliche Variabilität erschwert das Erfassen von geringen Veränderungen im Vergleich zu den Gesamt-C_{org}-Vorräten. Damit kann gefolgert werden, dass der Untersuchungszeitraum für die Analyse der C-Sequestrierung zu kurz und ein längerer Analysezeitraum notwendig ist.

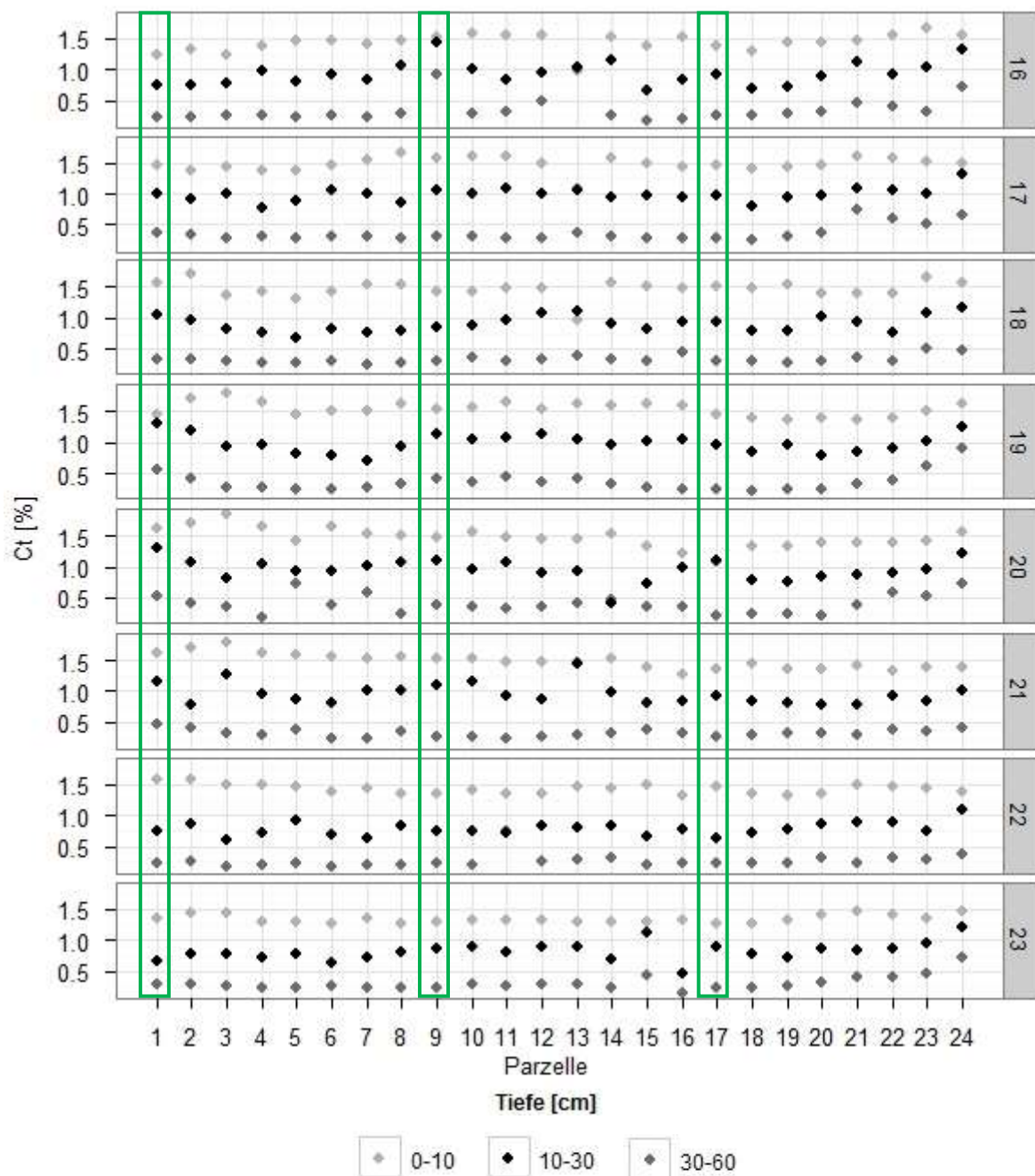


Abbildung 60: C_t-Gehalte [%] der Böden der Forstflächen (grüner Rahmen) und der Ackerflächen (Mais) im Jahr 2009 auf dem Schlag A20 (integrierter Landbau), Lage der Testflächen innerhalb eines Transekts siehe Abbildung 9.

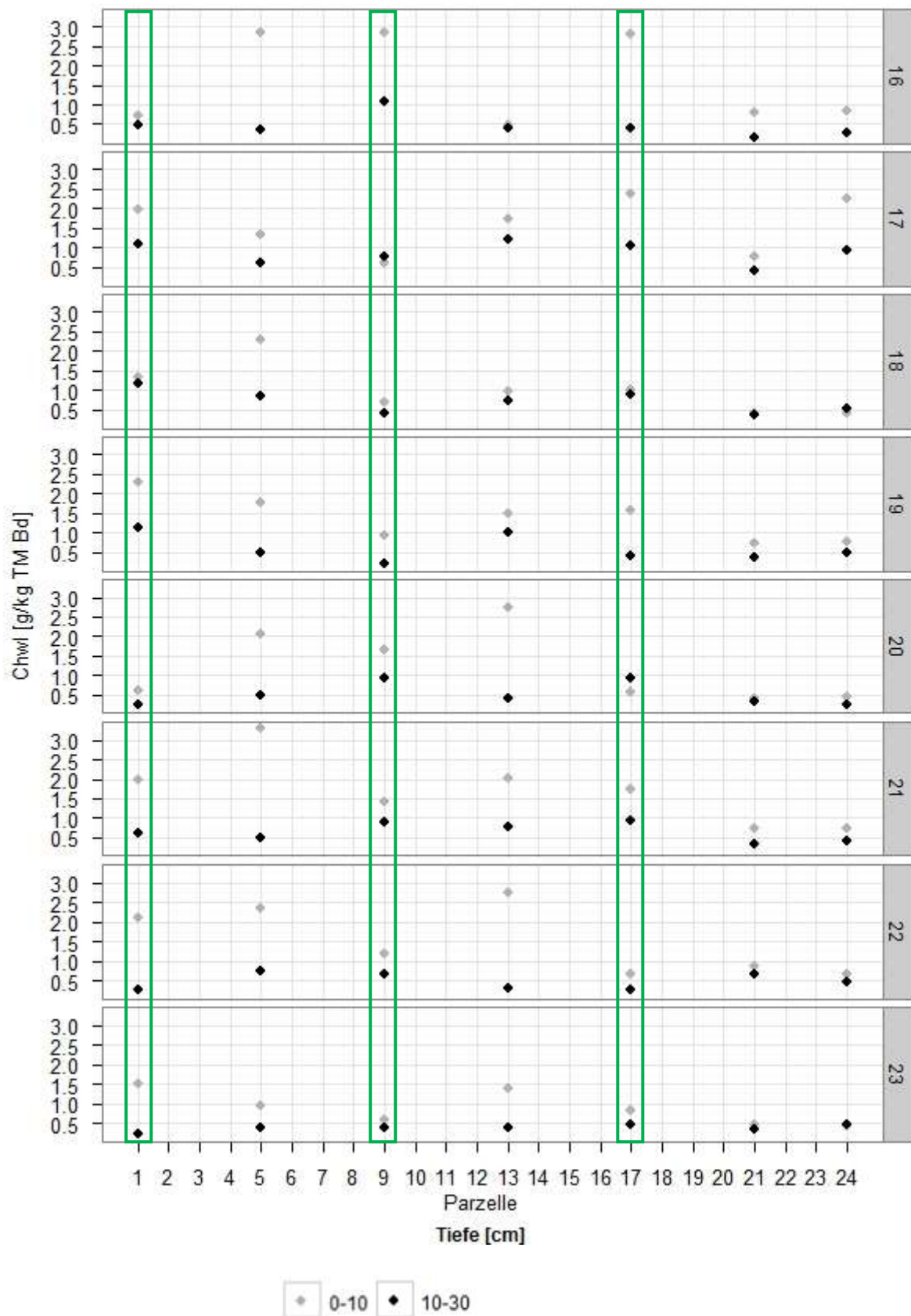


Abbildung 61: C_{hw}-Gehalte [g kg⁻¹ TM] der Böden der Forstflächen (grüner Rahmen) und Ackerflächen (Mais) im 2009 auf dem Schlag A20 (integrierter Landbau).

Tabelle 40: Veränderung der C_{org} -Gehalte der Böden (ΔC_{org}) unter verschiedenen Baumarten auf den integrierten Versuchsflächen (von 2009 bis 2012), Mittelwerte mit Standardabweichung (sd).

Kultur	Schlag	Tiefe	ΔC_{org} [%] $\pm$ sd (2009-2011)	ΔC_{org} [%] $\pm$ sd (2009-2012)
Androscoggin	A20	0-10	-0,080 $\pm$ 0,064	-0,009 $\pm$ 0,085
		10-30	-0,257 $\pm$ 0,045	-0,218 $\pm$ 0,252
Mühle Larsen	A20	0-10	-0,224 $\pm$ 0,182	-0,129 $\pm$ 0,097
		10-30	-0,161 $\pm$ 0,142	-0,154 $\pm$ 0,062
Max 3	A20	0-10	-0,078 $\pm$ 0,122	-0,116 $\pm$ 0,220
		10-30	0,043 $\pm$ 0,403	-0,040 $\pm$ 0,280
	A20	0-10	0,228 $\pm$ 0,278	0,167 $\pm$ 0,202
		10-30	-0,116 $\pm$ 0,220	-0,450 $\pm$ 0,198
Pappel-Mischung	A19	0-10	-0,152 $\pm$ 0,161	-0,095 $\pm$ 0,021
		10-30	-0,115 $\pm$ 0,207	-0,093 $\pm$ 0,147
Erle	A19	0-10	0,013 $\pm$ 0,080	-0,143 $\pm$ 0,126
		10-30	-0,019 $\pm$ 0,111	0,174 $\pm$ 0,100
	A20	0-10	-0,125 $\pm$ 0,036	-0,150 $\pm$ 0,062
		10-30	-0,083 $\pm$ 0,056	-0,250 $\pm$ 0,162
Mischung	A19	0-10	0,124 $\pm$ 0,220	0,051 $\pm$ 0,032
		10-30	-0,135 $\pm$ 0,285	0,060 $\pm$ 0,379
	A20	0-10	-0,112 $\pm$ 0,068	-0,112 $\pm$ 0,118
		10-30	-0,058 $\pm$ 0,157	-0,202 $\pm$ 0,106
Robinie	A19	0-10	0,004 $\pm$ 0,263	0,027 $\pm$ 0,087
		10-30	-0,122 $\pm$ 0,207	0,031 $\pm$ 0,497
	A20	0-10	-0,086 $\pm$ 0,052	-0,176 $\pm$ 0,091
		10-30	-0,152 $\pm$ 0,125	-0,164 $\pm$ 0,097
Weide	A20	0-10	0,054 $\pm$ 0,182	0,033 $\pm$ 0,122
		10-30	-0,178 $\pm$ 0,161	-0,334 $\pm$ 0,160
WW $\rightarrow$ Mais $\rightarrow$	A19	0-10	-0,007 $\pm$ 0,195	-0,027 $\pm$ 0,194
WW $\rightarrow$ Kart		10-30	0,229 $\pm$ 0,225	0,276 $\pm$ 0,237
Mais $\rightarrow$ WW $\rightarrow$	A20	0-10	-0,019 $\pm$ 0,204	-0,067 $\pm$ 0,358
Kart $\rightarrow$ WW		10-30	0,081 $\pm$ 0,261	-0,052 $\pm$ 0,157

Wurzeluntersuchungen

Die Feinwurzelbiomassen der Kulturen variierten untereinander und standortabhängig (Tabelle 41). Die mittleren Feinwurzelbiomassen von Weide und Pappel lagen über denen der Ackerkulturen. Die Feinwurzelbiomasse von Robinie war geringer als von Luzerne-Klee gras und Weizen, jedoch höher als die von Kartoffel. Die niedrigste Feinwurzelbiomasse wurde für die Erle ermittelt. Werden allerdings die Knöllchen der Robinie und Erle miteinbezogen, erhöht sich ihre Biomasse um 14% bzw. 34%. Die Bewirtschaftung hatte einen geringeren Einfluss auf die Feinwurzeln der Bäume als die vorherrschenden Bodenbedingungen.

Man kann erwarten, dass verschiedene Kulturen, aber auch verschiedene Baumarten mit ihrer unterschiedlichen Menge an Feinwurzeln einen unterschiedlichen C-Input liefern.

Tabelle 41: Feinwurzelbiomassen der Forst- und Ackerkulturen, Mittelwerte mit Variationskoeffizient (CV).

Kultur	Feinwurzelbiomasse	
	dt TM ha ⁻¹	CV [%]
Erle int.	6,6	27
Erle öko.	7,3	30
Pappel Max 3 int.	21,0	48
Pappel Max 3 öko.	20,1	35
Robinie int.	10,1	22
Robinie öko.	7,3	34
Weide int.	44,0	21
Weide öko.	33,9	15
Weizen int.	16,4	18
Weizen öko.	21,0	29
Kartoffel int.	8,0	39
Kartoffel öko.	6,7	25
Luzerne-Kleegras	20,6	36

Die Grobwurzeln der Bäume liefern einen entscheidenden Beitrag zur Kohlenstoffbindung. Mit Hilfe der Ausgrabungsmethode konnten Bilder zur Wurzelarchitektur erstellt werden, welche eine qualitative Bewertung der horizontalen und vertikalen Verteilung und der Durchdringung der jeweiligen Wurzelsysteme ermöglichen (Abbildung 62).

Pappel und Erle erreichten bzw. überschritten nach 3 Jahren eine Durchwurzelungstiefe von 1 m (Abbildung 62). Eine C_{org}-Anreicherung ist somit auch in tieferen Schichten (unterhalb des Ap-Horizontes) wahrscheinlich, die bisher mit der C_{org}-Analytik (bis 60 cm Tiefe) nicht erfasst wurde. Zudem herrschen in größeren Bodentiefen andere C-Umsatzbedingungen (geringerer C-Umsatz), welche eine langfristige C-Akkumulation fördern, so dass auch nach Umbruch des Agroforstsystems nach 20 Jahren kein schneller C-Abbau zu erwarten ist.

Durch ein tiefes Wurzelsystem wird eine Wasser- und Nährstoffaufnahme aus tieferen Schichten ermöglicht; dies kann die Konkurrenz mit den benachbarten Ackerpflanzen reduzieren. Allerdings ist auch ersichtlich (Abbildung 62), dass die Wurzelsysteme in angrenzende Ackerflächen hineinreichen.

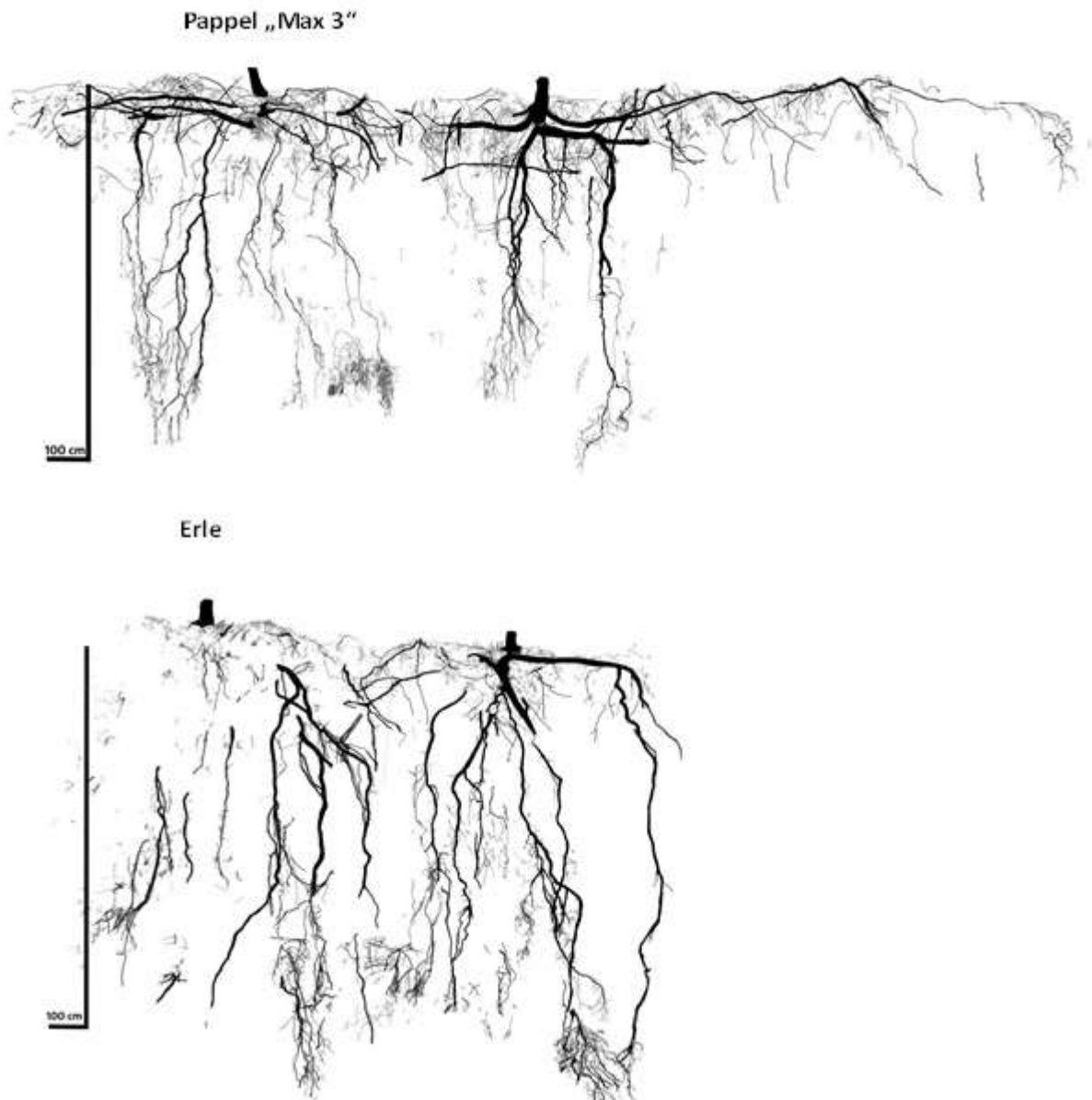


Abbildung 62: Wurzelsystem der Pappel Max 3 und Erle (3-jährig). Querschnitt einer Doppelreihe im Agroforstsystem.

Erosion

Die Untersuchungen in Scheyern zeigen, dass es mit der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) und der Integration des C-Subfaktorenkonzepts der RUSLE2 möglich ist, die Effekte von Agroforstsystemen bei der Modellierung der Bodenerosion durch Wasser zu berücksichtigen. Die genannten Wirkungen der Gehölzstreifen im Erosionsschutz konnten durch eine Anpassung des Hanglängenfaktors L und des Bedeckungs- und Bearbeitungsfaktors C in die Berechnung einfließen.

In der drei-dimensionalen Modellierung des hydrologischen Abflusses wurde die abflussregulierende Wirkung der Gehölzstreifen durch die Integration eines Multi-Flow-Algorithmus einbezogen. Dabei wurden je nach Baumart unterschiedliche Werte in Bezug auf ihre Wirksamkeit in der Abflussregulierung festgelegt (Tabelle 42). Modifizierte L-Faktoren ließen sich daraufhin ermitteln (Tabelle 43).

Tabelle 42: Wirksamkeit der Baumarten in der Abflussregulierung (Birke 2012).

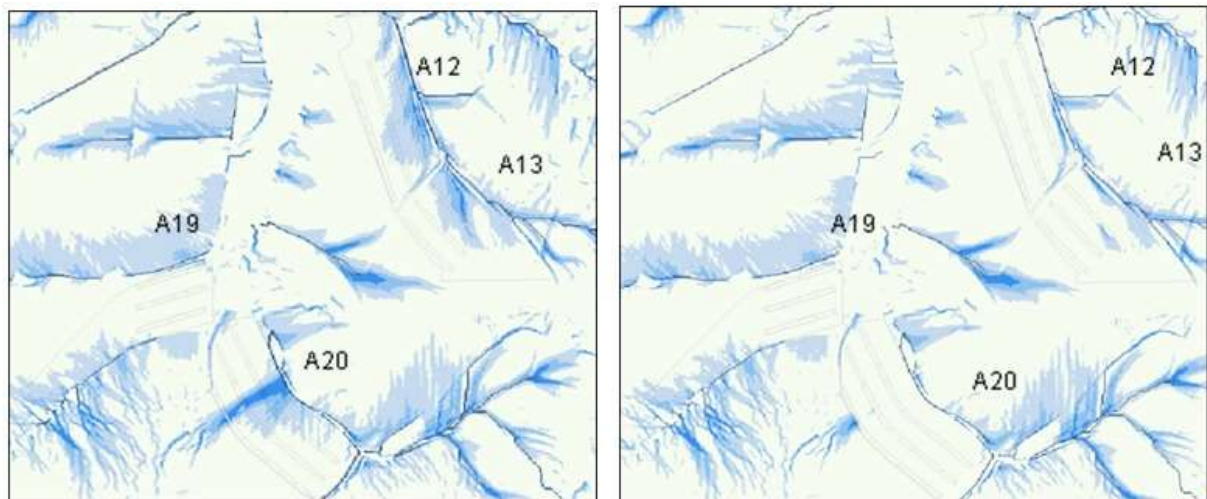
Baumart	Abflussregulierung
Mischung	0,33
Weide	0,50
Erle	0,60
Robinie	0,60
Pappel	0,70

Für die Variante „Mischung“ wurde die höchste Wirkung in der Rückhaltung der Abflüsse bestimmt, da sich hier durch die geringen Wuchsleistungen der Gehölze eine dichte Bodenvegetation entwickeln konnte. Unter den Pappeln wurde kaum krautige Vegetation festgestellt.

Tabelle 43: Vergleich der mittleren L-Faktoren der Teilschläge A12, A13, A19 und A20 ohne (oAF) und mit Agroforststreifen (mAF) (Birke 2012).

	L-Faktor oAF	L-Faktor mAF
A12	2,22	1,28
A13	2,17	1,68
A19	1,65	1,48
A20	2,06	1,16

Die modifizierenden Effekte der Gehölzstreifen im Abflussgeschehen sind in den beiden Teilschlägen A12 und A20 am größten (Tabelle 43 und Abbildung 63). Die Reihen sind hier v.a. in A20 nahezu quer zur Abflussrichtung.

**Abbildung 63: Modellierung des hydrologischen Abflusses ohne (links) und mit (rechts) Einfluss der Gehölze (Birke 2012).**

Mit Hilfe von fünf der sieben C-Subfaktoren der RUSLE2 war es außerdem möglich, für die Baumarten spezifische relative Bodenabtragswerte (RBA) zu berechnen, die die jeweiligen Bedingungen innerhalb der Gehölzstreifen gut wiedergaben. Folgende fünf Subfaktoren fanden Verwendung: canopy cover (Überschirmungsgrad) Subfaktor Cc, ground cover (Bodendeckung) Subfaktor Gc, soil roughness (Bodenrauigkeit) Subfaktor Sr, soil biomass (Bodenbiomasse) Subfaktor Sb und soil consolidation (Bodenverfestigung) Subfaktor Sc. Die genannten schützenden Wirkungen konnten dabei weitestgehend berücksichtigt werden. Für die einzelnen Arten wurde die prozentuale Bedeckung der Bodenoberfläche sowohl durch das Kronendach als auch durch die Bodenschicht

bestimmt, welche der Berechnung des Cc- und des Gc-Subfaktors dienen. Die Bodenbedeckung verringert die Aufprallenergie der Regentropfen, so dass einer Loslösung von Bodenpartikeln und einer Verschlämmung entgegengewirkt wird. Die Folge ist nicht nur eine Abnahme der Bodenerodierbarkeit, sondern auch die Erhaltung bzw. Erhöhung der Infiltrationskapazität. Das dabei im Gc-Subfaktor berücksichtigte, direkt auf dem Boden aufliegende Material brems zusätzlich die Fließgeschwindigkeit ab und bietet dem Wasser dadurch mehr Zeit zum Versickern. Auch eine erhöhte Oberflächenrauigkeit, die in den Sr-Subfaktor einfließt, verlangsamt den Abfluss und erhöht dadurch ebenfalls die Infiltration. Eine, von Wurzel- und Laubmasse abhängige, allmähliche Anreicherung organischen Materials – im Sb-Subfaktor berücksichtigt – kombiniert mit einer andauernden Bodenruhe – als Sc-Subfaktor dargestellt – führen zu einer stabilen Bodenschicht mit einem hohen Porenvolumen, so dass die Bodenerodierbarkeit herabgesetzt und die Infiltration erhöht ist. Dabei zeigte sich, dass in Agroforstsystemen vor allem eine dichte Bodenvegetation (Gc), eine hohe Wurzelmasse (Sb) und die andauernde Bodenruhe (Sc) ausschlaggebend für die Reduzierung der Bodenerosion sind (Abbildung 64).

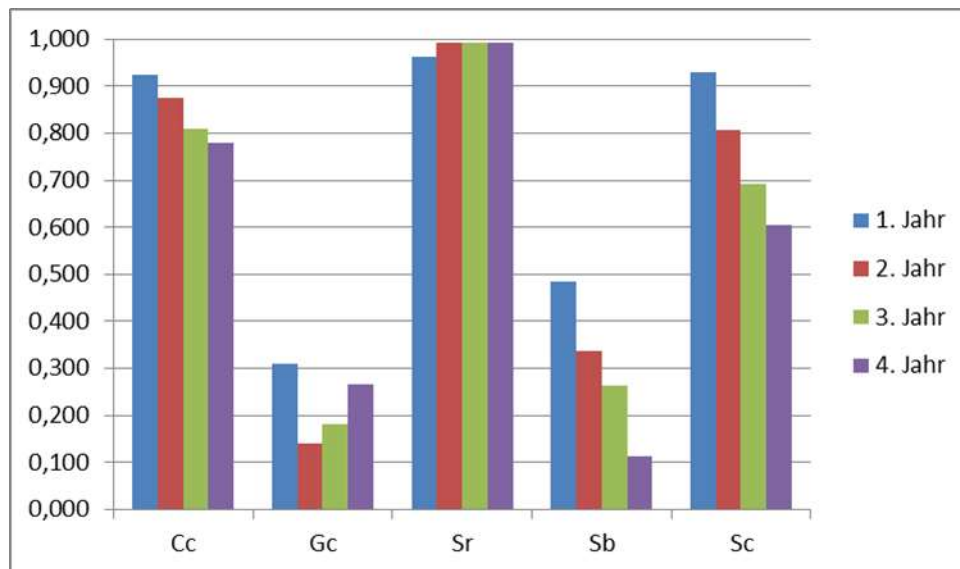


Abbildung 64: Entwicklung der für Robinie berechneten mittleren C-Subfaktoren über die vier Jahre (2009-2012) (Birke 2012).

Um die jahreszeitlichen Ausprägungen der Gehölzstreifen weitestgehend wiedergeben zu können, wurden anhand der Kronendeckungsgrade spezifische Kulturperioden festgelegt. Die Kombination der für diese Zeitabschnitte bestimmten RBA-Werte mit der jeweiligen Jahresregenerosität ermöglichte, für jede Baumart einen C-Faktor der Periode zu erhalten. Aus diesen ließen sich daraufhin für die gesamte Umtriebsperiode (4 Jahre) im Agroforstsystem Scheyern für jede Baumart spezifische C-Faktoren berechnen (Tabelle 44).

Tabelle 44: Für die Baumarten und Schläge berechnete C-Faktoren.

Baumart	C-Faktor	Schlag	C-Faktor
Weide	0,033	A12	0,117
Robinie	0,040	A13	0,123
Pappel	0,041	A19	0,168
Erle	0,038	A20	0,206
Mischung	0,095		

Es ist jedoch zu erwarten, dass in den folgenden Jahren durch die vollständige Erschließung des Wurzelraums und die weiteren positiven Effekte der Bodensetzung der Erosionsschutz steigen wird, so dass die C-Faktoren sinken werden. Abbildung 65 zeigt eine drastische Minimierung des C-Faktors innerhalb der hier ausgewerteten vier Jahre auf einen Wert unter 0,01. So wird auch von Young (1997) für dichte Gehölzstandorte mit einer völligen Bodenbedeckung ein Bedeckungsfaktor zwischen 0,01 und 0,001 angegeben.

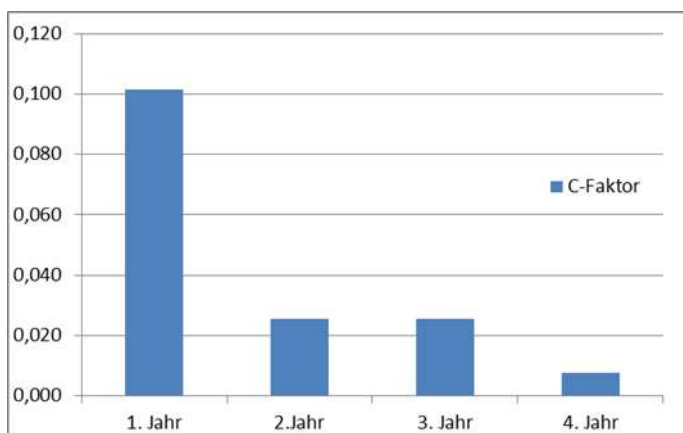


Abbildung 65: Für Robinie berechnete Jahres-C-Faktoren (Birke 2012).

Anhand des entwickelten Modells konnte für das Agroforstsystem in Scheyern eine durchschnittliche Reduzierung der Bodenabträge um 34,5% ermittelt werden (Tabelle 45). Es zeigte sich, dass eine Ausrichtung der Gehölzstreifen entlang der Hangkonturen den größten Effekt bewirkt (A12 und A20, siehe Abbildung 66). Bei einer Anlage quer zur Abflussrichtung wurde eine Minderung der Erosion um 54% berechnet.

Tabelle 45: Langjähriger, mittlerer Bodenabtrag [$t\ ha^{-1}a^{-1}$] der untersuchten Varianten in den vier Schlägen (Birke 2012).

	Pappel	Robinie	Erle	Mischung	Weide	AFS	Ohne AFS
A12	5,5	5,5	5,5	5,9	5,5	5,5	10,2
A13	8,8	8,8	8,8	9,0	8,8	9,1	11,9
A19	9,5	9,5	9,5	9,6	9,5	9,5	10,6
A20	6,6	6,6	6,6	7,0	6,5	6,5	14,0

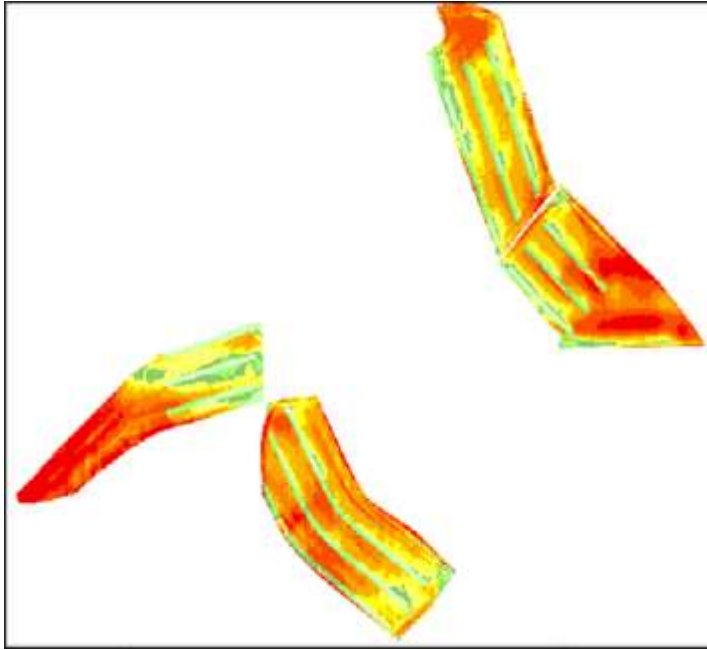


Abbildung 66: Im GIS berechnete Bodenabträge [$\text{t ha}^{-1}\text{a}^{-1}$] der vier Ackerschläge A12, A13, A19 und A20 mit Berücksichtigung der Gehölzstreifen (Weide) (Birke 2012).

Um die Wirkung der einzelnen Baumarten getrennt und ohne Einfluss des Standorts bewerten zu können, wurden sieben unterschiedliche Varianten untersucht (vgl. Tabelle 45). Fünf davon spiegeln jeweils die Situation einer einzigen Baumart bzw. deren Mischung in allen Gehölzstreifen wider. Dazu kommt eine Variante ohne Gehölze und eine mit der tatsächlichen Bepflanzung. Die Wirkungen der verschiedenen Baumarten unterschieden sich in dieser Berechnung allerdings nur gering. Ein Vergleich der C-Faktoren gab für Weide (0,033) den niedrigsten Wert an, gefolgt von Erle (0,038), Robinie (0,040) und Pappel (0,041). Den deutlich höchsten Faktor erzielte die Mischung der Gehölze (0,095); Ursache hierfür waren die schlechten Anwuchsergebnisse. Den höchsten Bodenschutz erreichten Baumarten, die eine üppige Bodenvegetation zuließen und zusätzlich viel Wurzelmasse produzierten (Weide, Erle).

Da ein Großteil der für die Bestimmung der C-Subfaktoren verwendeten Daten für die letzten vier Jahre abgeschätzt werden mussten, ist eine experimentelle Überprüfung der Ergebnisse dringend erforderlich (Messung der Parameter). Darüber hinaus befand sich zu diesem Zeitpunkt das Agroforstsystem noch in der ersten Umtriebsperiode, so dass nach einer vollständigen Etablierung in den folgenden Perioden mit einer weiteren Reduzierung der Bodenerosion zu rechnen ist. Für eine zukünftige Weiterentwicklung dieses Modells wird daher empfohlen, die erosionsbestimmenden Daten durch regelmäßige Aufnahmen in den folgenden Jahren zu erweitern, so dass ein angepasster C-Faktor für jede Baumart bestimmt werden kann. Für die Notwendigkeit einer Überprüfung der in dieser Arbeit festgelegten Abflusswirksamkeiten der einzelnen Gehölze spricht die Tatsache, dass in der Literatur nur stark variierende Angaben vorhanden sind und diese besonders von den standörtlichen Gegebenheiten abhängig sind.

Da das Subfaktorenkonzept der RUSLE2 auf zahlreichen Untersuchungsergebnissen und Modellannahmen in den USA basiert, ist eine direkte Übertragung auf mitteleuropäische Verhältnisse nicht voll-

ständig gewährleistet. Vor allem die im Sc-Faktor prognostizierte Wirkung der Bodensetzung ist stark von Umweltverhältnissen wie Temperatur und Regenintensitäten abhängig. Anhand von Messungen z.B. der Trockenrohdichte, der Wasserleitfähigkeit oder dem Porenvolumen und der Absprache mit den Entwicklern der RUSLE2 könnte dieser Effekt kontrolliert werden. Aber auch die Wirkungen der Bodenbiomasse im Sb-Faktor werden deutlich von Umweltbedingungen beeinflusst. Aus diesem Grund ist eine Überprüfung der in der vorliegenden Arbeit modellierten Abtragsmengen durch Messungen unbedingt erforderlich.

4.3.5 Nährstoff- und Energiebilanzierung (TU München: Hung-Chun Lin)

4.3.5.1 Zielsetzung & Hypothesen

Nachwachsende Rohstoffe tragen wesentlich zur Einsparung fossiler Energie und zur Minderung von Treibhausgasemissionen bei. Aus vergleichenden Analysen von Produktions- und Verwertungssystemen nachwachsender Rohstoffe geht jedoch hervor, dass die Energieeffizienz und die CO₂-Vermeidungsleistungen sehr unterschiedlich sind (Tilman et al. 2006, Wissenschaftlicher Beirat 2007). Künftig sollten vor allem solche Bioenergielinien ausgebaut werden, die geringe Treibhausgasemissionen aufweisen und zugleich eine hohe Produktivität und Effizienz besitzen, um die begrenzten Ressourcen Boden, Wasser, Nährstoffe und Energie optimal zu nutzen.

Nachfolgend wird untersucht, inwieweit Agroforstsysteme (am Beispiel der in Scheyern geprüften AFS mit schnellwachsenden Gehölzen zur energetischen Verwertung) zur Erhöhung der Stoff- und Energieeffizienz, zur C-Sequestrierung und Emissionsminderung beitragen können.

Stickstoffbilanz

Ausgehend von Forschungsergebnissen zur Stickstoffbilanz von Kurzumtriebsplantagen sowie von landwirtschaftlichen Nutzungssystemen am Standort Scheyern (z.B. Küstermann et al. 2008, 2010) werden folgende Hypothesen zu Agroforstsystemen abgeleitet:

Agroforstsysteme vermindern gegenüber landwirtschaftlicher Flächennutzung (Ackerland, Grünland) den N-Input deutlich, da in den Forststreifen während der gesamten Nutzungsdauer keine N-Düngemittel eingesetzt werden (= Low-Input-Systeme). Der von den Bäumen aufgenommene Stickstoff stammt aus den Böden (N-Nachlieferung durch Mineralisation der organischen Bodensubstanz), aus N-Immissionen und der biologischen N₂-Fixierleistung (Robinie, Erle). Durch Laubfall werden immer wieder schnell umsetzbare organische Substanz und umsetzbarer N zugeführt; mit dem Holz wird nur wenig N exportiert. Als Folge dieses N-Umsatzes gehen nach der Umstellung auf ein Agroforstsystem die N_{min}-Vorräte im Boden zurück und die N-Emissionen sinken. Damit sind in Agroforstsystemen geringere N-Salden und Emissionen reaktiver N-Verbindungen zu erwarten als in agrarischen Nutzungssystemen ohne Forststreifen.

In Untersuchungen von Robertson et al. (2000) wurden Treibhausgas (THG)-Bilanzen verschiedener Nutzungssysteme – einjährige Kulturpflanzen (Mais, Soja, Weizen), ausdauernde Kulturen (Pappeln, Luzerne) und Sukzessionen verglichen. Sehr geringe THG-Emissionen wiesen die Pappeln auf, weil es zu einer C-Sequestrierung kam und nur sehr geringe N₂O-Emissionen auftraten. Nach Butterbach-

Bahl et al. (2010) ist eine positive THG-Bilanz insbesondere bei der energetischen Nutzung von Holz aus Kurzumtriebsplantagen zu erwarten, da hier nahezu keine N-Düngung erfolgt und es zur Akkumulation von Kohlenstoff im Boden kommt.

Humusbilanz

Bei der Bewertung der ökosystemaren und ökonomischen Wirkungen von Agroforstsystemen (z.B. der Kombination von Energieholz und agrarischen Kulturen) sind die C-Sequestrierung und die Ertragseffekte (Energiebindung) wesentliche Aspekte (Schoeneberger 2009, Nair et al. 2009). Die Interaktionen zwischen Baumreihen (z.B. Pappeln) und Ackerkulturen (z.B. Weizen) sind von den Standortbedingungen, dem Alter und der Anordnung der Bäume (Randeffekte, Windschutz, etc.) abhängig.

Aufgrund der Bodenruhe und der Zufuhr organischer Substanz (tiefgreifendes Wurzelsystem der Bäume, hoher C-Input, auch durch Laubfall) kommt es zur Humusanreicherung und C-Sequestrierung im Boden. Auch im Übergangsbereich von Forst- und Agrarstreifen findet eine Humusakkumulation statt. Die Humus-, C_{org} - und N_{org} -Akkumulation wird umso größer sein, je humuszehrender die vorherige ackerbauliche Nutzung war (abhängig vom Humusausgangsgehalt). Die C-Sequestrierung ist eine relevante Größe bei der Klimabilanzierung.

Energiebilanz

Zur Energieeffizienz nachwachsender Rohstoffe liegen Ergebnisse für verschiedene bodenklimatische Bedingungen vor. Prozessanalysen zeigen, dass in der pflanzlichen Primärproduktion deutlich mehr Energie in der Biomasse gebunden wird als im Produktionsverfahren eingesetzt wird. In hochproduktiven Anbausystemen sind Biomasseerträge bis $30 \text{ t TM ha}^{-1}\text{a}^{-1}$, eine Energiebindung über $500 \text{ GJ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ und Output/Input-Relationen über 20:1 erreichbar (Hülsbergen et al. 2001, Eder 2010). Bei der Biomassekonversion wird das Output/Input-Verhältnis enger, weil zusätzlich Prozessenergie benötigt wird und Verluste auftreten (Helbig/Hülsbergen 2009). Bei effizienter energetischer Verwertung können extensive Anbausysteme höhere Energieeffizienzen als High-Input-Systeme erreichen (Tilman et al. 2006).

Die Forststreifen in Agroforstsystemen werden sehr extensiv bewirtschaftet (= nur sehr geringer Energieinput, nur wenige Arbeitsgänge, kein Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz, langjährige Nutzung). Sie bringen hohe Biomasseleistungen und Erträge (= hohe Energiebindung; bei der Holzernte hoher Energieoutput). Daher kann in den Forststreifen (abhängig von der Baumart und der Biomassebildung) eine hohe bis sehr hohe Energieeffizienz erreicht werden.

4.3.5.2 Stand des Wissens

Stickstoff und Humusbilanz

Stickstoff ist eines der wichtigsten Nährelemente für die Pflanze und wird durch Düngemittel und in Symbiose mit Leguminosen lebende N_2 -fixierende Bakterien bereitgestellt. Landwirtschaftlichen Systemen zugeführter Stickstoff wird nicht vollständig durch die Pflanzen verwertet; ein Teil wird in Böden gespeichert – vor allem in der organischen Bodensubstanz, ein nicht unerheblicher Teil gelangt als N-Verlust (Ammoniak, Nitrat, Lachgas) in die Umwelt. Unsachgemäße und übermäßige Stickstoffgaben können somit zu Umweltproblemen führen (Küstermann et al. 2010).

Humus ist ein guter Indikator für die Bodenqualität, da er durch sein Wasser- und Nährstoffspeichervermögen das Wachstum von Kulturpflanzen fördert. Er wird durch die Zersetzung organischer Substanz wie Ernterückstände, Wurzelnrückstände, Bodenorganismen und organische Dünger gebildet. Agroforstsysteme (AFS) können die Bodenqualität verbessern und die organische Bodensubstanz erhalten (Schroeder 1995, Sharrow/Ismail 2004). Eine bessere Stickstoff- und Humusbilanz ist damit zu erwarten.

Auf Ackerschlägen bestimmte Humusgehalte sind schwierig zu beurteilen, weil bisher anerkannte Richtwerte fehlen. Um zu bewerten, ob eine Bewirtschaftung Humus anreichernd oder abreichernd wirkt, bedarf es zudem langer Messzeiträume, die deutlich mehr als 10 Jahre betragen können. Die analytische Erfassung von kurzfristigen, im Vergleich zur Gesamtmenge nur relativ geringen Veränderungen der Humusvorräte zur Ableitung von Bewirtschaftungsempfehlungen ist daher unter Praxisbedingungen schwierig, auch aufgrund der räumlichen Variabilität der Humusgehalte.

Daher wurden ergänzend zur analytischen Bestimmung von Humusgehalten und deren Bewertung mit Soll-Werten (z.B. als C_{org} , C_{hwl} , vgl. Körschens/Schulz 1999) Methoden der Humusbilanzierung zur indirekten Einschätzung des Humushaushaltes ackerbaulich genutzter Böden entwickelt (Brock et al. 2013). Mit Humusbilanzen sind Aussagen zur Humusversorgung realer und geplanter Anbausysteme möglich. Die rein rechnerischen, auf langjährigen Versuchsergebnissen und Bewirtschaftungsdaten der Betriebe basierenden Bilanzierungsverfahren liefern auf einfache Weise Informationen für eine aus Sicht der Bodenfruchtbarkeit und des Umweltschutzes anzustrebende Versorgung der Ackerböden mit organischer Substanz.

Zur Humusbilanzierung liegen verschiedene Methoden vor; große Verbreitung in Deutschland fand die VDLUFA-Methode (2004). Ziel dieser Methode ist es, auf Schlag-, Fruchtfolge- und Betriebsebene bewirtschaftungsbedingt zu erwartende Veränderungen der Humusvorräte acker- und gartenbaulich genutzter Böden abzuschätzen. Aus den Bilanzsalden ist abzuleiten, inwieweit Änderungen der Bewirtschaftung notwendig sind, um eine standortangepasste Humusversorgung der Böden zu erreichen. Aufgrund der verwendeten Datenbasis ist die VDLUFA-Methode für konventionell wirtschaftende Betriebe geeignet, im ökologischen Landbau ist zur Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff eine höhere Zufuhr organischer Substanzen erforderlich. Zur Bewertung der berechneten Humussalden werden die Wirkungen auf die Ertragssicherheit und das Verlustpotenzial für Stickstoff berücksichtigt.

Energiebilanz

In der Landwirtschaft wird fossile Energie in zwei Formen genutzt: als direkter Energieinput, wie Kraftstoff und Elektrizität für Maschinentätigkeit (Arbeitsverrichtung) innerhalb des Betriebs; als indirekter Energieinput für die Herstellung von Düngermitteln, Pflanzenschutzmitteln, Maschinen und Geräten im Vorleistungsbereich. Fossile Energie ist eine limitierte Ressource und eine Quelle für Treibhausgasemissionen. Zudem ist der Einsatz fossiler Energie (z.B. Energieinput je Flächeneinheit in $\text{GJ ha}^{-1}\text{a}^{-1}$) ein wichtiger Indikator für die Produktions- und Regelungsintensität in Agrarökosystemen. Insgesamt ist es wichtig, diese Ressource effizient zu nutzen.

Konventionelle Landwirtschaft wird (unter den Bedingungen der Bundesrepublik Deutschland) als ein High-Input System gesehen, welches ein hohes Produktionspotenzial und einen hohen Energieoutput besitzt. Ökologische Landwirtschaft besitzt einen geringeren Energieinput, allerdings ist auch der Ertrag und der Energieoutput geringer (Seufert et al. 2012). Es gibt bereits einige Forschungsarbeiten zu Energie- und Treibhausgasbilanzen der ökologischen und konventionellen Agrarsysteme; Agroforstsystemen wurden bisher jedoch nur wenig untersucht (Tuomisto et al. 2012). In dieser Arbeit soll die Energiebilanz und -effizienz von Agroforstsystemen, jeweils mit konventioneller und ökologischer Fruchtfolge, dargestellt werden. Es wird angenommen, dass durch den hohen Energiegewinn der Bäume, der Energieoutput sowie die Energienutzungseffizienz (EUE: energy use efficiency) der AFS höher ist als die der reinen landwirtschaftlichen Systeme.

4.3.5.3 Methodik

Stickstoff- und Humusbilanz

Der für die Stickstoffbilanz verwendete Modellansatz bezieht sich auf den methodischen Ansatz von Küstermann et al. (2010). Die in die Berechnung eingehenden Parameter sind in Tabelle 46 definiert.

Tabelle 46: Definitionen der Stickstoff-Parameter (Küstermann et al., 2010).

Stickstoff-Parameter	Definition	Einheit
Stickstoff-Input (N_{in})	Symbiontische N_2 -Fixierung (N_{fix}) + mineralischer N + Gülle + Wirtschaftssünger (FYM) + N Deposition + N im Saat- und Pflanzgut	$\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$
Stickstoff-Output (N_{out})	N im Erntematerial	$\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$
Stickstoff-Nutzungseffizienz (NUE)	$NUE = N_{in}/N_{out}$	/
Stickstoff-Saldo (N_{sur})	$N_{sur} = N_{in} - N_{out}$	$\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$

Die symbiontische N_2 -Fixierung (N_{fix}) berechnet sich aus dem symbiontischen N im Spross (NY_{sym}) und dem symbiontischen N in den Ernte-Wurzelrückständen (NR_{sym}):

$$N_{fix} = NY_{sym} + NR_{sym}$$

wobei,

$$NY_{sym} = Y \times DM \times 0,01 \times N \times L \times 0,01 \times N_{dfa}$$

$$NR_{sym} = NY_{sym} \times r_{DM} \times r_N$$

NY_{sym} : Symbiontisch fixierter Stickstoff im Spross

NR_{sym} : Symbiontisch fixierter Stickstoff in den Ernte-Wurzelrückständen

Y: Ertrag Spross (dt ha⁻¹)

DM: Trockenmassegehalt (%)

N: Stickstoffgehalt in der Trockenmasse (kg N kg TM⁻¹)

L: Leguminosenertragsanteil (%)

N_{dfa} : Anteil des symbiontischen N am Gesamt-N-Gehalt der Pflanze

r_{DM} : TM Ernte-Wurzelrückständen/TM Spross

r_N : Stickstoffgehalt Ernte-Wurzelrückstände/Stickstoffgehalt Spross

Der Anteil des symbiontischen N am Gesamt-N-Gehalt der Pflanze (N_{dfa}) liegt bei Klee-Luzernegras (bezogen auf die Leguminosen) je nach Anbaubedingungen und dem Anteil an pflanzenverfügbaren N im Boden bei 70-95% (Küstermann et al. 2010). Die Angaben zu den N-Gehalten der landwirtschaftlichen Produkte stammen von Hülsbergen (2003), die zu den N-Gehalten im Holz von Martin et al. (1998) und Sutherland/Adams (1965). Es wurde eine N_2 -Fixierung von 65 kg N ha⁻¹ a⁻¹ für die Erle und 175 kg N ha⁻¹ a⁻¹ für die Robinie angenommen (Virtanen 1957; Danso et al. 1995). Die N-Deposition geht mit 16 kg N ha⁻¹ a⁻¹ in die Berechnungen mit ein. Die Angaben zu den Erträgen der Ackerkulturen stammen von Gerl (2012), die zu den Holzerträgen von Huber (2012).

Die Humusbilanz basiert auf Algorithmen des Programmes REPRO (dynamische, d.h. ertrags-, nutzungs- und standortabhängige Humusbilanzierung; Hülsbergen, 2003; siehe auch Literaturübersicht zu Humusbilanzmethoden von Brock et al. 2013). Bei den Bäumen (Forststreifen) wurde eine mittlere Akkumulationsrate des organischen Bodenkohlenstoffs von 600 kg C ha⁻¹ a⁻¹ angenommen (Post/Kwon 2000); hierzu liegen bisher noch keine experimentell bestimmten Humusbilanzkoeffizienten vor.

Energiebilanz

In Abbildung 67 sind die Systemgrößen dargestellt. Der Anteil der Forstkulturen an der Gesamtfläche beträgt 21,5%, wobei die untersuchten Baumarten Pappel, Weide, Robinie und Erle gleiche Flächenanteile besitzen. Alle Energieanalysen wurden auf Feldebene durchgeführt, so dass Prozesse nach der Ernte (z.B. Transport der Produkte) nicht eingeschlossen sind. Die Energiebilanzmethode ist in Hülsbergen et al. (2001) zu finden.

Die relevanten Energieäquivalente sind: 39,6 MJ l⁻¹ für Diesel, 108 MJ kg⁻¹ für Maschinen (Produktion, Instandhaltung, Reparatur), 5,7; 6,5; 6,5 und 12,0 für Kartoffel-, Weizen-, Roggen- und Sonnenblumensaatgut (REPRO) sowie 15,0 MJ kg⁻¹ für Baumpflanzgut (Schmid 2012). Der Kalorienwert der geernteten Biomasse wird als Energieoutput gewertet. Diese Werte belaufen sich auf 17,2; 18,6; 18,6 und 26,8 MJ kg⁻¹ für Kartoffel, Weizen, Roggen und Sonnenblume (Hülsbergen 2003); auf 20; 19; 19; und 22 MJ kg⁻¹ für Pappel, Weide, Erle und Robinie (Klašnja et al. 2002, Nurmi 1997, Klašnja/Kopitovič 1999).

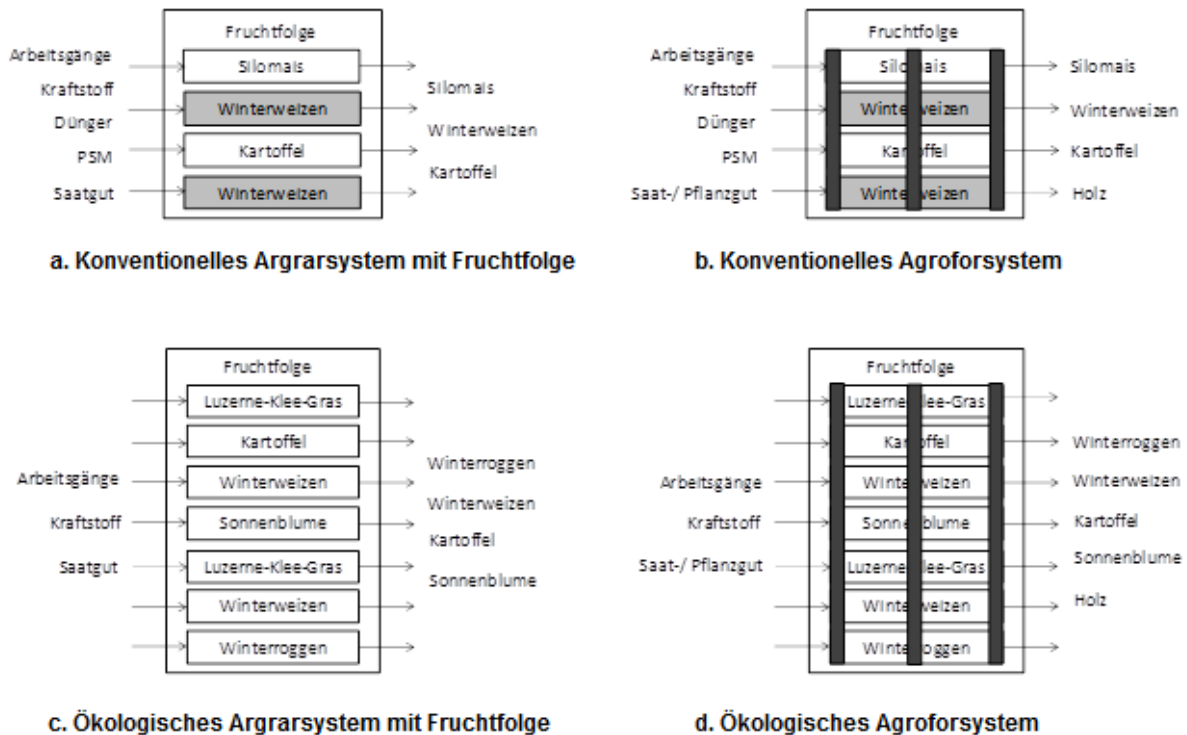


Abbildung 67: Struktur, Input und Output der Systeme in Scheyern. Die schwarzen Streifen in 1b und 1d verdeutlichen die Gehölzstreifen.

Daten der Produktionsprozesse und der Erträge (Gerl 2012, Huber 2012) wurden für die Jahre von 2009 bis 2012 (Umtriebszeit von 4 Jahren) gemittelt. Der Ertrag der landwirtschaftlichen Teilsysteme in den AFS wird mit jenem der reinen landwirtschaftlichen Systeme gleichgestellt, d.h. es wird unterstellt, dass sich Ertragsdepressionen (durch Wasser-, Nährstoff- und Lichtkonkurrenz in Nähe der Baumstreifen) und Ertragssteigerungen ausgleichen. Eine räumliche Differenzierung der Ertragsbildung in Abhängigkeit von der Entfernung zum Baumstreifen können derzeit noch nicht vorgenommen werden (vgl. Ochsenbauer 2012). Es wird angenommen, dass der Energieeinsatz (Kraftstoff und Maschinen) für die Durchführung von Maschinenarbeitsgängen im AFS um 5% höher liegt als im Agrarsystem (Fröba et al. 2005). Der Energieeinsatz der Rekultivierung des Forstsystems (z.B. Bodenbearbeitung) nach einer 20-jährigen Produktionsperiode wurde miteinbezogen.

4.3.5.4 Ergebnisse & Diskussion

Stickstoff- und Humusbilanz

Die konventionellen und ökologischen Forstsysteme zeigten mit 0,9 die höchste Stickstoff-Nutzungseffizienz (NUE) bei Berücksichtigung von ΔN_{org} (organischer Bodenstickstoff). Die NUE der AFS (konv.: 0,8; öko.: 0,7) unterschied sich nicht von jener der Agrarsysteme (konv.: 0,8; öko.: 0,7).

Die Bewirtschaftungsweisen der Agrar- und Agroforstsysteme unterschieden sich nur wenig. Dazu im Vergleich ermittelten Küstermann et al. (2010) eine NUE von 0,8 für beide Bewirtschaftungsweisen. Die geringere NUE des ökologischen Systems lässt sich durch den geringen N-Output, hervorgerufen durch das Mulchen der Luzerne-Klee-gras-Kultur, erklären. Die Bindung im Boden minderte allerdings den N-Input.

Einen weiteren Indikator für die Stickstoffnutzung stellt der Stickstoffsaldo dar (Tabelle 47 und Tabelle 48), welcher auf das N-Verlustpotenzial hinweist. Ist er negativ, wird mehr N abgefahren als zugeführt; ist er positiv, wird mehr N zugeführt als abgefahren. Das Optimum liegt zwischen 0 und 50 kg N ha⁻¹ (Christen et al. 2009). Alle Systeme lagen in diesem Bereich (Tabelle 47 und Tabelle 48). Die Agrarsysteme zeigten einen Saldo von 48 kg N ha⁻¹a⁻¹ (konv.) und 22 kg N ha⁻¹a⁻¹ (öko.).

Tabelle 47: Stickstoffsaldo und Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) der konventionellen Systeme.

	N-Input [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]			N-Output [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	ΔN _{org} [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	N-Saldo [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	NUE
	Mineralischer N	Saat- und Pflanzgut	N ₂ -Fixierung				
A) Agrarsystem							
Fruchtfolge	179	4	0	171	20	48	0,8
Mais	197	0,5	0	256	-96	54	
+ Senfuntersat	0	1	0		8	-7	
Weizen	190	4	0	137	-51	124	0,5
Kartoffel	130	7	0	150	-66	69	0,7
Weizen	200	4	0	141	-53	132	0,5
A) Forstsystem							
Gesamt	5 ^a	3 ^b	60	16	66	2	0,9
Pappel			0	18			
Weide			0	8			
Erle			65	16			
Robinie			175	20			
B) AFS	142	4	13	137	-1	38	0,8

^a Mittel aus 4 Jahren; einmaliger Input von 20 kg N ha⁻¹a⁻¹ im ersten Jahr

^b Mittel aus 4 Jahren; einmaliger Input von 11 kg N ha⁻¹a⁻¹ im ersten Jahr

* Stickstoffdeposition: 16 kg N ha⁻¹a⁻¹

Tabelle 48: Stickstoffsaldo und Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) der ökologischen Systeme.

	N-Input [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]		N-Output [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	ΔN _{org} [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	N-Saldo [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	NUE
	Saat- und Pflanzgut	N ₂ -Fixierung				
A) Agrarsystem						
Fruchtfolge	3	68	45	20	22	0,7
LKG	1	215		119	113	
Kartoffel	7		85	-89	27	0,8
Weizen	3		45	-44	18	0,7
Sonnenblume	2		76	-150	92	0,5
+ LKG-Untersaat	1	45		26	20	
LKG	1	215		119	113	
Weizen	3		58	-60	21	0,7
Roggen	2		51	-55	23	0,7
A) Forstsystem						
Gesamt	3 ^a	60	17	60	1	0,9
Pappel		0	22			
Weide		0	14			
Erle		65	16			
Robinie		175	16			
B) AFS	3	66	39	28	18	0,7

^a Mittel aus 4 Jahren; einmaliger Input von 11 kg N ha⁻¹a⁻¹ im ersten Jahr

* Stickstoffdeposition: 16 kg N ha⁻¹a⁻¹

Der geringe N-Gehalt im Holz im Vergleich zu den N-Gehalten der Ackerkulturen führte im Forstsystem zu einem geringen N-Output. Die erhöhte N-Bindung im Boden führte dennoch zu einem N-Saldo von 2 kg N ha⁻¹a⁻¹ (konv.) und 1 kg N ha⁻¹a⁻¹ (öko.). Dies wirkte sich ebenfalls mindernd auf die AFS aus (konv.: 38 kg N ha⁻¹a⁻¹; öko.: 18 kg N ha⁻¹a⁻¹).

Es zeigt sich, dass das ökologische wie auch das konventionelle Forstsystem eine hohe N-Effizienz erreichen und zu geringen N-Salden führen (zum Vergleich: der mittlere N-Saldo bei landwirtschaftlicher Nutzung beträgt im Mittel der Bundesrepublik Deutschland 100 kg N ha⁻¹a⁻¹).

Im konventionellen Agrarsystem belief sich die mit Humusbilanzen berechnete Änderung des organischen Bodenkohlenstoff (ΔC_{org}) auf -195 kg C ha⁻¹a⁻¹ und die Änderung des organischen Bodenstickstoffs (ΔN_{org}) auf -20 kg N ha⁻¹a⁻¹. Außer der Senfzwischenfrucht wurden für alle Fruchtarten negative Werte für ΔC_{org} und ΔN_{org} berechnet (Tabelle 49).

Tabelle 49: Humusbilanz der konventionellen Systeme.

	ΔC_{org} [kg C ha ⁻¹ a ⁻¹]	ΔN_{org} [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]
A) Agrarsystem		
Fruchtfolge	-195	-20
Silomais	-959	-96
+ Senfuntertsaat	83	8
Weizen	-509	-51
Kartoffel	-655	-66
Weizen	-531	-53
B) Forstsystem	655	66
C) AFS	-11	-1

Im ökologischen Agrarsystem belief sich der ΔC_{org} auf $198 \text{ kg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ und ΔN_{org} auf $20 \text{ kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}$. LKG und LKG-Untersaat sowie die Gründüngung begründen die höheren Werte (Tabelle 50).

Tabelle 50: Humusbilanz der ökologischen Systeme.

	$\Delta C_{org} [\text{kg C ha}^{-1} \text{a}^{-1}]$	$\Delta N_{org} [\text{kg N ha}^{-1} \text{a}^{-1}]$
A) Agrarsystem		
Fruchtfolge	198	-20
LKG	1192	119
Kartoffel	-890	-89
Weizen	-437	-44
Sonnenblume	-1495	-150
+ LKG-Untersaat	263	26
LKG	1192	119
Weizen	-604	-60
Roggen	-548	-55
B) Forstsystem	600	60
C) AFS	284	28

Energiebilanz

Der Energieinput im konventionellen Agrarsystem (Tabelle 51, $11,5 \text{ GJ ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) war etwas geringer als im Agrar-Teilsystem des AFS ($11,7 \text{ GJ ha}^{-1} \text{a}^{-1}$). Durch die Anlage der Forststreifen werden die bewirtschafteten Teilflächen geringer (kleinere Schlaggröße), deren Bewirtschaftung mehr Energie verbraucht (durch mehr Wendevorgänge). Daher verringerte der größere Energieinput die Energienutzungseffizienz (EUE: Energy use efficiency) geringfügig. Die hier berechnete EUE übersteigt die von Küstermann et al. (2008) berechnete EUE (11,1), welche in den Jahren von 1999 bis 2002 für konventionelle Agrarsysteme in Scheyern ermittelt wurde, aufgrund geänderter Erträge und Produktionsverfahren.

Der Energieinput im Forstsystem ($3,6 \text{ ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) war sehr gering, wobei die meisten Bewirtschaftungsmaßnahmen im Etablierungsjahr durchgeführt wurden (Anlage der Gehölzstreifen). Die geringe Bewirtschaftungsintensität wirkte sich auch mindernd auf den Energieinput im AFS aus – und damit erhöhend auf die EUE. Da der Holzzuwachs bzw. der jährliche Energieoutput der Bäume mit den Jahren steigt und sich zeitgleich der Energieinput nicht erhöht, ist zu erwarten, dass eine längerer Umtriebszeit eine erhöhte EUE zur Folge hat.

Tabelle 51: Energiebilanz und Energienutzungseffizienz (EUE) der konventionellen Systeme.

	Energieinput [GJ ha ⁻¹ a ⁻¹]			Ertrag [t TM ha ⁻¹ a ⁻¹]	Energieoutput [GJ ha ⁻¹ a ⁻¹]	EJE
	Direkt	Indirekt	Gesamt			
A) Agrarsystem ^a						
Fruchtfolge	2,4/2,5	9,2/9,2	11,5/11,7	10,1	183,7	15,9/15,7
Mais	0,8/0,9	8,5/8,5	9,3/9,4	18,8	345,9	36,9/36,7
Weizen	1,8/1,9	8,5/8,5	10,3/10,4	6	111,5	10,8/10,7
Kartoffel	4,1/4,3	10,3/10,5	14,5/14,8	9,4	162,2	11,2/11,0
Weizen	1,8/1,9	8,9/8,9	10,6/10,8	6,2	115,3	10,8/10,7
B) Forstsystem						
Gesamt	1,6 ^b	2,0 ^b	3,6 ^b	7,8	159,5	44,5
Pappel				9	180	
Weide				4	76	
Erle				8	152	
Robinie				10	230	
C) AFS	2,3	7,7	10,0	14,6	178,5	17,9

^a Wert des Agrarsystems/Wert des Agrar-Teilsystems im AFS^b Mittel aus vier Jahren: 1.-4. Jahr: Direkt: 3,5/1; 1/1; 1/07; Indirekt: 7,6/0; 1/0; 1/0,1;
Gesamt: 11,1/1; 2/1; 2/0,8

Die EUE der ökologischen Agrarsysteme (Tabelle 52) lagen unter jenen der konventionellen. LKG wird nicht geerntet, so dass jener Output nicht in der Energiebilanz als Energieoutput berücksichtigt wurde und den Energieoutput der gesamten Fruchtfolge verringerte. Allerdings fördert das Mulchen von LKG das Wachstum der Folgekulturen. Dies bestätigte sich in dem höheren Weizenertrag (und damit höherer EUE) nach LKG im Vergleich zu Weizen nach Kartoffeln. Der durch die N-Fixierleistung von LKG und durch Gründüngung gewonnene Stickstoff förderte das Wachstum von Weizen. In der Literatur wird die EUE von LKG bei dem in Scheyern erreichbaren hohen Ertragsniveau mit über 40 angegeben (Küstermann et al. 2008). Da der LKG-Output in dieser Bilanz fehlt, ist auch die EUE der gesamten Fruchtfolge um das zweifache niedriger als bei Küstermann et al. (2008) berichtet wird.

Wie im konventionellen System, lag die EUE der Forstsysteme über jener der Agrarsysteme, was sich ebenfalls positiv auf die EUE des AFS auswirkte. Allerdings war die EUE des konventionellen AFS höher als die des ökologischen AFS, da der direkte Energieinput des ökologischen AFS bei ähnlichem Energieoutput höher lag.

Tabelle 52: Energiebilanz und Energienutzungseffizienz (EUE) der ökologischen Systeme.

	Energieinput [GJ ha ⁻¹ a ⁻¹]			Ertrag [t TM ha ⁻¹ a ⁻¹]	Energieoutput [GJ ha ⁻¹ a ⁻¹]	EUE
	Dirket	Indirekt	Gesamt			
A) Agrarsystem ^a						
Fruchtfolge	2,9/3,0	2,0/2,1	4,9/4,8	2,5	47,9	9,8/9,4
LKG	2,3/2,4	1,1/1,2	3,4/3,3			
Kartoffel	4,8/5,0	5,3/5,4	10,1/10,2	6,1	104,0	10,3/10,0
Weizen	3,1/3,3	1,7/1,8	4,8/4,7	2,5	46,0	9,5/9,1
Sonnenblume	3,6/3,7	2,0/2,1	5,6/5,4	2,6	70,0	12,6/12,1
LKG	1,5/1,6	0,9/1,0	2,5/2,3			
Weizen	2,9/2,1	1,2/1,3	3,2/3,2	3,2	59,9	18,6/17,9
Roggen	2,2/2,4	1,4/1,5	3,7/3,6	3,0	55,5	15,1/14,5
B) Forstsystem						
Gesamt	2,3 ^b	2,0 ^b	4,3 ^b	8,5	172	40,9
Pappel				11,0	220	
Weide				7,0	133	
Erle				8,0	152	
Robinie				8,0	184	
C) AFS	2,8	2,1	4,9	3,8	74,6	15,3

^a Wert des Agrarsystems/Wert des Agrar-Teilsystems im AFS^b Mittel aus vier Jahren: 1.-4. Jahr: Direkt: 5,6/1; 1/1; 1/1,2; Indirekt: 7,5/0; 2/0; 2/0,1;
Gesamt: 13,1/1; 3/1; 3/1,3

4.4 Feldbiologie

Die feldbiologische Forschung in ELKE fußt auf der zentralen Fragestellung, ob und mit welcher Auswirkung auf Fauna und Flora die neuen Kulturen ökologische Funktionen im Landschaftsraum übernehmen:

- A. Strukturfunktionen,
- B. Artenschutzfunktionen,
- C. Struktur- und Artenschutzfunktionen.

Die Herausarbeitung dieser nutzungsbedingten Biodiversität differenziert die Leistungen der ELKE Kulturen gegenüber der Ausgangslage eines konventionell bewirtschafteten Ackers.

Die Beforschung dieser Funktionen in unterschiedlichen Regionen bzw. Kulturlandschaften Deutschlands soll wiederkehrende Effekte identifizieren, die für eine Qualifizierung bzw. Einordnung der Kulturen herangezogen werden können, denn insbesondere die abnehmende Strukturvielfalt (räumlich und zeitlich) auf Ackerflächen und in den Agrarlandschaften wird als eine der wichtigsten zentralen Ursachen für den Rückgang der Artenvielfalt angesehen (z.B. Haber 1972, 2009, Bick 1989). In diesem aktuellen Spannungsfeld wurde in ELKE untersucht, ob Einzelflächen mit extensiven Nutzungssystemen vor allem über die Erhöhung der Biotop- und Nutzungsvielfalt, die Wirkung als Quell- und Rückzugsbiotop für angrenzende Nutzflächen und als zusätzliche Trittsteinbiotope für

verinselte halbnatürliche Lebensräume Effekte erbringen, die für die Gesamtlandschaft eine messbare Verbesserung auslösen.

Durch die Kombination unterschiedlicher Kulturen in der Landschaft können mehr Vielfalt in Raum und Zeit erreicht und daher insgesamt höhere Leistungen gegenüber Einzelmaßnahmen für den Naturschutz umgesetzt werden. Die Beforschung der ELKE-Kulturen im direkten Raumvergleich zu halbnatürlichen Landschaftselementen und intensiven Landwirtschaftsflächen – als Referenzflächen – sollte klären, welche Arten in diesen Lebensräumen vertreten sind und wo ein Austausch stattfindet. Als Referenzflächen dienten regionaltypische Biotope, für die die extensiv genutzten ELKE-Kulturen entweder als Lebensraum oder im Biotopverbund komplementäre oder alternative Effekte bzw. Leistungen erbringen konnten. Dies sind vor allem Offenlandbiotope, z.B. extensive oder intensive Grünlandbiotope, Ruderalflächen, Hecken, Säume, Ackerflächen, Feld- und Agrargehölze. Der direkte Raumvergleich sollte die vermutete Leistungsfähigkeit der ELKE-Kulturen in der lokalen Landnutzungsstrategie wissenschaftlich belegen bzw. in einer ersten klaren Tendenz herausarbeiten. Insbesondere die Sukzessions- und begleitenden Adaptionsprozesse sollten in ELKE langfristig dokumentiert werden (ELKE-Datenbank). Die nachfolgenden feldbiologischen Grundlagenermittlungen dienen der anschließenden fundierten Diskussion der Naturschutzbewertung in den jeweils zugrunde liegenden Bewertungsverfahren der einzelnen Bundesländer und in Bezug zu den allgemein anerkannten Schutzgütern des Naturschutzes (LANA 1996a, 1996b).

4.4.1 Vegetation & Flora (IVÖR: Rüdiger Scherwaß, U. Scherwaß, Ralf Krechel; ZALF: Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad; bfu: Gerrit Engelbach)

4.4.1.1 Zielsetzung & Hypothesen

Zielsetzung

Die Zielsetzung der feldbiologischen Untersuchungen liegt in einer Dokumentation und Analyse von Effekten der neuartigen extensiven Landnutzungssysteme ELKE auf die Biologie und Ökologie eines bis dahin konventionell landwirtschaftlich genutzten Landschaftsraumes. Hierbei werden sowohl die räumliche als auch die zeitliche Ebene betrachtet. Es werden sowohl Effekte untersucht, die sich auf die Vielfalt von Fauna und Flora beziehen, also auf das Vorkommen, die Zahl und die Häufigkeitsverteilung von Arten (Stichwort: Biodiversität), als auch strukturelle Effekte, welche die Biotop-, (Habitat-) und Strukturvielfalt des Raumes und somit auch die Aus- und Verbreitungsmöglichkeiten von Arten (Stichwort: Biotopverbund) betreffen. Nachfolgend werden die Arbeiten und Ergebnisse der botanischen Arbeitsgruppe zu Flora, Vegetation und Biotope dargestellt.

Hypothesen

Hinsichtlich der zu erwartenden Effekte der neuartigen Landnutzungssysteme wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

- Die Etablierung neuartiger, extensiv bewirtschafteter Landnutzungssysteme auf der Basis nachwachsender Rohstoffe führt zu einer Erhöhung der Arten- und Strukturvielfalt im betreffenden Landschaftsausschnitt.
- Es bilden sich Biotope mit eigenständigen Strukturen und Biozönosen mit eigenständiger Artenzusammensetzung heraus.
- Die neuartigen Nutzungssysteme übernehmen Funktionen im Biotopverbund und bewirken somit eine Aufwertung des lokalen bzw. regionalen Biotopverbundsystems.

4.4.1.2 Stand des Wissens

Vor dem Hintergrund einer wachsenden Nachfrage nach Bioenergie und der damit zunehmenden Bedeutung des Energiepflanzenanbaus werden seit einigen Jahren zahlreiche Forschungsvorhaben und Studien insbesondere zu Ertrag, Wirtschaftlichkeit und Optimierung, aber auch zu ökologischen Auswirkungen, z.B. auf die Artenvielfalt durchgeführt (siehe hierzu auch Ergebnisse der Literatur- und Projektrecherche in den vorbereitenden Phasen ELKE Phase I & II: Wagener et al. 2008, 2010b). Neuere Projekte, die sich mit der Frage, wie sich der Energiepflanzenanbau auf die Biodiversität der Pflanzenwelt, die Raumvielfalt und den Biotopverbund in ausgewählten Regionen und für bestimmte Anbausysteme auswirkt sind: ERA-Net Bioenergy¹⁸, NOVALIS¹⁹, AgroForstEnergie²⁰ und und EVA²¹.

Die international vorliegenden Ergebnisse zu diesem Problembereich zeigten als Ergebnis einer Sachstandsanalyse von Dauber et al. (2010), dass in Einzeluntersuchungen auf der Feldskala positive, neutrale oder negative Effekte erzielt werden können. Die Ergebnisse in den bereits publizierten Studien zeigten eine starke Anhängigkeit von der gewählten Energiekultur, dem durch die Anlage verdrängten Landnutzungstyp, dem landschaftlichen und naturräumlichen Kontext in welchem der Anbau von Energiepflanzen stattfindet und der jeweils untersuchten Artengruppe. Insbesondere Studien, die von dem Anbau von Energiepflanzen in Landschaften mit hohem Naturschutzwert und deshalb von einer Verdrängung naturschutzfachlich interessanter Lebensräume ausgehen (Weih et al. 2003, Gruss/Schulz 2011), kommen zu einer negativen Bewertung der Auswirkungen von Agrargehölzen im Kurzumtrieb, speziell KUP mit Leistungssorten. Denn i.d.R. sind heimische Gehölzarten bzw. die Kombination mit Leistungsarten/-sorten bisher nicht untersucht worden. Insgesamt unterrepräsentiert sind Felduntersuchungen, die die Umweltwirkungen von NawaRo-Anbausystemen in einer landwirtschaftlich dominierten Normallandschaft unter Praxisbedingungen im Vergleich zu verschiedenartigen Referenzsystemen/-lebensräume erfassen.

Ob der Agrarholzanbau und speziell KUP hinsichtlich der biologischen Vielfalt ein Gewinn oder einen Verlust darstellen, hängt stark von den gewählten Referenzstandorten ab. Im Vergleich mit intensiv

¹⁸ ERA-Net Bioenergy: Umwelteinflüsse von Schnellwuchsplantagen-Erfassung, Bewertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen zur nachhaltigen Bewirtschaftung (ERA-Net Bioenergy RATING-SRC), EU: 2008-2011.

¹⁹ NOVALIS: Zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft (2006-2009) gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), Aktenzeichen 23892-33/0.

²⁰ AgroForstEnergie: Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis: gefördert durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR), Förderkennzeichen: 22004907, 22009707, 22009807 und 22009907 (Phase I 2007-2011) bzw. 22016611, 22000312 und 22000412 (2012-2015).

²¹ EVA: FNR - Projekt: „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands (EVA)“ (EVA I: 2005-2009, EVA II: 2010-2012, EVA III: 2013-2015).

bewirtschafteten einjährigen Kulturen ist ihre Anlage eher positiv zu bewerten, sofern dabei gewisse Mindestanforderungen eingehalten werden (siehe u.a. Hildebrandt/Ammermann 2012, Strohm et al. 2012, Busch/Lamersdorf 2010, Baum et al. 2012). Dabei bietet der Energiepflanzenanbau zahlreiche Möglichkeiten der Gestaltung und damit zur naturverträglichen Anlage und Bewirtschaftung. NOVALIS gibt erstmalig praktische Hinweise und Handlungsempfehlungen für eine natur- und umweltgerechte Produktion von Energiehölzern (Busch/Lamersdorf 2010), wobei im Teilprojekt zur Phytodiversität die Einflussfaktoren auf die Pflanzenwelt der KUP beispielhaft untersucht wurden (Kroiher et al. 2010).

Das Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben (Voruntersuchung) „Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen“ erstellte einen Katalog von Maßnahmen zur verbesserten Berücksichtigung von Naturschutzbelangen bei der Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen, wie diese in ELKE bereits z.T. umgesetzt wurden. Dabei wurden in Modellgebieten auch vegetationskundliche Kartierungen in KUP zur Erfassung des Status-quo durchgeführt. Belastbare Zahlen, wie sich gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Naturverträglichkeit konkret und in verschiedenen Regionen auch auf die Pflanzenwelt auswirken und wie effektiv diese Maßnahmen in Bezug auf die Ziele des Naturschutzes sind, gibt es derzeit jedoch nicht, entsprechende Begleituntersuchungen sind erforderlich (NABU/Bosch & Partner 2012, siehe auch Kapitel 2.1).

Die ökologische Begleitforschung des Verbundvorhabens EVA beschäftigt sich u.a. mit der Frage, wie sich der Fruchtfolgeanbau in agrarisch und klimatisch unterschiedlich geprägten Regionen Deutschlands auf die Biodiversität auswirkt. Erste Untersuchungsergebnisse zur Artenzusammensetzung und den Dominanzverhältnissen der Beikrautflora in unterschiedlichen Kulturarten zeigen, dass Fruchtartenwahl und Fruchtfolgegestaltung die qualitative und quantitative Zusammensetzung maßgeblich beeinflussen (Willms et al. 2009, <http://www.eva-verbund.de/themen/oekologie/biodiversitaet.html>).

Darüber hinaus wurden auch speziell die naturschutzfachlichen Effekte von modernen Agroforstsystemen untersucht (siehe Unseld et al. 2011). Neuere Erkenntnisse zur floristisch-vegetationskundlichen Bewertung von Agroforstsystemen liegen u.a. aus dem Verbundvorhaben „Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis“ (AgroForstEnergie: TLL 2012, Bärwolff et al. 2012) und dem Vorhaben „Demonstrationsanbau von schnellwachsenden Baumarten auf großen Ackerschlägen als Feldstreifen unter Praxisbedingungen des mitteldeutschen Trockengebietes“ (Zöphel 2010) vor.

Die während der Laufzeit von ELKE III veröffentlichten Ergebnisse (v.a. Baum et al. 2012) des ERA-Net Projektes RATING SRC, beleuchteten die grundlegenden Faktoren, welche die Phytodiversität in jeweils 15 Weiden- und Pappelplantagen in Schweden und Deutschland beeinflussten, bzw. den Beitrag, den diese Agrargehölze für die Phytodiversität der Landschaftsausschnitte beitragen. Zu den Faktoren, welche die Artenanzahlen und die Zusammensetzung der Bodenvegetation unter Agrarholzanlagen wesentlich beeinflussten, gehören das Alter der Anlage, die Nährstoffgehalte im Boden, die umgebende Landschaft, die vorangegangene Landnutzung und die Größe der Gehölzpflanzung (Baum et al. 2012). Entgegen den Erwartungen konnten im RATING SRC-Projekt

keine Effekte des Alters der Gehölzpflanzungen auf die Artenanzahlen, auf die Dichte der Bodenvegetationsschicht und auf die Artenzusammensetzung nachgewiesen werden. Ebenso waren die Zusammenhänge zwischen dem Alter der Pflanzung und der Beschattungswirkung der Bäume statistisch nicht absicherbar. Dies wird im Wesentlichen der großen Variabilität in den Rahmenbedingungen der untersuchten einzelnen Standorte, also dem methodischen Untersuchungsansatz, zugeschrieben (Baum et al. 2012).

Sowohl Baum et al. (2009) als auch Dauber et al. (2010) haben die vorliegende, überwiegend europäische Literatur, zu den Auswirkungen von Agrargehölzen bzw. Energiepflanzen allgemein auf die Phyto- bzw. Biodiversität detailreich aufgearbeitet. Beide Reviews stellen die Bedeutung der Rahmenbedingungen für die zu beobachtenden Effekte in den Mittelpunkt. Sie kommen zu der Schlussfolgerung, dass verglichen mit anderen Landnutzungen Agrarholzpflanzungen häufig artenreicher sind als konventionell bewirtschaftete Agrarflächen oder Nadelwälder. In Landschaften, die durch agrarische oder forstliche Nutzung dominiert sind, erhöhen Agrarholzpflanzungen die regionale Diversität (Baum et al. 2009). Im Unterschied dazu wird davon abgeraten, Agrarholzpflanzungen in strukturreichen Landschaften mit hohen Anteilen an Schutzgebieten bzw. schützenswerten Arten der Offenlandlebensräume anzulegen.

Offene Fragen ergeben sich aus den vorliegenden Untersuchungen vor allem hinsichtlich der gleichzeitigen Betrachtung der Auswirkungen von Agrarholzpflanzungen in Bezug auf verschiedene naturräumlich relevante Referenzsysteme (Ackerflächen und naturnahe Habitate), die Quantifizierung der Effekte und der Identifizierung der anbauseitigen Steuerungsmöglichkeiten.

Einen umfassenden Überblick über den Stand der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dem Gebiet der Energiepflanzen findet sich auf der Homepage der FNR unter <http://www.energiepflanzen.info/projekte/>

4.4.1.3 Allgemeine Methodik

An den ELKE-Modellstandorten wurden im Rahmen der feldbiologischen Untersuchungen zu Flora und Vegetation folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Abgrenzung von Untersuchungsräumen,
- Flächendeckende Biotoptypen- und Strukturkartierung,
- Auswahl geeigneter Referenzbiotope zu den neuartigen Landnutzungssystemen ELKE und
- Erfassung von Flora und Vegetation auf/in den ELKE-Kulturen und den Referenzflächen.

Abgrenzung von Untersuchungsräumen/Untersuchungsgebieten

Die Abgrenzung von Untersuchungsräumen diente einer Charakterisierung der Landschaftsräume, innerhalb derer die ELKE-Kulturen etabliert wurden. Jeder Untersuchungsraum umfasst dabei einen repräsentativen Ausschnitt des betreffenden Landschaftsraumes. Die Kriterien für die Abgrenzung waren zuvor im Team der feldbiologischen Partner abgestimmt worden. Im Einzelnen handelt es sich dabei um die repräsentative Abbildung

- der Raumvielfalt (Biotope, Strukturen, Biotopverbundelemente),
- der Ausstattung der Landschaft an Lebensräumen,
- des regionalen Gradienten der Sukzessionsstadien im Offenland und
- des regionalen Gradienten der Strukturen in der Landschaft (z.B. Saum-Hecke-Feldgehölz-Wald).

Flächendeckende Biotoptypen- und Strukturkartierung

Innerhalb der Untersuchungsräume erfolgte jeweils eine flächendeckende Erfassung und Abgrenzung der Biotoptypen gemäß der Biotoptypenliste des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (kurz LANUV NRW, Stand Mai 2008: <http://www.naturschutzinformationen-nrw.de/methoden/de/downloads>). Die Ergebnisse wurden in einer Biotoptypenkarte auf der Basis der Deutschen Grundkarte kartografisch dargestellt, in die ELKE-Datenbank eingestellt (siehe Kapitel 3.3) und in einem Zwischenbericht dokumentiert (vgl. hierzu den 1. Zwischenbericht ELKE Phase III vom 27.04.2011). Die Biotoptypenkarte diente zur Charakterisierung des untersuchten Landschaftsraumes und als Grundlage für die Auswahl geeigneter Referenzflächen für das faunistische und floristisch-vegetationskundliche Monitoring. Aufgrund des Standortwechsels von der Zülowniederung nach Allendorf wurde diese Arbeit in den Schlussbericht exemplarisch für die Vorgehensweise an allen Standorten aufgenommen.

Für die ökologisch bedeutsamsten Biotoptypen wurden mit Hilfe von Standard-Erfassungsbögen jeweils die charakteristischen und dominanten Pflanzenarten und ausgewählten Strukturmerkmale erfasst. Bei den Standard-Erfassungsbögen handelt es sich um Erhebungsbögen des LANUV NRW für die Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS) in NRW, welche auf einem gemeinsamen Workshop der Feldbiologen Anfang Juni 2010 an die Erfordernisse von ELKE angepasst worden waren. Sie geben einen Überblick über die floristische und strukturelle Ausstattung des erfassten Biotoptyps und lassen Rückschlüsse auf dessen ökologische Wertigkeit zu. Die Daten der Standard-Erfassungsbögen sind für alle ELKE-Standorte in einer GIS gestützten gemeinsamen ELKE-Datenbank erfasst (siehe Kapitel 3.2).

Die Nomenklatur der im Text erwähnten Gattungs- bzw. Artnamen erfolgt einheitlich nach Jäger (2011), der das Standardwerk von Rothmaler als Herausgeber weiter führt.

Erfassung von Flora und Vegetation

In der AG Feldbiologie wurden im Vorfeld der Geländearbeit für ein einheitliches Vorgehen bei der Erfassung von Flora und Vegetation auf den Untersuchungsflächen folgende Rahmenbedingungen festgelegt:

Flächenauswahl

Am betreffenden Modellstandort wurden zu den dort in das Untersuchungsprogramm Vegetation/Flora aufgenommenen neuartigen Anbauflächen (Schlägen) entsprechende Referenzflächen ausgewählt. Das Spektrum der Referenzflächen umfasst pro Standort

(Landschaftsausschnitt) einheitlich folgende Typen: Acker, (junge) Ruderalfläche, Wiese, linienförmiges Gehölz/Hecke, Feldgehölz/Wald.

Lage der Aufnahmeflächen

Die Untersuchungsflächen für Flora und Vegetation sind i.d.R. deckungsgleich mit denen der anderen im Projekt ELKE beteiligten Arbeitsgruppen (Boden, Fauna, Spezielle Botanik), um Synergien zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen/-ergebnissen zu nutzen.

Vegetationsaufnahmen

Anfertigung mindestens einer repräsentativen Vegetationsaufnahme in homogenen Vegetationseinheiten auf jeder Untersuchungsfläche. Bei heterogener Vegetationsstruktur sind auch mehrere Aufnahmen möglich. Die Flächengröße für die floristisch/vegetationskundlichen Aufnahmen ist i.d.R. vergleichbar und umfasst 25 m² pro Aufnahmefläche (Abweichung Allendorf aufgrund der Flächenstruktur: 15 m² im Acker). Für Waldflächen wurden je nach Vegetationsstruktur mindestens 100 m² große Aufnahmeflächen realisiert (entspricht dem Minimumareal in der Pflanzensoziologie). Die Form der Vegetationsaufnahmeflächen ist variabel und richtet sich nach den Verhältnissen vor Ort. Je nach Vegetationstyp ist eine Frühjahrs- und eine Sommeraufnahme zur vollständigen Erfassung des Artenspektrums durchgeführt worden.

Als Aufnahmeskala wird die Skala von Wilmanns (1993) verwendet (Tabelle 53).

Tabelle 53: Aufnahmeskala nach Wilmanns (1993).

Deckungswert	Artmächtigkeit
r	1 Exemplar
+	2-5 Exemplare
1	6-50 Exemplare, <5% Deckung
2m	>50 Exemplare, <5% Deckung
2a	6-15% Deckung
2b	16-25% Deckung
3	26-50% Deckung
4	51-75% Deckung
5	76-100% Deckung
[]	Art neben der Aufnahmefläche

Zusätzlich wurde eine Gesamt-Artenliste für jeden Schlag erhoben, auf dem Vegetationsaufnahmen durchgeführt wurden. Die Flächengröße für die Erstellung der Gesamtartenliste sollte – wenn möglich – 0,5 ha betragen. Die Abundanz der vorgefundenen Arten wurde unter Verwendung der in Tabelle 54 aufgeführten Parameter halbquantitativ erfasst:

Tabelle 54: Aufnahmeskala für die Gesamtartenliste (ELKE-Datenbank).

r	1 Exemplar
ss	sehr selten
s	selten
lf	lokal frequent
f	frequent
ld	lokal dominant
d	dominant

Für die Feld- und Nachbestimmung der in den Untersuchungsräumen gefundenen Pflanzenarten wurden u.a. folgende Florenwerke verwendet: Oberdorfer (2001), Jäger (2011), Rothmaler (2009) sowie Cremer et al. (1991). Anhand dieser Literatur erfolgte darüber hinaus eine Überprüfung bzw. Ergänzung der Angaben zu den Habitatpräferenzen, der pflanzensoziologischen Zuordnung sowie weiteren ökologischen und biologischen Merkmalen für zahlreiche Pflanzenspezies.

4.4.1.4 Methodische Details Allendorf (BfU)

Am Standort Allendorf wurden die konventionellen KUP-Anbaugebiete Haine und Rennertehausen (westl. Haine) als Teiluntersuchungsräume im Rahmen des ELKE-Projektes, Phase 3, ausgewählt.

In diesen Untersuchungsräumen erfolgte erst 2011 die flächendeckende Kartierung der Biotoptypen zur vollständigen, erst- und einmaligen Erfassung des Ist-Zustandes der Vegetations- und Biotopstrukturen, jeweils im Bereich der Energieholzflächen sowie einer im Hinblick auf die repräsentative Erfassung des landschaftlichen Umfeldes ausgewählten und abgegrenzten Umgebung.

Beide Teilgebiete umfassen eine Fläche von jeweils etwa 96 ha mit einem Anteil von 21,2 ha (Haine) bzw. 22,45 ha (Rennertehausen) reiner Anbaufläche der Agrarhölzer (i.d.R. Leistungssorten der Pappeln und Weiden). Im Untersuchungsraum Haine wurden dabei 203 Biotopflächen ausgeschieden, die 43 Biotoptypen zugeordnet sind. In Rennertehausen wurden 245 Biotopflächen kartiert, verteilt auf 48 Biotoptypen.

Beide im Ederbergland gelegenen und naturräumlich dem Ostsauerländer Gebirgsrand zugehörigen Gebiete weisen, neben den seit 2008 etablierten KUP-Flächen, einen jeweils hohen Ackeranteil, nachgeordnet auch einen relativ hohen Grünlandanteil, auf. Aufgrund der Mittelgebirgslage mit Einschränkungen für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung sind die Teilräume verhältnismäßig gut mit (weiteren) vielfältigen Lebensraumstrukturen ausgestattet (Gehölze, Säume und Brachen, Wald).

Das Teilgebiet Haine mit verhältnismäßig günstigen geologischen und reliefbedingten Voraussetzungen weist eine bis heute kontinuierliche landwirtschaftliche Nutzung ohne größere Anteile an nicht oder wechselnd bzw. unregelmäßig genutzten Schlägen auf. Ungünstigere Bodenverhältnisse im Teilgebiet Rennertehausen führen bzw. führten dort zu häufigeren Nutzungswechseln bzw. Verbrachungen/Stilllegungen, v.a. von Ackerstandorten.

Für die feldbiologischen Untersuchungen im Projekt ELKE wurden am Standort Allendorf im Februar 2011 die Teil-Untersuchungsgebiete Haine (östl. des Allendorfer Ortsteils Haine, Größe 95,73 ha) und

Rennertehausen (westl. Haine gelegen, 96,40 ha) abschließend ausgewählt und abgegrenzt. Die Biotop- und Strukturkartierung in beiden Teilräumen fand anschließend in den Monaten Mai bis September 2011 statt.

Beide Teilräume umfassen als Kerngebiete ausgedehnte Energieholzkulturen mit Flächen von 21,2 ha (Haine) bzw. 22,45 ha (Rennertehausen) der Viessmann Werke in Allendorf/Eder, deren Stammwerk in der nahe gelegenen Kerngemeinde liegt. Die Begründung der Energieholzkulturen (im Folgenden „KUP-Flächen“) erfolgte 2008. Abgesehen von der früheren Gewinnung von Stecklingen (2009) erfolgte bereits im Winter 2010/2011 im Teilgebiet Haine auf einer 6,31 ha großen Fläche die Ernte der zu diesem Zeitpunkt 3-jährigen Pappelkulturen zur energetischen Verwertung im Stammwerk. Im Winter 2011/2012 folgte die Pappel-Berntung auf weiteren Schlägen in Haine (8,74 ha). Auch in Rennertehausen wurden im Januar 2009 bereits Stecklinge gewonnen, 6,37 ha der Agrargehölze wurden dort im Winter 2011/2012 beerntet, ein weiterer Schlag wurde im darauffolgenden Winter 2012/2013 zur Ernte freigegeben.

4.4.1.5 Methodische Details Scheyern (ZALF)

Die Felduntersuchungen im Untersuchungsgebiet Scheyern wurden auf der Versuchsstation Scheyern durchgeführt, die zum Helmholtz Zentrum München gehört. Die Versuchsstation liegt ca. 40 km nördlich von München im tertiären Hügelland, welches charakteristisch für etwa ein Drittel der landwirtschaftlichen Flächen in Bayern ist. Der jährliche Niederschlag beträgt im langjährigen Mittel 803 mm, die durchschnittliche Jahrestemperatur 7,4°C. Typische Probleme im Zusammenhang mit der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Gebiet sind Erosion, Bodenverdichtung, Grundwasserimmissionen, die Verarmung von Flora und Fauna und eine geringe Ausstattung mit Hecken und Saumstreifen (Schröder et al. 2002). Vor dem Hintergrund dieser regionalen Problemlage wurden an diesem Standort Agrarholzanlagen in Streifenform gewählt. Die Agrarholzstreifen wurden als dreifache Doppelreihen mit einer Gesamtbreite von 8,25 m ausgeführt. Die Baumartenzusammensetzung wechselte alle 30 m. Die vegetationskundlichen Untersuchungen wurden in unterschiedlichen Baumarten (Pappel, Robinie, Weide) durchgeführt. Mit der gewählten Anlageform wurde in Scheyern zum einen das Ziel verfolgt, die Erosion zu verringern und den Struktureichtum in der offenen Agrarlandschaft zu erhöhen. Zum anderen wurde der Vergleich der Bestandesentwicklung und die Ertragsfähigkeit unterschiedlicher Baumarten für eine energetische Nutzung näher betrachtet, um diese im Ergebnis in der eigenen Holzhackschnitzelheizung zu verwenden. Ziel der vegetationskundlichen Untersuchungen zur Krautschicht ist es, die von den Streifenanlagen ausgehenden ökologischen Funktionen für den Landschaftsraum aufzuzeigen.

Wesentlich für die angestrebten Aussagen zur Gebietsaufwertung durch die Agrargehölze ist die Auswahl gebietstypischer Vergleichsbiotope (Referenzen), deren Arteninventar als repräsentativ für das Gesamtgebiet angesehen werden kann. Die Charakterisierung dessen, welche Biotoptypen und welche floristischen Ausprägungen für das Gebiet Scheyern als repräsentativ anzusehen sind, wurde durch die im Jahr 2010 durchgeführte Biotopkartierung des Gesamttraumes, basierend auf der Methodik und Nomenklatur der „Ökologischen Flächenstichprobe“, ermittelt. Auf dieser Grundlage wurden für den Vergleich von 3 Gehölzstreifen mit unterschiedlicher Baumart folgende 7

Referenzflächen ausgewählt: Ackerfläche (integriert) mit Hackfruchtanbau (AC1), Ackerfläche (integriert) mit vorwiegend Getreideanbau (AC2), eine Wirtschaftswiese (WIE), ein Grassaum (SAU), eine Brache (BRA), ein Waldsaum (WAR) und ein Fichtenwald (WAL). Die einzelnen Flächen liegen eng benachbart, um standortverursachte Unterschiede zu minimieren. Alle Flächen wurden zu jeweils drei Terminen (Mai, Juni, August) im Jahr beprobt bzw. Vegetationsaufnahmen angefertigt, um alle Vegetationsaspekte einzubeziehen. Zusätzlich wurde im September 2012 die Beschattung durch die Vegetation an der Bodenoberfläche mit dem Blattflächenmessgerät „Sunscan“ gemessen. Dieses Gerät enthält 10 Sensoren, welche die in verschiedenen Winkeln einfallende Lichteinstrahlung mit einer externen Referenzstation abgleicht. Die Messung wurde je Biotoptyp viermal wiederholt und die Werte gemittelt.

Für die Datenauswertung wurden folgende Methoden und statistische Verfahren angewandt: Die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung in der Krautschicht der Agrarholzanlagen wurde mittels multivariater Kanonischer Korrespondenzanalysen (CCA, Softwarepaket CANOCO) mit den Referenzbiotopen ermittelt. Für diese Analysen wurden alle Arten mit einer Vorkommenshäufigkeit >10% aller Dauerquadrate und Einzeltermine berücksichtigt. Die Unterschiede in der Artmächtigkeit (gemessen hier am Deckungsgrad) einzelner ökologischer Gruppen wurden mit Verallgemeinerten Linearen Modellen (VLM, SPSS 16.0) für die einzelnen Wiederholungen der Aufnahmeflächen (4 pro Biotoptyp und Jahr) unter Verwendung eines WALD-Koeffizienten getestet. Im Ergebnisteil sind die Randmittel mit ihren Vertrauensintervallen als Ergebnis der statistischen Auswertungen dargestellt. Die Verallgemeinerten Linearen Modelle liefern folgende weitere Informationen für die Interpretation der vorgefundenen Unterschiede:

- den Effektgrößenschätzer eta, welcher die Effektgröße mehrerer Parameter vergleichbar macht,
- Kontrasttests zur Interpretation der Signifikanz der Unterschiede zwischen den einzelnen Biotoptypen und
- Tests für die Randmittelunterschiede der einzelnen Faktorstufen für die festen Parameter (hier wurde die Bonferroni-Korrektur für Datensätze mit geringen Wiederholungszahlen angewandt).

4.4.1.6 Methodische Details Marpingen (IVÖR)

Am Standort Marpingen wurden eine flächige sowie eine lineare Agrarholz-Pflanzung, eine Miscanthus-Fläche (Chinaschilf) sowie vier Ackerflächen mit Biogasgemenge in die Untersuchungen einbezogen. Alle Flächen wurden im Vorfeld zum Futtergetreideanbau für einen Schweinemastbetrieb genutzt und in 2009 auf eine ökologische Bewirtschaftung nach EG-Öko-Verordnung umgestellt.

Agrarholz 1: Es handelt sich um eine flächige Pflanzung mit Weiden, Pappeln und gebietstypischen Gehölzen, die seit Herbst 2009 existiert (Schlag 16.1).

Agrarholz 2: Im Frühjahr 2011 wurde diese linienförmige Gehölzpflanzung auf einer der Ackerflächen mit Biogasgemenge (Teilfläche Schlag 11) mit Weiden-Stecklingen angelegt.

Miscanthus (Chinaschilf): Der Anbau erfolgt seit Herbst 2009 auf einer 1,2 ha großen Fläche (Schlag 17.2).

Ackerkulturen: Als annuelle Ackerkulturen werden Getreide-Leguminosen-(Ölfrucht-)Gemenge und Klee gras angebaut. Sie werden größtenteils als Biogassubstrat in regionalen Biogasanlagen, aber auch in Eigenverwertung als Futter genutzt. Die Flächen (Öko-Äcker) verteilen sich wie folgt auf die Modellflächen:

Öko-Acker 1: Schlag 5

Öko-Acker 2: Schlag 11

Öko-Acker 3: Schlag 11

Öko-Acker 4: Schlag 16.2. Die Fläche wurde im Frühjahr 2012 mit Agrarhölzern (Weiden, Pappeln und gebietstypischen Gehölzen) bepflanzt.

Als Referenzflächen wurden eine konventionell bewirtschaftete Ackerfläche, ein Saumstreifen, Viehweiden, Wiesenflächen, Grünlandbrachen, ein Gehölzstreifen und eine Waldfläche ausgewählt und dort jeweils eine Aufnahme fläche angelegt.

Wald-Bestand: Die Wald fläche liegt südwestlich von Schlag 11. Es handelt sich um einen Birken (*Betula pendula*)-Eichen (*Quercus robur*)-Wald, in dem Hainbuchen (*Carpinus betulus*) und Vogelkirschen (*Prunus avium*) eingestreut sind. In der Strauchschicht wachsen Hasel (*Corylus avellana*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) und Gewöhnliche Traubenkirsche (*Prunus padus*). Die Krautschicht wird vor allem von der Brombeere (*Rubus fruticosus agg.*) bestimmt.

Gehölzstreifen: Der artenreiche Gehölzstreifen befindet sich an der Nordost-Grenze des Untersuchungsraums. Neben heimischen Baum- und Straucharten wie Birke (*Betula pendula*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Sal-Weide (*Salix caprea*), Vogelkirsche (*Prunus avium*), Blutroter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Gemeiner- und Wolliger Schneeball (*Viburnum lantana*, *V. opulus*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*), Berg-, Feld- und Spitzahorn (*Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*, *A. platanoides*) wachsen hier auch Pflaumen- (*Prunus domestica*) und Apfelbäume (*Malus domestica*), Schwedische Mehlbeere (*Sorbus intermedia*) und Rauhe Deutzie (*Deutzia scabra*).

Grünlandbrache: Die Grünlandbrache im Norden des Untersuchungsraumes hat von der Artenzusammensetzung her den Charakter einer aufgelassenen Glatthafer-Wiese (*Dauco-Arrhenatheretum*). Einige wenige, noch jüngere Gehölze wie Birke (*Betula pendula*), Vogelkirsche (*Prunus avium*) und Schlehe (*Prunus spinosa*) unterstreichen den Brache-Charakter.

Obstbaumbrache: Die zweite Grünlandbrache ist mit Obstbäumen bestanden und augenscheinlich schon längere Zeit ungenutzt. Dies belegt das Aufkommen diverser Baum- und Straucharten, darunter Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Buche (*Fagus sylvatica*) und Schlehe (*Prunus spinosa*)

Wiese 1: Die Grünland fläche liegt westlich angrenzend zu Schlag 8. Es handelt sich um eine Glatthafer-Wiese (*Dauco-Arrhenatheretum*). Neben dem dominanten Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) erreichen Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*), Wiesen-Schwingel (*Festuca pratensis*),

Gewöhnliches Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*), Knäulgras (*Dactylis glomerata*) und Weiß-Klee (*Trifolium repens*) höhere Deckungsgrade.

Wiese 2: Es handelt sich um eine zweischürige Glatthafer-Wiese (*Dauco-Arrhenatheretum*) im Norden des Untersuchungsraums. Zu den aspektbestimmenden Arten gehören Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Wolliges Honiggras (*Holcus lanatus*), Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*), Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Wiesen-Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Weißes Labkraut (*Galium album*), Spitz-Wegerich (*Plantago lanceolata*), Roter Wiesen-Klee (*Trifolium pratense*) und Weiß-Klee (*Trifolium repens*).

Weide: Die artenreiche Grünlandfläche schließt nördlich an Schlag 13 an und wurde in den beiden Untersuchungsjahren mit Galloways beweidet. Es handelt sich um eine Magerweide (*Festuco-Cynosuretum*), in der Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*), Horst- und Rot-Schwingel (*Festuca nigrescens*, *F. rubra*) zu den typischen Gräsern zählen.

Streuobstweide: Die mit Obstbäumen bestandene Grünlandfläche grenzt westlich an Schlag 3 an und wird mit Schafen und Hühnern beweidet. Rotes Straußgras (*Agrostis capillaris*), Rot-Schwingel (*Festuca rubra*) und Kleine Pimpernelle (*Pimpinella saxifraga*) sind hier mit höheren Deckungsgraden die typischen Vertreter der Magerweide (*Festuco-Cynosuretum*).

Saum: Der Saumstreifen befindet sich im Norden von Schlag 17 (Miscanthus-Fläche). Nördlich grenzt eine Grünlandbrache an. Bei der Erstaufnahme in 2011 betrug die Breite des Saumstreifens noch 2 Meter. In 2012 war er nur noch etwa 1,5 m breit. Aspektbestimmend sind Gräser wie Knäulgras (*Dactylis glomerata*), Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*), Wiesen-Rispengras (*Poa pratensis*), Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*) und Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*). Hinzu treten Ackerarten wie Viersamige Wicke (*Vicia tetrasperma*), Hederich (*Raphanus raphanistrum*) oder Kornblume (*Cyanus segetum*). Die Artenkombination des Saumstreifens wird wesentlich vom Miscanthus-Anbau geprägt. Rund zwei Drittel der dort aufgenommenen Arten kommen auch auf der Chinaschilf-Fläche vor.

Acker: Die Ackerfläche grenzt unmittelbar südlich an Schlag 11 an. Sie wurde im Untersuchungszeitraum konventionell bewirtschaftet. Im ersten Untersuchungsjahr 2011 wurde Gerste angebaut, in 2012 Hafer.

4.4.1.7 Methodische Details Spelle (IVÖR)

Am Standort Spelle wurde die Fläche Zur Mühle, eine konventionelle Ackerfläche, auf der bis dahin im Wechsel Mais und Getreide mit ZF-Senf als Zwischenfrucht angebaut worden waren, im Frühjahr 2011 mit Agrarhölzern bepflanzt. Am Nord- und Westrand der Anbaufläche wurde dabei ein ca. sieben Meter breiter, unbepflanzter Blühstreifen (Biogasmengende) als Vorgewende belassen.

Als Agrarhölzer wurden sowohl Leistungsklone als auch heimische Arten gepflanzt:

Tordis-Weide, Umtriebszeit 3-4 Jahre; Pflanzverband 2 x 0,75 x 0,6; doppelreihig

Inger-Weide, Umtriebszeit 3-4 Jahre; Pflanzverband 2 x 0,75 x 0,6; doppelreihig

Pappel Max3, Umtriebszeit 3-4 Jahre; Pflanzverband 2 x 0,5; einreihig

Eberesche, Umtriebszeit 5-7 Jahre; Pflanzverband 2 x 0,5; einreihig

Sand-Birke, Umtriebszeit 10 Jahre; Pflanzverband 2 x 1; einreihig

Erle, Umtriebszeit 7-10 Jahre; Pflanzverband 2 x 0,7; einreihig

Auf der Modellfläche wurden insgesamt sechs Aufnahmeflächen angelegt, davon drei innerhalb der Gehölz-Pflanzung (Tordis-Weide, Inger-Weide und Eberesche) und drei auf dem Blühstreifen.

Die Referenzaufnahmen wurden auf einem Acker, auf bachbegleitendem Grünland, in einer Baumhecke und in einem Wald-Bestand angefertigt.

Wald-Bestand: Es handelt sich um einen heterogenen Laub-Nadelholz-Mischbestand im Südwesten des Gebietes mit wechselnden Dominanzverhältnissen der drei Haupt-Baumarten Kiefer (*Pinus sylvestris*), Lärche (*Larix kaempferi*) und Stiel-Eiche (*Quercus robur*). An Gehölzen kommen außerdem Birke (*Betula pendula*, *B. pubescens*), Traubenkirsche (*Prunus serotina*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und Stechpalme (*Ilex aquifolium*) vor. Die Krautschicht ist je nach dominierender Baumart sehr heterogen. Unter den Kiefern fehlt sie weitgehend, im Lärchen-Bestand ist die Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) die aspektbestimmende Art und bei höheren Anteilen der Eiche erlangt der Wurmfarne (*Dryopteris dilatata*) stärkere Deckungsgrade. Im Waldbestand wurden je eine Aufnahmefläche im Kiefern-, im Lärchen- und im Eichen-Kiefern-Bestand angelegt.

Baumhecke: Der artenreiche Gehölzstreifen grenzt westlich an den Blühstreifen der Energieholzfläche an. Neben einheimischen Gehölzen wie Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*), Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Birke (*Betula pubescens*), Zitterpappel (*Populus tremula*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) ist stellenweise auch die Rot-Eiche (*Quercus rubra*) vertreten. An Sträuchern finden sich Hasel (*Corylus avellana*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Heckenrose (*Rosa canina*) und Grau-Weide (*Salix cinerea*), außerdem wurde die Gemeine Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) angepflanzt. Im Unterwuchs dominiert die Brombeere (*Rubus fruticosus agg.*). Die Baumhecke wurde durch zwei Aufnahmeflächen charakterisiert.

Grünland-Saum: Als Grünland-Referenzfläche wurde aus methodischen Gründen (Fallenstandorte für Käfer- und Spinnen-Untersuchungen) der Grünland-Saum entlang der Giegel Aa südwestlich der Energieholz-Pflanzung gewählt. Das aspektbestimmende Gras ist hier das Rote Straußgras (*Agrostis capillaris*), in Gewässernähe tritt das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) verstärkt auf. Stellenweise kommt auch die Brombeere (*Rubus fruticosus agg.*) zur Dominanz. Im Grünland-Saum befand sich eine Aufnahmefläche.

Acker: Die Ackerfläche liegt in direkter Nachbarschaft zur Energieholzfläche, unmittelbar nördlich an diese angrenzend. Sie wurde im Untersuchungszeitraum konventionell bewirtschaftet. In den beiden Jahren 2011 und 2012 wurde jeweils Mais angebaut. Auf der Ackerfläche lag ebenfalls eine Aufnahmefläche.

4.4.1.8 Ergebnisse & Diskussion

4.4.1.9 Ergebnisse Allendorf (BfU)

Biotoptypen- und Strukturkartierung (Teilgebiete Haine und Rennertehausen)

Lage und Kurzbeschreibung der Untersuchungsräume Haine und Rennertehausen:

Beide Untersuchungsräume (im Folgenden auch „Untersuchungsgebiete“ genannt), befinden sich im Nordwesten Hessens in randlicher Mittelgebirgslage des Rothaargebietes/Sauerlandes (Rheinisches Schiefergebirge), naturräumlich der Haupteinheit 332 Ostsauerländer Gebirgsrand zugehörig.

An den leicht nach Norden ansteigenden Talhängen des Edertales auf Höhen zwischen 300 und 370 m über NN gelegen, werden sie im Süden von der 1 bis 1,5 km breiten Ederaue (ca. 290 m über NN), im Norden von den bewaldeten Hügeln und Bergen der naturräumlichen Teileinheit Breite Struth (hier bis max. 470 m über NN) begrenzt.

Das Relief der etwa 1 km voneinander entfernt liegenden Teilräume ist jeweils flachwellig bis hügelig und wird vor allem von kleineren Hangmulden und Seitentälchen des Edertales differenziert. Im Teilgebiet Haine bildet der Hainer Berg mit einer Höhe von 340 m einen zum Edertal vorgezogenen Höhenposten, dem sich nördlich ein nur wenige bis einige Meter tieferer Sattel im Übergang zu den höher gelegenen Waldlagen anschließt.

Geologisch befinden sich die Untersuchungsgebiete in der Randzone zwischen der durch Rotliegendes-Zechstein geprägten Frankenberger Bucht, im Süden und den unterkarbonischen Schiefern und Grauwacken im Norden.

Im Teilgebiet Haine überwiegt der Untergrund aus Rotliegendem-Zechstein mit günstigeren Verhältnissen für die ackerbauliche Bewirtschaftung, bedingt durch höhere Basen- und Nährstoffgehalte der Böden und einen tiefgründigeren Zersatz der Ausgangsgesteine.

Im Untersuchungsgebiet Rennertehausen überwiegen die basen- und nährstoffärmeren Schiefer/Grauwacken, auf denen sich (sehr) bindige und z.T. skelettreiche Böden entwickelt haben, die eine ertragreiche Ackerwirtschaft lageabhängig einschränken.

Während der Untersuchungsraum Haine fast vollständig landwirtschaftlich genutzt wird – die ca. 1,5 ha große „Referenzfläche Wald“ befindet sich dort in rd. 0,75 km Entfernung nordöstlich außerhalb der Hauptfläche – besteht der nördliche Teil des Gebietes Rennertehausen aus Nadelforsten und in geringerem Umfang auch aus Buchenwald.

Vorrangig wird das Teilgebiet Haine (südliche Abschnitte und zentraler Bereich) ackerbaulich genutzt, was sich auch auf die Vornutzung der jetzt mit Energieholzkulturen bepflanzten Flächen bezog. Als Dauergrünland werden vor allem die nördlichen Gebietsabschnitte bewirtschaftet. Bereichernde Gehölz- und Saumstrukturen finden sich vor allem im etwas stärker reliefierten, grünland-dominierten nördlichen Teilareal sowie an der steil nach Osten Richtung Röddenau abfallenden Geländekante („Ziegenseite“).

Das Untersuchungsgebiet Rennertehausen beherbergt im Zentrum ebenfalls die KUP-Flächen (vormals v.a. Äcker oder Ackerbrachen). Im südöstlichen, südlichen und westlichen Umfeld der KUP schließen sich – den flachen Hängen abwärts folgend – vor allem Äcker an. Auffällig ist hier der relativ hohe Anteil von jungem Grünland („Pioniergrünland“) bzw. seit längerem vergrastem Ackerbrachen infolge Aufgabe ackerbaulicher Nutzung auf den z.T. ertragsschwachen und/oder durch die bindigen Böden ertragsschwachen Standorten. Dauergrünland befindet sich hier vor allem im Grund des Herzbachtälchens, das den Teilraum in der nordöstlichen Hälfte in Südost-Nordwest-Richtung durchzieht. Gehölz- und Saumstrukturen finden sich vor allem entlang dieses Tälchens und an Feldwegen bzw. Böschungen am westlichen und südwestlichen Rand des Teilgebietes.

Biotoptypenspektrum

Teiluntersuchungsraum Haine:

Die nachfolgende Tabelle 55 gibt einen genaueren Überblick über die im Teilgebiet Haine erfassten Biotoptypen (Nomenklatur nach Biotoptypenliste NRW 2009, s. Kürzel), gegliedert nach den in der linken Tabellenspalte aufgeführten Biotoptypengruppen. Ebenfalls in der Tabelle dargestellt, sind die für den Untersuchungsraum Haine zusätzlich ausgewerteten absoluten und relativen Flächenanteile der Biotoptypen und Biotoptypengruppen:

Tabelle 55: Biotoptypengruppen und Biototypen Haine.

Biotoptypengruppe	Fläche [m ²]	Anteil % an UG ges.	Bezeichnung Biototyp	Kürzel
Wald	15.000,00	1,57	Buchenwald	AA0
Flächige u. linienhafte Kleingehölze	36.283,95	3,79	Feldgehölz aus einheimischen Baumarten	BA1
			Feldgehölz aus gebietsfremden Baumarten	BA2
			Gebüsch, Strauchgruppe	BB0
			Gebüsche mittlerer Standorte	BB9
			Böschunghecke	BD4
			Baumhecke, ebenerdig	BD6
Einzelbäume u. -sträucher	569,08	0,06	Einzelstrauch	BB2
			Einzelbaum	BF3
Dauergrünland einschl. Brachen	179561	18,76	Fettwiese	EA0
			Fettwiese, Neueinsaat	EA3
			Fettweide	EB0
			Fett-Mähweide	EB0a
			Nasswiese	EC1a
			Flutrasen	EC5
			Magerwiese	ED1
			Magerweide	ED2
			Grünlandbrache	EE0
			brachgefallenes Nassgrünland	EE3a
			brachgefallenes Magergrünland	EE4
Äcker	436335,5	45,58	brachgefallenes feuchtes Magergrünland	EE4a
			Wildacker	HA2
			Silikatacker, skelettreich	HA3b
			Lössacker, lockerer Lehmacker	HA5
			schwerer Lehm-, Tonacker	HA6
			Feldfutterbau	HA8
Äcker (Blühstreifen KUP)	8689,19	0,91	Blühstreifen	KC3
Ackerbrachen	9773,32	1,02	Grasland auf Sukzession-Ackerbrache	HB1a
Energieholzkulturen (KUP)	212047,49	22,15	Energieholzkulturen	HJ9
Säume	21489,63	2,24	feuchter (nasser) Ruderalsaum bzw. linienförmige Hochstaudenflur	KA1
			gewässerbegleitender feuchter Saum bzw. linienförmige Hochstaudenflur	KA2
			magerer trockener (frischer) Saum bzw. linienförmige Hochstaudenflur	KB0a
			(„magerer u. artenreicher Typ“)	
			Trockener (frischer) eutropher Saum bzw. Hochstaudenflur	KB0b
			Randstreifen	KC0
			(„artenarmer, fetter Typ, Gräser dominierend“)	
			Randstreifen	KC0
			(„relativ artenarmer u. fetter Typ, Gräser dominierend“)	
Wege	36182,99	3,78	Magergrünland-Saum	KC1b
			(„relativ magerer u. artenreicher Typ“)	
			Feld-, Wirtschaftsweg, befestigt (Teerweg)	VB1
			Feld-, Wirtschaftsweg, befestigt (Schotterweg)	VB1
			Feld-, Wirtschaftsweg, unbefestigt (Erd-/Grasweg)	VB2
Gärten	966,27	0,1	Feld-, Wirtschaftsweg, unbefestigt (Grasweg)	VB2
			Ziergarten	HJ1
			Nutzgarten	HJ2
Kleinstrukturen	360,33	0,04	Misthaufen	WA6
Summe m² ges. Teil-UG:	957258,75	100	Summe Biototypen: 42	

Im Teil-Untersuchungsgebiet Haine wurden insgesamt 203 Biotopflächen erfasst und abgegrenzt, die 12 Biotoptypengruppen und den diesen zugeordneten 42 verschiedenen Biototypen (Tabelle 55) zugeordnet sind.

Teiluntersuchungsraum Rennertehausen:

Tabelle 56 gibt einen Überblick über die im Teilgebiet Rennertehausen erfassten Biotopstrukturen (Biotoptypengruppen und Biototypen):

Tabelle 56: Biotoptypengruppen und Biotoptypen Rennertehausen.

Biotoptypengruppe	Fläche [m ²]	Anteil % an UG ges.	Bezeichnung Biotoptyp	Kürzel
Wald	277764,41	28,81	Buchenwald	AA0
			Sonstiger Nadel-Laubmischwald	AG3
			Fichtenwald	AJO
			Vorwald, Pionierwald	AU2
			Waldrand	AVO
Flächige u. linienhafte Kleingehölze	41685,19	4,32	Feldgehölz aus einheimischen Baumarten	BA1
			Gebüsche mittlerer Standorte	BB9
			Strauchhecke, ebenerdig	BD2
			Böschungshecke	BD4
Einzelbäume u. -sträucher	692,63	0,07	Einzelstrauch	BB2
			Baumgruppe	BF2
			Einzelbaum	BF3
			Obstbaum	BF4
Erstaufforstungen	8373,17	0,87	Erstaufforstung landwirtschaftlicher Flächen mit Laubbäumen	BM2
Dauergrünland	124407,51	12,91	Fettwiese	EA0
			Fettweide	EB0
			Fett-Mähweide	EB0a
			Feuchtwiese	EC1b
			Magergrünland	ED0
			Magerwiese	ED1
			Magerweide	ED2
			Grünlandbrache	EE0
			brachgefallenes Fettgrünland	EE0a
			brachgefallenes Nass- und Feuchtgrünland	EE3
Äcker	204937,49	21,26	Gering bis mäßig verbuschte Grünlandbrache	EE5
			Wildacker	HA2
			Lössacker, lockerer Lehacker	HA5
			schwerer Lehm-, Tonacker	HA6
Ackerbrachen	18931,43	1,96	Grasland auf Sukzession-Ackerbrache	HB1a
			Junge Sukzessions-Ackerbrache	HB2
Gärten	753,1	0,08	Ziergarten	HJ1
Energieholzkulturen (KUP)	224502,33	23,29	Energieholzkulturen	HJ9
Obstgrünland	6033,05	0,63	Streuobstwiese	HK2
Säume	11495,13	1,19	gewässerbegleitender feuchter Saum bzw. linienförmige Hoch-staudenflur	KA2
			Trockener (frischer) eutropher Saum bzw. linienf. Hochstaudenflur	KB0b
			Trockener (frischer) Ruderalsaum bzw. linienf. Hochstaudenflur	KB1
			Randstreifen	KC0
			Fettgrünland-Saum	KC1a
			Magergrünland-Saum	KC1b
Hochstaudenfluren	7507,55	0,78	Hochstaudenflur, flächenhaft	LB0
Wege	35143,29	3,65	Feld-, Wirtschaftsweg, befestigt (Teerweg)	VB1
			Feld-, Wirtschaftsweg, befestigt (Schotterweg)	VB1
			Feld-, Wirtschaftsweg, unbefestigt (Erd-/Grasweg)	VB2
			Feld-, Wirtschaftsweg, unbefestigt (Grasweg)	VB2
			Waldweg	WB5
(Techn.) Einzelstrukturen der freien Landschaft	1734,08	0,18	Kleinstrukturen (Holzlager)	WA0
			Misthaufen	WA6
			Scheune, Schuppen, Abfall	WB0
Summe m² ges. Teil-UG:	963964,36	100	Summe Biotoptypen: 48	

Im Teil-Untersuchungsgebiet Rennertehausen wurden insgesamt 245 Biotopflächen erfasst und abgegrenzt, die 14 Biotoptypengruppen und den diesen zugeordneten 48 verschiedenen Biotoptypen (Tabelle 56) zugeordnet sind.

Die im Rahmen der Biotopkartierung erfassten Pflanzenarten sind in einer Gesamtartenliste für das Teilgebiet Rennertehausen dokumentiert und in der ELKE-Datenbank verfügbar. Insgesamt wurden 338 Spezies gefunden: 22 Baumarten (natürlich vorkommende sowie forstlich oder durch Anpflanzungen eingebrachte Arten), 27 Arten der Sträucher und Kletterpflanzen (natürlich vorkommende und angepflanzte Arten), 4 verschiedene Obstgehölze, 43 Süß- und Sauergräser sowie Binsengewächse, 221 krautige Arten (einschl. Zwergsträucher), 6 Schachtelhalme und Farne sowie 15 Kulturpflanzenarten der Äcker und Kurzumtriebsplantagen einschließlich der mit einer

Praxistestmischung in die Blühstreifen der KUPs eingebrachten Arten (vgl. Übersicht der Gesamtartenzahlen in Tabelle 57).

Im Teilgebiet Rennertehausen wurden nach den Roten Listen der BRD (Ludwig/Schnittler 1996) 8 Spezies und des Landkreises Waldeck-Frankenberg (Becker et al. 1996) 17 Spezies erfasst. Diese gefährdeten Pflanzenarten sind in Tabelle 58 dargestellt.

Biotopausstattung und Strukturen des Untersuchungsraumes

Teiluntersuchungsraum Haine:

Die Biotoptypengruppe der Ackerflächen besitzen mit 43,63 ha in Haine den größten Flächenanteil (45,58%) des knapp 96 ha großen Teiluntersuchungsraumes (siehe Tabelle 55), die wenigen – vergasteten – Ackerbrachen beschränken sich auf 0,98 ha (1,02%). Der Anteil der Energieholzkulturen liegt bei 21,2 ha (22,15%), die im Bereich der KUP-Schläge 2011 angelegten 5-6 Blühstreifen umfassen 0,87 ha (0,91%). Dauergrünland nimmt mit 18,76% (17,96 ha) ebenfalls einen größeren Flächenanteil ein.

Flächige und linienhafte Gehölzstrukturen sind mit einem Anteil von 3,79% (3,63 ha) vertreten, Einzelgehölze, die flächenmäßig über die andere Biotope überschirmende Kronenfläche erfasst wurden, beschränken sich auf 569 m² (0,06%). Insgesamt 2,15 ha (2,24%) entfallen auf die verschiedenen Saum-, 3,62 ha (3,78%) auf die unterschiedlichen Wegetypen.

Weitere unbedeutende Anteile entfallen auf Gartenanlagen (966 m²/0,1%) und „Kleinstrukturen“ (360 m²/0,04%), hier ausschließlich Mistlager. Die extern liegende Waldfläche wurde auf 1,5 ha abgegrenzt (1,57%).

Im Folgenden werden die erfassten Biotopstrukturen einer differenzierteren Betrachtung unterzogen: Bei den Äckern bilden wildkrautarme, konventionell-intensiv genutzte Ackerschläge mit einem Anteil von fast 82% an der gesamten Ackerfläche den mit Abstand größten Anteil der Biotoptypengruppe. Die Gesamtdeckungsgrade der natürlichen Begleit- bzw. Wildkrautflora aller vorkommenden Gräser und Kräuter liegen hier zwischen unter 1% bis max. 5 oder 6 (8)%. Wildkrautreiche Äcker besitzen einen Anteil von immerhin 14,2%. Die Deckungsgrade der Wildkrautfluren schwanken hier zwischen 25 und 50 (60)%. 3,48% entfallen auf ebenfalls „gras- und wildkrautreiche“ Flächen, bei denen der hohe Anteil der Krautschicht aber vermutlich auf nicht lange zurück liegenden Grünlandumbruch zurück zu führen ist. Gering ist der Wildacker-Anteil mit 0,34%.

Bemerkenswerterweise weist das Spektrum der Deckungsgrade der Ackerwildkrautfluren zwischen gut 5% und 25% eine Lücke auf, die zur Unterscheidung „wildkrautarmer“ und „wildkrautreicher“ Äcker herangezogen wurde. Extensive (z.B. in Verbindung mit biologischer Wirtschaftsweise) Bewirtschaftung als Ursache für die Existenz der wildkrautreicheren Äcker scheidet im Gebiet aus. Wohl aber kann eine „weniger intensive“ Nutzung bezogen auf den Einsatz von Dünge- und Spritzmitteln in Verbindung mit reliefbedingten und standörtlichen Faktoren (z.B. skelettreichere Ackerböden in Kuppenlage) ursächlich sein.

Traditionell ist das Ederbergland eine Region mit hohem Grünlandanteil, bis heute auch mit einem überregional bzw. landesweit überdurchschnittlichen Anteil an noch artenreicheren und/oder mageren,

weniger intensiv genutzten Flächen. Im Grünlandspektrum des Teiluntersuchungsraumes Haine finden sich entsprechend artenärmere, intensiver genutzte Bestände, als auch extensiv genutzte Ausprägungen:

Mäßig intensiv genutzte bzw. fette Grünländer mit einem verhältnismäßig beschränkten Artenspektrum dominieren den Grünlandanteil des Gebietes mit ca. 64%. Naturschutzfachlich gut bis herausragend zu bewertende, magere und artenreiche Mähwiesen nehmen einen Anteil von 8,2% ein. Zudem ist mageres, aber unternutztes Hutegrünland auf nicht intensiv nutzbaren Standorten (Böschungshängen u.a.) mit 5,6% vertreten. Ausgesprochen artenarme und ertragreiche Bestände beschränken sich auf 6,4%. Fetttes, ebenfalls eher artenarmes „Pioniergrünland“ nimmt 12,2% ein. Dabei handelt es sich um vormalige Ackerflächen, die im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen (Untere Naturschutzbehörde Waldeck-Frankenberg) – ohne Verwendung einer Einsaat-Mischung – 2005 in Grünland umgewandelt wurden. Frische Grünlandbrachen nehmen 1,3%, wechselfeuchte bis nasse Brachen 1,5% ein. Gemähte Feuchtwiesen sind nur auf 0,8% des Grünlandanteils anzutreffen. Abgesehen von einer Dauerweide (Pferdeweide) und den genannten Huteflächen herrscht eindeutig die Wiesennutzung (Mahd) vor. Ein Teil der Wiesen wird unregelmäßig im Spätsommer nachbeweidet (Mähweiden).

Bei den flächigen und linienförmigen Gehölzen stellen die nicht gepflanzten, standortheimischen Feldgehölze, Gebüsche und (Baum)Hecken mit knapp 45% den größten Anteil. Standortheimische Anpflanzungen der letzten 7 bis 20 Jahre nehmen 32,8% ein. Von Kiefern dominierte Haine umfassen immerhin 22,4%. Weitere nicht gebietsheimische Gehölze kommen nicht vor.

Die Säume wurden in mehreren Kategorien erfasst (Tabelle 55), auch hier waren Magerkeit und Artenreichtum ein wesentliches Unterscheidungskriterium: Es dominieren eindeutig fette und artenarme, grasreiche Randstreifen (41,5%) vor mäßig fetten, ebenfalls artenärmeren Säumen vergleichbaren Aufbaus (35,7%). Mäßig magere und dabei relativ artenreiche Gras- und Krautsäume beschränken sich auf 8,5%, magere und/oder artenreiche auf etwa 10%. Der Anteil feuchter und solcher mit vorherrschend nitrophilen Stauden ist mit jeweils rund 2% gering.

Bezüglich der räumlichen Lage der Säume besteht ein eindeutiger Zusammenhang: Die armen, fetten Säume treten vor allem in den großflächigen Ackerbereichen auf, die artenreicheren, düngempfindlichen Säume eher im Norden des Teiluntersuchungsraumes mit Grünlandschwerpunkt.

Das umfassende Netz der Wirtschaftswege wurde über die Unterscheidung von asphaltierten Wegen (21,6%), Schotterwegen (Vegetationsbedeckung 20%, Anteil 4,8%), (teil)befestigte Erdwege (Vegetationsbedeckung 20-80%, Anteil 6,6%) und Graswege (77%) erfasst. Bei den Graswegen wurden angrenzende Säume der Kategorie „fett und artenarm“ wegen der Ähnlichkeit des Bewuchses einbezogen, sodass der Anteil dieser Säume am Gesamtgebiet höher ist, als sich durch die Kartierung der separat erfassten Säume ergibt.

Teiluntersuchungsraum Rennertehausen:

Der bewaldete nördliche Abschnitt nimmt mit 27,78 ha einen Anteil von 28,81% des Untersuchungsgebietes ein (Tabelle 56). Innerhalb der Waldfläche dominiert ein großes Fichtenareal (16,06 ha/57,81% der Waldfläche), in das verschiedene Vorwaldstadien (3,34 ha/12,04%) eingestreut sind, die sich auf Windwurfblößen, aufgelassenen Heideresten oder auch in Fehlstellen der Fichtenbestockung (vergraste Stadien) entwickelt haben. Östlich grenzen an den Fichtenforst ein Buchenwald (5,06 ha/18,21%) und ein Mischwald an, in dem Rotbuche, Wald-Kiefer und Hainbuche dominieren (2,62 ha/9,42%). Die beiden letztgenannten Biotoptypen vermitteln in die offene Feldflur, die sich nordwestlich Haine erstreckt.

Durch das Tälchen des Herzbaches wird die offene Feldflur des Untersuchungsraumes in einen größeren südlichen sowie einen kleineren nördlichen Abschnitt geteilt. Das südliche Teilareal auf dem hier sanft ansteigenden Nordhang des Edertales beherbergt im Zentrum den zusammenhängenden Komplex von 22,45 ha Energieholzkulturen, die auf vormals ackerbaulich genutzten Parzellen etabliert wurden und 23,29% der Gesamtfläche des Teilgebietes einnehmen. Aufgrund der insgesamt eher ungünstigen Standortbedingungen (bindige und/oder skelettreiche Böden) erfolgte der Ackerbau stellenweise unregelmäßig. Auf einigen wenigen Flurstücken wurde in der Vergangenheit offensichtlich gesteinshaltiges Bodenmaterial aufgebracht und eingeebnet (vgl. auch entsprechende Einträge im Flächennutzungsplan der Gemeinde Allendorf, die auf „Deponieflächen“ hinweisen).

Westlich, südlich und östlich um die Energieholzkulturen gruppieren sich zahlreiche Ackerflächen (20,5 ha/21,26% Gebietsanteil). Schwerpunkte der ackerbaulichen Nutzung in 2011 waren Getreide- und Rapsanbau. Daneben spielten Mais- und Wildackerschläge eine geringe Rolle.

Traditionell als Grünland genutzte Flächen (ges. 12,44 ha/12,91%) beschränken sich in dem südlichen Abschnitt der Feldflur auf die tiefer gelegenen westlichen und südwestlichen Randbereiche. Ergänzt wird der Grünlandanteil im Übergang zu den neuen Energieholzflächen durch in jüngerer Zeit entstandene Wiesen (ehemalige Ackerflächen). Ebenfalls in dieser Übergangszone gelegene vergraste Ackerbrachen (1,89 ha/1,96%) weisen in ihrer floristischen Zusammensetzung Ähnlichkeiten zu den letztgenannten Grünländern auf. Zwei junge Streuobstwiesen (0,6 ha/0,63%) und eine Erstaufforstung (0,84 ha/0,87%) am westlichen Rand des Teiluntersuchungsgebietes gehen ebenfalls auf die Umwandlung von Ackerflächen in den beiden letzten Jahrzehnten zurück.

Der Grund des Herzbachtälchens wird durchgängig von Dauergrünland eingenommen. Die überwiegend frischen bzw. betont frischen Flächen werden unterschiedlich intensiv (v.a. in Bezug auf Düngung) als Weiden, Wiesen oder Mähweiden genutzt. Fette Grünlandbestände weisen eine mehr oder minder deutliche Dominanz gegenüber mageren Weide- oder Wiesenausprägungen auf. Der Feuchtwiesenanteil in den genutzten Talabschnitten ist sehr gering, während in den verbrachten Bereichen Feuchte- und Nässezeiger an Bedeutung gewinnen. Im kleineren nördlichen Abschnitt der Feldflur überwiegen – neben zwei Ackerschlägen – vor allem fette Wiesen und Weiden, die ebenfalls in den vergangenen Jahrzehnten erst durch Umwandlung früherer Äcker entstanden sind. Der Anteil frischer Grünlandstandorte liegt mit 11,57 ha bei 92,98% der Gesamtfläche des Grünlandes, derjenige feuchter bis nasser Standorte bei 7,02% (0,87 ha).

Größere Gehölzstrukturen treten als ausgedehnte (Baum)Hecken an den Rändern des Herzbachtälchens und als wegbegleitender Komplex am südlichen Rand des Gebietes, sowie als Gebüsche westlich der Energieholzkulturen in Erscheinung (ges. 4,17 ha/4,37% Gebietsanteil). Weitere kleinere Hecken und Einzelgehölze (Einzelbäume, Baum- und Strauchgruppen; 0,07 ha/0,07%) finden sich in unregelmäßiger Verteilung in der Feldflur, so auch an den Rändern der KUP-Flächen. Innerhalb des KUP-Areals befinden sich kaum Gehölzstrukturen.

Hochstauden- bzw. Ruderalfluren (ges. 0,75 ha/0,78%) von nennenswerter Ausdehnung kommen an je einer Stelle in Wald und in offener Lage vor, wo in der Vergangenheit Boden-/Erdmaterial eingebaut wurde. Feldscheunen und Lagerstätten für Holz bzw. Mist wurden als „technische Einzelstrukturen“ nahe des Ortsrandes Haine sowie im Westteil des Untersuchungsraumes erfasst (0,17 ha/0,18%). Der Anteil von Gärten (0,08 ha) liegt bei 0,08% des Teiluntersuchungsraumes.

Das landwirtschaftliche Wegenetz (ges. 3,51 ha/3,65%) wurde differenziert nach den Typen Teer-, Schotter-, Erd-Grasweg und Grasweg aufgenommen. Deutlich vorherrschend sind die weitgehend bis vollständig bewachsenen Graswege mit 2,7 ha und einem Anteil von 76,72% am gesamten Wegenetz. Im Bereich des Fichtenforstes ist zudem der Abschnitt eines Waldweges dargestellt.

Bei den Säumen (Untergrenze der Erfassung: Breite von ca. einem Meter) wurden für das Teilgebiet Rennertehausen sechs Typen erfasst (Gesamtfläche 1,15 ha/1,19% Gebietsanteil). Unter diesen nehmen die Fettgrünland-Säume mit 0,72 ha den mit Abstand höchsten Anteil ein (62,25%). In einem dichten Netz kommen sie vor allem im Bereich der Acker- und KUP-Flächen vor. Magergrünland-Säume sind mit 0,22 ha und einem Anteil von 19,29% an der Gesamtfläche der Säume vergleichsweise seltener und auf extensiv genutzte Reste des Kulturlandes oder Kontaktzonen zum Wald beschränkt. Von Hochstauden der ausdauernden Ruderalfluren dominierte sowie brennesselreiche und feuchte Säume treten in noch geringeren Anteilen auf.

Flora (Teilgebiet Haine)

Gesamtartenliste und Rote-Liste-Arten:

Die innerhalb der Detailkartierungen zur Gebietsflora (Vegetationsaufnahmen, Artenkartierung in den 0,5 ha-Flächen) erfassten Pflanzenarten sind mit den im Rahmen der Biotopkartierung erhobenen Spezies für das Teilgebiet Haine zusammengeführt worden und in der ELKE-Datenbank dokumentiert. Insgesamt wurden in Haine 334 Spezies gefunden: 17 Baumarten (natürlich vorkommende sowie forstlich oder durch Anpflanzungen eingebrachte Arten), 20 Arten der Sträucher und Kletterpflanzen (natürlich vorkommende und angepflanzte Arten), 5 verschiedene Obstgehölze, 51 Süß- und Sauergräser sowie Binsengewächse, 211 krautige Arten (einschl. Zwergsträucher), 6 Schachtelhalme und Farne, 22 Kulturpflanzenarten der Äcker und Kurzumtriebsplantagen einschl. der mit einer Praxistestmischung in die Blühstreifen der KUPs eingebrachten Arten sowie 2 Arten sonstiger (Garten)Kulturen (vgl. Übersicht der Gesamtartenzahlen in Tabelle 57).

Tabelle 57: Gesamtartenzahlen Pflanzen.

Gruppe	Allendorf ges.	Rennertehausen	Haine	Haine (Veg.aufnahmen)
1. Bäume (natürl. vorkommende u. forstlich o.a. eingebrachte Arten)	24	22	17	9
2. Sträucher, Kletterpflanzen (natürl. vorkommende Arten, Anpflanzungen)	33	27	20	7
3. Obstgehölze (kultivierte Arten / Sorten)	7	4	5	-
4. Süß- und Sauergräser, Binsengewächse	54	43	51	26
5. Kräuter u. Zwergsträucher	255	221	211	83
6. Schachtelhalme u. Farne	8	6	6	2
7. Kulturpflanzen (Äcker, KUP's einschl. Einsaat Blühstreifen)	25	15	22	14
8. Sonstige kultivierte Arten	2	-	2	-
Summe Arten Nr. 1 - 8:	408	338	334	141
Summe Arten Nr. 1, 2, 4 - 6:	374	319	305	127

Im Teilgebiet Haine erfasste gefährdete Pflanzenarten, nach den Roten Listen der BRD (Ludwig/Schnittler 1996) 7 Spezies und des Landkreises Waldeck-Frankenberg (Becker et al. 1996) 16 Spezies, sind in Tabelle 58 dargestellt.

Tabelle 58: Pflanzenarten der Roten Listen BRD und WF.

Art	Schutz	RL_BRD	RL_WF	Re	Hn	Hn (VA)
<i>Achillea ptarmica</i>		V	*	x	x	x
<i>Agrostis canina</i>		*	V	x	x	
<i>Betonica officinalis</i>		*	V	x	x	
<i>Briza media</i>		V	V		x	
<i>Bromus secalinus ssp. secalinus</i>		*	3		x	
<i>Campanula glomerata</i>		*	3		x	
<i>Carex nigra</i>		*	V	x	x	
<i>Cirsium acaule</i>		*	V	x		
<i>Colchicum autumnale</i>		*	V	x	x	
<i>Dactylis polygama</i>		*	D	x	x	x
<i>Dianthus deltoides</i>	BArtSchV	V	V	x	x	
<i>Gypsophila muralis</i>		3	3		x	
<i>Helianthemum nummularium agg.</i>		*	V	x	x	
<i>Juniperus communis</i>		*	V	x		
<i>Luzula campestris</i>		V	*	x	x	
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		V	*	x	x	
<i>Myosotis discolor</i>		3	V	x		
<i>Persicaria mitis</i>		*	D	x	x	
<i>Polygala vulgaris</i>		*	V	x		
<i>Rhinanthus minor</i>		V	V	x	x	
<i>Rosa micrantha</i>		3	3	x		
<i>Saxifraga granulata</i>	BArtSchV	*	*		x	
<i>Scleranthus annuus</i>		*	V		x	
<i>Selinum carvifolia</i>		*	3		x	
<i>Silaum silaus</i>		*	2		x	
<i>Silene noctiflora</i>		V	3	x		
<i>Veronica agrestis</i>		*	V	x		
<i>Viola canina</i>		*	V	x		

Legende:

Schutz: Besonders geschützt nach Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV, 2005)

RL BRD: Rote Liste der Pflanzen Deutschlands (1996)

RL WF: Rote Liste gefährdeter Farn- u. Blütenpflanzen des Landkreises Waldeck-Frankenberg (1996)

Re: Teiluntersuchungsgebiet Rennertehausen

Hn: Teiluntersuchungsgebiet Haine

Gefährdungskategorien:

2 = stark gefährdet

3 = gefährdet

V = Art der Vorwarnliste

D = Daten mangelhaft

* = nicht gefährdet

na = keine Angabe

weitere Abkürzungen:

VA = Vegetationsaufnahmen

Tabelle 57 weist separat auch die Gesamtzahl derjenigen Arten auf, die 2011 und 2012 ausschließlich innerhalb der 10 vegetationskundlichen Aufnahmeflächen kartiert wurden: 141 Arten ges., davon 9 Baumarten, 7 Arten der Sträucher und Kletterpflanzen, 26 Süß- und Sauergräser sowie Binsengewächse, 83 krautige Arten, 2 Schachtelhalme und Farne sowie 14 Kulturpflanzenarten der Äcker und Agrarholzkulturen (hier Leistungssorten) einschl. der auf den Blühstreifen der KUPs durch Einsaat eingebrachten Arten. Gefährdete Pflanzenarten (Tabelle 58) wurden in den Aufnahmeflächen nicht gefunden. Lediglich *Achillea ptarmica* (Sumpf-Schafgarbe) wird in der RL BRD als Art der Vorwarnliste geführt (RL WF: ungefährdet). Zu *Dactylis polygama* (Wald-Knäuelgras) wird die Datenlage in der RL WF als mangelhaft bezeichnet (RL BRD: ungefährdet). Die genannten Arten kommen in den Referenzflächen Wiese (*A. ptarmica*) und Gehölz (*D. polygama*) vor.

Darstellung der Ergebnisse der vegetationskundlichen Untersuchungen (Vegetationsaufnahmen):

Die Ergebnisse der 2011 und 2012 auf allen 10 Untersuchungsflächen durchgeführten Vegetationsaufnahmen sind in Tabelle 154 (Gruppierung der Arten in Gehölze, Kräuter etc.) und Tabelle 155 (Sortierung der Arten nach pflanzensoziologischer Zuordnung) zusammenfassend dargestellt.

Die sechs auf dem Acker-, den vier KUP-Standorten und der innerhalb des Blühstreifens vorgenommenen Aufnahmen sind unter Herausstellung der Wildgräser und -kräuter, die mit einer Stetigkeit von über 40% in den Aufnahmen auftraten, in Tabelle 156 nochmals gesondert dokumentiert.

Angaben zur aktuellen Nutzung, den Gesamtdeckungsgraden der Pflanzenschichten sowie den Gesamtartenzahlen (Kultur, Strauchschicht, Krautschicht, ges.) in diesen sechs Aufnahmeflächen enthält in einer Übersicht Tabelle 59.

Tabelle 59: Übersicht Vegetationsaufnahmen Acker, KUPs und KUP-Vorgewende Haine 2011 und 2012.

Untersuchungsfläche	Nutzung	Kultur	D° Kultur %	D° SS %	D° KS %	Anzahl Arten Kultur	Anzahl Arten SS	Anzahl Arten KS	Anzahl Arten ges.
ACK (2011)	konventionell	Gerste	55		1,5	1 (3)		4	5
ACK (2012)	konventionell	Roggen	63		1	1 (3)		8	9
KU1 (2011)	Beerntung 2011/2012 (0 bis 1-jährig)	Pop. Max 1-4	2		72	1 (4)		24	25
KU1 (2012)	1 bis 2-jährig	Pop. Max 1-4	57	4	63	1 (4)	1 (7)	32	33
KU2 (2011)	2-jährig	Pop. Muhle Larssen	60		62	1 (4)		16	17
KU2 (2012)	3-jährig	Pop. Muhle Larssen	70	5	52	1 (4)	2 (8)	18	20
KU3 (2011)	3-jährig	Pop. Max 1-4	55		70	1 (4)		20	21
KU3 (2012)	Beerntung 2011/2012 (0 bis 1-jährig)	Pop. Max 1-4	43		82	1 (4)		36	36
KU4 (2011)	3 bis 4-jährig	Pop. Max 1-4	90		14	1 (4)		7	8
KU4 (2012)	Beerntung 2011/2012 (0 bis 1-jährig)	Pop. Max 1-4	35	0,5	77	1 (4)	1 (9)	27	28
KUV (2011)	Neuanlage 2011/Mulchmäh	Einsaat BG1P2011	19 (1)/13 (2)		95	1 (5)/7 (6)		21	29
KUV (2012)	Mulchmäh	Einsaat BG1P2011	4 (1)/22 (2)		93	1 (5)/10 (6)		30	41
Anzahl Arten ges.:						16	3	80	96 (10)

Legende:

Untersuchungsfläche:

ACK	Acker
KU1 - KU4	Kurzumtriebsplantagen
KUV	Vorgewende Kurzumtriebsplantage

weitere Abkürzungen:

D°	Deckungsgrad
KS	Krautschicht ("Wildkrautflora")
SS	Strauchschicht

(1)	Ausläufer von Populus Max (nach Rodung Frühjahr 2011)
(2)	Einsaat Praxiestmischung BG1P2011
(3)	Getreide (Gerste, Roggen)
(4)	Populus Max bzw. P. Muhle Larssen
(5)	Ausläufer von Populus Max
(6)	Einsaat Praxiestmischung BG1P2011
(7)	Ausläufer von Populus Max
(8)	Salix caprea u. Ausläufer von Populus Muhle Larssen
(9)	Ausläufer von Populus Max
(10)	berücksichtigt: Salix caprea (SS u. KS), Pop. Max u. Muhle Larssen (Kultur u. SS)

Die Angaben der Deckungsgrade zu den einzelnen Arten und den Gesamtdeckungsgraden der Kraut- und Kulturschicht etc. in den betreffenden Tabellen beziehen sich auf die Maximalwerte der jährlich zweimalig durchgeführten Aufnahmen.

In Tabelle 60 und Tabelle 61 sind die Verteilung der Arten aller 10 Vegetationsaufnahmen hinsichtlich ihrer Habitatpräferenzen und pflanzensoziologischen Zuordnung (Soziologie nach Ellenberg 1991) dargestellt.

Tabelle 60: Arten-Verteilung nach Habitatpräferenzen Vegetationsaufnahmen Haine.

Vegetationsaufnahme	Habitatpräferenzen (Formationen)									Anzahl Arten /Veg.aufnahme
	ACK	GRÜ	KUT	TRO	RUD	WSG	HUG	WALD	SON	
ACK_2011	5 (1 K)									5 (1 K)
ACK_2012	6 (1 K)	1	1			1				9 (1 K)
WIE_2011		20	1	1					1	23
WIE_2012		25	1	1		1				28
BRA_2011	3	13			1				2	19
BRA_2012	3	18			1	1	1			24
GEI_2011					2		3	7	1	13
GEI_2012		1			6	2	5	10	2	26
WALD_2011								5		5
WALD_2012		1			1		1	12		15
KU1_2011	11	7	1	2	2				2 (1 K)	25 (1 K)
KU1_2012	11	7	3	3	6	2			1 (K)	33 (1 K)
KU2_2011	3	5			5	3			1 (K)	17 (1 K)
KU2_2012	3	5	2		5	4			1 (K)	20 (1 K)
KU3_2011	6	6	4		3	1			1 (K)	21 (1 K)
KU3_2012	15	13	4		3				1 (K)	36 (1 K)
KU4_2011	1	2	2		2				2 (1 K)	8 (1 K)
KU4_2012	7	7	4	1	6	1			2 (1 K)	28 (1 K)
KUV_2011	10	7	4	1 (E)	4 (E)	2 (E)			1 (K)	29 (1 K, 7 E)
KUV_2012	9 (2 E)	15	6 (1 E)	1 (E)	7 (5 E)	1 (E)			2 (1 K)	41 (1 K, 10 E)
Anzahl Arten ges. / Habitat (Formation):	29 (2 K, 2 E)	36	8 (1 E)	5 (1 E)	19 (6 E)	10 (2 E)	6	19	9 (2 K)	Summe Arten: 141 (4 K, 12 E)

Legende:

Habitatpräferenzen (Formationen):

ACK	Ackerarten
GRÜ	Grünlandarten
KUT	Arten der Kriech- u. Trittrasen
TRO	Arten der Trockenrasen, Sandrasen
RUD	Ruderalarten
WSG	Arten der waldnahen Staudenfluren
HUG	Arten der Hecken u. Gebüsche (Waldränder)
WALD	Waldarten
SON	Sonstige Arten

Vegetationsaufnahmen:

ACK	Acker (konventionell bewirtschaftet)
Wie	Wiese (Grünland)
BRA	Brache (vergraste Ackerbrache)
GEI	Gehölz(insel)
WAL	Wald
KU1-4	Kurzumtriebsplantage
KUV	Vorgewende Kurzumtriebsplantage (Blühstreifen)

weitere Abkürzungen:

E	durch Einsaat (in Blühstreifen) eingebrachte Arten
K	Kulturpflanzen der Äcker u. Kurzumtriebsplantagen

Tabelle 61: Arten-Verteilung nach pflanzensoziologischer Zuordnung Vegetationsaufnahme Haine.

Soziologie nach Ellenberg (1991)		Arten/Ges.	ACK 2011	ACK 2012	WIE 2011	WIE 2012	BRA 2011	BRA 2012	GEI 2011	GEI 2012	WAL 2011	WAL 2012	KU1 2011	KU1 2012	KU2 2011	KU2 2012	KU3 2011	KU3 2012	KU4 2011	KU4 2012	KU5 2011	KU5 2012
3	Krautige Vegetation oft gestörter Plätze	3					1	1					1	1	2	1	1	1	1	1	1	2 (1 E)
311	O Cypripedium - Mitteleurop. Zwergbinsenfluren	1																				
33	K Chenopodieta - Hackkraut- u. Ruderal-Ges.	4											2	1		1	1	2		2	3	2
331	O Polygonum-Chenopodieta - Hackkraut-Ges.	7											1	2			1	5		1	2	1
3311	V Fumario-Euphorbion - Kalkacker-Ges.	3											2		1							
333	O Sisymbrieta - kurzlebende Ruderal-Ges.	1												1								
3331	V Sisymbrieta - Wegrauken-Ges.	1															1					
34	K Secalietea - Getreideunkraut-Ges.	5	3	3			2	2					3	4	1		1	5		1	4	3
342	O Ageretalia	1												1								
3421	V Aphanion arvensis	2	1	1									2	2				1		2		
35	K Artemisietea - Stickstoff-Krautfluren	3								2					1	1	1		2			1
353	O Glechometalia - Nitrophytische Saum- u. Verlichtungs-Ges.	1								1												
3532	V Alliarion	2							2	2		1										
3541	V Onopordion acanthi	2																			2 (E)	2 (E)
3542	V Daucio-Mellition	3																			2 (E)	2 (E)
361	O Agropyretalia intermediae-repentis - halbrud. Halbtrockenrasen	1					1	1					1	1	1	1	1	1	1	1		
3611	V Convolvulo-Agropyron	1																				1 (E)
371	O Plantagineta - Tritipflanzen-Ges.	1												1				1		1	1	1
3711	V Polygonion avicularis	2		1														1	1	1		
3811	V Agropyro-Rumicion - Flutrasen	3										1		1		1	2	1			1	2
5	Anthropo-zoogene Heiden u. Rasen	3			3	3	1	1					2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
52	K Sedo-Scleranthetia - lockere Sand- u. Felsrasen	2											2	2								
521	O Sedo-Scleranthetia - Felsgras- u. Felsband-Ges.	1												1						1		
53	K Festuco-Brometia - Kalk-Magerrasen	1			1	1																
5322	O Corynephoretalia - Sandboden-Ges.	1																			1 (E)	1 (E)
54	K Molinio-Arrhenatheretia - Mähwiesen- u. Weide-Ges.	12			8	11	4	9					2		1	1	2	5		2	1	6
541	O Molinieta - Nass- u. Streuwiesen, nasse Hochstaudenfluren	1																				1
542	O Arrhenatheretia - Fettwiesen u. -weiden	5			4	5	2	2							1	1					1	1
5421	V Arrhenatherion elatioris - Glatthaferwiesen	3					2	2						2				1				
5423	V Cynosurion - Fettweiden	6			3	3	2	2					1	1	1		1	3		1	2	2
61	K Trifolio-Geranietea - Staudensäume an Gehölzen	1													1	1				1		
6112	V Geranion sanguinei - Blutschorchschabel-Saum-Ges.	1												1								
62	K Epilobietea - Waldlichtungsfluren	1													1	1						
621	O Atropetalia	2					1								1	1	1			1	1 (E)	
6213	V Sambuco-Salicion	1											1	1	1							
7312	V Linnaeo-Piceion	1										1										
8	Laubwälder u. verwandte Gebüsche	2							1	1	1											
84	K Quercu-Fagetia - reichere Laubwälder	4							2	3	1	1										
841	O Prunetalia spinosae - Schlehengebüsch?	2					1	1	1													
84111	UV Carpinio-Prunion?	1										1										
843	O Fagetalia - frische Sommerwälder	3							3	2									1	1		
8431	V Fagion sylvaticae - Buchen- u. Buchenmischwälder	1							1	1	1											
8432	Carpinion betuli - Eichen-Hainbuchenwälder	2							2	2												
x	Arten ohne pflanzensoz. Zuordnung (indiff. Arten) u. Kulturarten	36	1 (KU)	4 (1 KU)	4	5	4	2	5	9	1	6	6 (1 KU)	5 (1 KU)	3 (1 KU)	8 (1 KU)	6 (1 KU)	7 (1 KU)	4 (1 KU)	7 (1 KU)	7 (1 KU, 1 E)	12 (1 KU, 3 E)
	Arten ges. / Vegetationsaufnahme	141	5	9	23	28	19	24	13	26	5	15	25	33	17	20	21	36	8	28	29	41

Legende:

Vegetationsaufnahmen:

ACK	Acker (konventionell bewirtschaftet)
WIE	Wiese (Grünland)
BRA	Brache (vergraste Ackerbrache)
GEI	Gehölzinsel
WAL	Wald
KU1-4	Kurzumtriebsplantage
KU5	Vorgewende Kurzumtriebsplantage (Blühstreifen)

weitere Abkürzungen:

E	durch Einsaat (in Blühstreifen) eingebrachte Arten
KU	Kulturpflanzen der Acker u. Kurzumtriebsplantagen

Artenzahlen und Deckungsgrade der Vegetationsschichten:

Der Vergleich der Artenzahlen in den 10 Untersuchungsflächen zur vegetationskundlich-pflanzensoziologischen und floristischen Erfassung (Tabelle 154, Tabelle 155 und Tabelle 60) weist ein Spektrum von fünf Arten (konventionell bewirtschafteter Acker, Untersuchung 2011) bis zu 41 Arten pro Aufnahme (Blühstreifen KUP-Vorgewende, Untersuchung 2012) auf. Bleiben die Kulturarten unberücksichtigt, reicht die Spannweite von 4 Arten (Acker, 2011) bis zu 35 Arten (Kurzumtriebsplantage 3, 2012) der natürlichen Flora (Tabelle 60).

Bei den Referenzflächen der KUP-Umgebung stellt der Waldstandort (WAL) mit 5 (2011) bzw. 14 (2012) erfassten Arten nach der Ackerfläche (ACK) den artenärmsten Biotoptyp dar. Zu berücksichtigen ist dabei, dass der Waldstandort aus Gründen der faunistischen Fangmethodik von einer steilen Hanglage mit bodensaurem Buchenwald (2011) in den nahe gelegenen Kuppenbereich des Waldareals mit etwas nährstoffreicheren Bodenverhältnissen verlegt wurde (2012).

Im Bereich des untersuchten Gehölzes/Feldgehölzes (Gehölzinsel, GEI) wurden 2011 13 Pflanzenarten erfasst, in 2012 dagegen 26 Spezies. Die starken Witterungsunterschiede – 2011 traten nennenswerte Niederschläge erst ab Hochsommer nach langer Trockenheit im Frühjahr und Frühsommer auf, 2012 war in den frühen Monaten der Vegetationsperiode deutlich

niederschlagsreicher – können diesen Anstieg mit verursacht haben. Auch wurde das Gehölz 2011 in die Nachbeweidung des benachbarten Grünlandes einbezogen, was 2012 durch eine Zunahme von Störzeigern belegt ist.

Mit 23 Arten in 2011 bzw. 28 Arten in 2012 wurde in der untersuchten Wiesenfläche (WIE) die höchste Artenvielfalt innerhalb der Referenzflächen nachgewiesen. 2012 kamen im Gegensatz zu 2011 in geringer Dichte zusätzlich einige wenige Feuchtezeiger vor. Das frische Grünland wird bei mindestens zweimaliger Mahd/Jahr regelmäßig im Spätsommer nachbeweidet und ist mit seiner mäßig intensiven Nutzung repräsentativ für die lokale bis regionale Umgebung.

Artenzahlen von 19 (2011) bzw. 24 (2012) wurden für die direkt neben einer Energieholzkultur liegende, vergraste Ackerbrache (BRA) ermittelt. Seit einigen Jahren wird die Fläche jeweils im Herbst gemulcht. 2011 wurde unter Rücksichtnahme auf die Untersuchungen des ELKE-Projektes die Mulchmahd ausgesetzt.

Die Anlage bzw. der Betrieb (Beerntung) der Kurzumtriebsplantagen im Gebiet Haine durch die Viessmann Werke seit 2008 ermöglichte unterschiedliche „Altersstadien“ der Energieholzkulturen in einer unechten Zeitreihe zu untersuchen (Tabelle 59). Für die feldbiologischen einschließlich der vegetationskundlich-pflanzensoziologischen und floristischen Erfassungen wurden vier Standorte innerhalb der Pappel-Kulturen ausgewählt. Weiterhin wurde eine Untersuchungsfläche in einem der KUP-Vorgewende („Blühstreifen“) angelegt:

Die Kurzumtriebsplantage 1 (KU1) wurde nach dreijähriger Wuchszeit im Winter 2010/2011 zu Beginn der ELKE Projektphase III am Modellstandort in Allendorf im Frühjahr 2011 beerntet. 2011 wurden auf der abgeernteten Fläche insgesamt 24 Pflanzenarten in der Krautschicht erfasst, 2012 waren es 32 Arten unter dem Aufwuchs der wieder ausgetriebenen Pappeln. Im Frühjahr/Sommer 2011 hatte sich der Wiederaustrieb der Pappeln (*Populus nigra* x *P. maximowiczii*, Max 1-4) aufgrund der zunächst lange anhaltenden Trockenheit erheblich verzögert.

Auf der Untersuchungsfläche KU2 fanden sich 2011 16, im darauffolgenden Jahr 18 Arten in der Krautschicht. 2012 bildeten Ausläufer von *Populus trichocarpa* (Muhle Larsen) und ein Exemplar von *Salix caprea* (Sal-Weide) eine mit 5% gering deckende, niedrige Strauchschicht. Die 2008 begründete Energieholzkultur wurde 2009 zur Stecklingsgewinnung beerntet, so dass 2011 ein zwei-, 2012 ein dreijähriger Aufwuchs bestand.

KU3 wurde im Winter 2011/2012 beerntet. Unter den 3-jährigen Pappeln (Max 1-4) wurden 2011 20 Arten der Wildkrautflora aufgenommen, 2012 waren es 35 Spezies auf der zuvor beernteten Fläche.

Zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme in 2011 stockte auf KU4 eine 3-4-jährige, bis 7 m hohe Pappelkultur (Max 1-4), unter deren Schirm lediglich 7 Arten der Gräser und Kräuter gefunden worden. Nach der Beerntung ebenfalls im Winter 2011/2012 wurden in der Vegetationsperiode 2012 27 Arten der natürlichen Wildkrautflora dokumentiert.

Am Westrand der Kurzumtriebsplantage 1 wurde durch bzw. nach Rodung der Umtriebspappeln (Max 1-4) Anfang Mai 2011 auf einer Breite von ca. 10 m ein Vorgewende eingerichtet (KUV) und mit der Praxistestmischung BG1P2011 eingesät („Wildkrautgemenge/Blühstreifen“). Wegen der zunächst

bestehenden Trockenheit verzögerte sich die Vegetationsentwicklung sowohl der eingebrachten Stauden wie der spontan auflaufenden Pflanzenarten, so dass dort die Vegetationsaufnahme 2011 im Vergleich zu den anderen Aufnahmen später begonnen wurde. 2011 wurden 21 Arten der natürlichen Krautschicht erfasst, dazu 7 Arten der Einsaatmischung sowie Ausläufer wiederausgetriebener Stöcke von *Populus Max 1-4*. Im darauf folgenden Jahr stieg die Artenzahl der Wildkrautflora auf 30 sowie die der eingebrachten Stauden auf 10 Arten. Um die wieder ausgetriebenen Pappelstöcke und das Aufkommen unerwünschter Ackerunkräuter (v.a. *Cirsium arvense*) zurück zu drängen, wurde auf allen Vorgewenden ab Sommer 2011 eine jährlich ein- bis zweimalige Mulchmahd eingeführt.

Der Gesamtdeckungsgrad der Krautschicht (Gräser und Kräuter der Wildkrautflora) in den Vegetationsaufnahmen bewegt sich zwischen 1% (Acker) und Maximalwerten von knapp unter 100% in Wiese und Brache. Mit 95% wurde im KUP-Vorgewende 2012 ein annähernd hoher Wert erreicht. Im Bereich der Energieholzkulturen schwankten die Deckungsgrade in Abhängigkeit von der Überschirmung (Beschattung) durch die Kurzumtriebsgehölze zwischen 14% (KU4, 2011) und 82% (KU3, 2012). In den natürlichen bzw. naturnahen Gehölzbiotopen wurden Deckungsgrade der Krautschicht von 14 bzw. 32% (Gehölzinsel, 2011 u. 2012) und 0,5 bzw. 8% (Wald, 2011 u. 2012) festgestellt. Die Ackerkulturen erreichten Deckungsgrade von 55% (Weizen, 2011) und 63% (Roggen, 2012), bei den Energieholzkulturen schwankten die Deckungsgrade von *Populus Max 1-4* bzw. *Populus Muhle Larsen* zwischen nur 2% (KU1, nach Beerntung 2011) und 90% (KU4, 3- bis 4-jähriger Aufwuchs 2011). Die Einsaatmischung des Vorgewendes (KUV) erreichte 2011 einen Gesamtdeckungsgrad von 13%, 2012 von 22%. Mit 76 bis 85% lagen die Deckungsgrade der Baumschichten in den Aufnahmeflächen von Gehölz und Wald im Bereich der Maximalwerte der Energieholzkulturen vor der Beerntung.

Aus Tabelle 154 lässt sich das Verhältnis der an der Krautschicht beteiligten Anzahl der Arten der Gräser (ausschließlich Süßgräser, mit Ausnahme von *Luzula luzoides* in den Wald-Aufnahmen 2011 und 2012) und der Kräuter in den jeweiligen Vegetationsaufnahmen ermitteln. Die Anteile der Grasarten schwankt danach zwischen 0% (Acker) und ca. 43% (Wiese 2011, KU4 2011). In den Energieholzkulturen bewegt sich der Anteil der Gräser über alle Aufnahmen in 2011 und 2012 zwischen 16 und 43%. Mit zunehmendem Alter der überschirmenden Pappel-Kulturen steigt offensichtlich dieser Anteil (KU2), während er nach der Beerntung der Pappeln (vorübergehend) sinkt (KU1, KU4). Mit Ausnahme des Feldgehölzes und Waldes erreichen die Grasarten allerdings durchschnittlich höhere Deckungsgrade als die an der Krautschicht beteiligten Wildkräuter. Im Bereich der Energieholzkulturen trifft dies vor allem auf *Agrostis capillaris* (Rotes Straußgras) und *Elymus repens* (Kriechende Quecke) zu. Insbesondere nach der Beerntung der KUPs erreichen dort aber auch einige krautige Arten hohe Deckungsgrade, so *Taraxacum officinale agg.* (Wiesen-Löwenzahn), *Cirsium arvense* (Acker-Kratzdistel), *Epilobium ciliatum* (Drüsiges Weidenröschen), *Trifolium repens* (Weiß-Klee) oder *Matricaria chamomilla* (Echte Kamille). Im KUP-Vorgewende (KUV) erreicht *Ranunculus repens* (Kriechender Hahnenfuß) als Rohbodenpionier infolge der dort höheren Bodenfeuchte beträchtliche Deckungsgrade.

Habitatpräferenzen der Pflanzenarten:

Allen im Teilgebiet Haine erfassten Pflanzenarten wurde ihr jeweilige Habitatpräferenz zugeordnet (ELKE-Datenbank), die Verteilung der in den 10 Vegetationsaufnahmen erfassten Spezies hinsichtlich ihrer Habitatpräferenzen (Darstellung der Artenzahlen pro Habitattyp und Aufnahme) zeigt die daraus abgeleitete Auswertung in Tabelle 60.

Für die Bestimmung der Habitatpräferenzen wurden die in Tabelle 62 gelisteten Habitate (Formationen) differenziert.

Tabelle 62: Habitatpräferenzen.

ACK	Ackerarten
GRÜ	Grünlandarten
KUT	Arten der Kriech- und Trittrasen
TRO	Arten der Trocken- und Sandrasen
RUD	Ruderalarten
WSG	Arten der waldnahen Staudenfluren
HUG	Arten der Hecken und Gebüsche (Waldränder)
WALD	Waldarten
SON	Sonstige Arten

Im Bereich der **Referenzflächen** ergibt sich nach Auswertung der Vegetationsaufnahmen ein gegenüber den Energieholzkulturen grundsätzlich unterscheidbares Verteilungsbild:

Die in den Vegetationsaufnahmen des Acker-, Grünland- und Wald-Standortes gefundenen Pflanzenarten sind erwartungsgemäß weit überwiegend den entsprechenden Habitattypen Acker, Grünland bzw. Wald zuzuordnen. Auch die Vegetation der vergrasten Ackerbrache (BRA) setzt sich weitestgehend aus Grünlandarten zusammen, wahrscheinlich begünstigt durch die bis zum Beginn der ELKE-Untersuchungen regelmäßig im Herbst vorgenommene Mulchmahd. Mit *Cirsium arvense*, *Myosotis arvensis* (Acker-Vergißmeinnicht) und *Vicia hirsuta* (Rauhhaarige Wicke) konnten sich in der Brache noch drei Ackerarten behaupten. In der Gehölzinsel dominieren Arten der Habitattypen Wald, Hecken und Gebüsche sowie der waldnahen Staudenfluren. Auch Ruderalarten stellen hier einen nennenswerten Anteil, unter anderem wegen der Störeinflüsse durch Einbeziehung des Gehölzes in die Nachbeweidung des umgebenden Grünlandes in 2011 (Tabelle 60).

Die Auswertung der Vegetationsaufnahmen auf den Energieholzflächen einschließlich des KUP-Vorgewendes zeigt in Bezug auf die Habitatpräferenzen der am Bestandsaufbau beteiligten Pflanzen eine deutlich heterogenere Verteilung: Den größten Anteil bilden – in vergleichbarer Anzahl der beteiligten Spezies – die Arten der Äcker und des Grünlandes. Geringere, aber dennoch erhebliche Anteile entfallen auf Arten, die den Habitattypen der Ruderalstandorte, Kriech- und Trittrasen sowie den waldnahen Staudenfluren zuzuordnenden sind. Arten der Kriech- und Trittrasen wie *Plantago uliginosa* (Vielsamiger Wegerich), *Sagina procumbens* (Niederliegendes Mastkraut) oder *Ranunculus repens* treten vor allem an feuchteren Stellen auf. Seltener sind Spezies der Trockenrasen vertreten, deren Vorkommen mit *Erodium cicutarium* (Gewöhnlicher Reiherschnabel), *Trifolium campestre* (Feld-

Klee) und *Arabidopsis thaliana* (Acker-Schmalwand) sich auf die Fläche KU1 beschränken. Pflanzenarten des Waldes oder der Hecken und Gebüsche sind in den Vegetationsaufnahmen der neuartigen Anbaukulturen von 2011 und 2012 (noch) nicht vertreten.

Wird die Verteilung aller 141 in den 10 Vegetationsaufnahmen erfassten Spezies hinsichtlich ihrer Habitatpräferenz ausgewertet (Tabelle 60), ergibt sich folgendes Bild: mit 36 Arten des Grünlandes stellt dieser Habitattyp die größte Gruppe, gefolgt von 29 Arten, die den Habitattyp der Äcker präferieren. Die Ruderal- und Waldarten sind mit je 19 Spezies vertreten. Mit 5-10 Arten sind die übrigen Typen deutlich geringer repräsentiert: Arten der waldnahen Staudenfluren (10), der Kriech- und Trittrasen (8), der Hecken und Gebüsche (6), der Trocken- und Sandrasen (5) sowie sonstige Arten ohne Typen-Zuordnung (9).

Soziologische Zuordnung der Pflanzenarten:

Die Verteilung der in den 10 Vegetationsaufnahmen erfassten Spezies in Bezug auf ihre pflanzensoziologische Zuordnung (Zuordnung zu den pflanzensoziologischen Einheiten nach Ellenberg (1991) fasst Tabelle 61 zusammen.

Der Vergleich der Aufnahmen auf den Referenz- und den Energieholzflächen zeigt hinsichtlich der Verteilung der Pflanzenarten auf die pflanzensoziologischen Einheiten Unterschiede, wie sie ähnlich bereits bei der Verteilung der Habitatpräferenzen festgestellt wurden. Während die Arten in den Referenzflächen durch Charakter- und Differentialarten auf Klassen-, Ordnungs- und Verbandsebene eine verhältnismäßig enge Bindung an eine syntaxonomische Einheit (Klasse mit nachgeordneten Syntaxa) aufweisen, verteilen sich die in den Energieholzkulturen jeweils aufgenommenen Arten auf eine größere Bandbreite von übergeordneten Pflanzengesellschaften (Klassen):

So können die auf dem Ackerstandort aufgenommenen Arten – mit Ausnahme der vier pflanzensoziologisch nicht zuzuordnenden (indifferenten) Arten – ausschließlich den Getreideunkrautgesellschaften (Klasse Secalietea) bzw. dem nachgeordneten Verband des *Aphenion arvensis* zugeordnet werden. 15 (65%) bzw. 19 (68%) der Arten des Wiesengrünlandes der Aufnahmen 2011 und 2012 sind Klassen-, Ordnungs- und Verbandscharakterarten der Mähwiesen- und Weidegesellschaften (*Molinio-Arrhenatheretea*), Fettwiesen und –weiden (*Arrhenatheretalia*) oder der Fettweiden (*Cynosurion*). Weitere Arten wie z.B. *Pimpinella saxifraga* (Knöllchen-Steinbrech), *Lotus corniculatus* (Gewöhnlicher Hornklee), *Centaurea jacea* (Wiesen-Flockenblume) oder *Agrostis capillaris* (Rotes Straußgras) sind ebenfalls Elemente der übergeordneten Klassengruppe der anthropo-zoogenen Heiden und Rasen. Ähnliche Verhältnisse sind auf der Brachefläche anzutreffen. Hier wird das soziologische Spektrum durch wenige Arten der Getreideunkrautgesellschaften und dem Vorkommen von *Elymus repens* (Ordnungscharakterart der *Agropyretalia intermediae-repentis*, halbruderalen Halbtrockenrasen) ergänzt. Arten der Waldgesellschaften der Klasse *Quercio-Fagetea* (reichere Laubwälder), der Ordnung *Fagetalia* (frische Sommerwälder), des Verbandes *Fagion sylvaticae* (Buchen- und Buchenmischwälder) sowie des Unterverbandes *Luzulo-Fagenion* (Hainsimsenbuchenwälder) kennzeichnen die kartierten Waldbestände, in der die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) mit großer Dominanz auftritt. Gegenüber dem Waldstandort ist das Artenspektrum des Gehölzes vor allem aufgrund stärkerer Lichteinwirkung deutlich erweitert. Die größere Vielfalt an

weiteren Baum-, Strauch- und krautigen Arten der Klassengruppe Laubwälder und verwandte Gebüsche, der Ordnung *Prunetalia* (Schlehengebüsche) oder des Verbandes *Carpinion* (Eichen-Hainbuchenwälder) repräsentieren u.a. die bestandsbildenden *Carpinus betulus* (Hainbuche) und *Quercus robur* (Stiel-Eiche), die Sträucher *Corylus avellana* (Hasel) und *Crataegus laevigata* (Zweiggriffliger Weißdorn), das Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*) oder das Wald-Knäuelgras (*Dactylis polygama*). Neben diesen Spezies treten mit einem Anteil von knapp 20% am Artenspektrum der Gehölzflora ausdauernde Ruderalarten der Klasse *Artemisietea* (Stickstoff-Krautfluren), der Ordnung *Glechometalia* (nitrophytische Saum- und Verlichtungsgesellschaften) oder des Verbandes *Alliarion* auf. Unter diesen Arten sind z.B. *Alliaria petiolata* (Lauchhederich), *Lapsana communis* (Rainkohl) oder *Geranium robertianum* (Ruprechtskraut). Mit 35-40% aller Arten ist der Anteil soziologisch indifferenter Spezies innerhalb des aufgenommenen Gehölzes relativ hoch.

Gegenüber den zum traditionellen Landschaftsinventar gehörenden Biotoptypen der Referenzflächen, werden die seit 2008 bestehenden Anbaukulturen für die Energiehölzer von deutlich mehr ein- bis mehrjährigen Arten der nach Ellenberg (1991) als „krautige Vegetation oft gestörter Plätze“ gefassten Klassengruppe (mit Ackerfluren, ein- und mehrjährigen Ruderalfluren, Tritt- und Kriechrasen) besiedelt (Tabelle 61). Bei den Arten der Äcker und den diesen soziologisch nahestehenden einjährigen Ruderalfluren bilden Spezies der Klasse *Chenodietea* (Hackunkraut- und verwandte Ruderalgesellschaften) die größte Gruppe. Häufigste Vertreter in den KUP-Aufnahmen sind *Capsella bursa-pastoris*, (Hirten-Täschelkraut), *Tripleurospermum inodorum* (Geruchlose Kamille) und *Sonchus asper* (Rauhe Gänsedistel). Die Anzahl der erfassten Arten der Getreideunkrautgesellschaften (*Secalitea*) ist etwas geringer, doch kommen von diesen zahlreichere Spezies häufiger vor (Tabelle 60): *Myosotis arvensis*, *Vicia hirsuta*, *Viola arvensis* (Acker-Stiefmütterchen), *Fallopia convolvulus* (Gewöhl. Windenknöterich), *Matricaria chamomilla* oder *Aphanes arvensis* (Gewöhl. Ackerfrauenmantel). Arten der Hackunkrautgesellschaften treten im Übrigen nur in den Aufnahmen der Energieholzkulturen auf und fehlen in der untersuchten Ackerfläche.

Arten der mehrjährigen Ruderalfluren wurden nur in begrenztem Umfang innerhalb der KUP-Aufnahmeflächen gefunden. Es handelt sich ausschließlich um Klassenkennarten der *Artemisietea* (Stickstoff-Krautfluren, Beifuß-Gesellschaften), von denen allein *Galium aparine* (Gewöhl. Klebkraut) stete Vorkommen besitzt. *Cirsium arvense* führt Ellenberg als Art der Klassengruppe an, *Elymus repens* (Kriechende Quecke) repräsentiert die halbruderalen Halbtrockenrasen (*Agropyretalia intermediae-repentis*). Beide Pflanzenspezies sind in allen KUP-Aufnahmen vertreten. Gelegentlich in den KUP-Aufnahmen wurden einjährige Arten der Trittplanzen-Gesellschaften der Ordnung *Plantaginetales* bzw. des Verbandes *Polygonion avicularis* erfasst: *Plantago major* (Breit-Wegerich), *Sagina procumbens* und *Polygonum aviculare* (Vogel-Knöterich). Die nahestehenden Flut- bzw. Kriechrasen werden in mehreren Aufnahmen durch *Rumex crispus* (Krauser Ampfer), seltener durch *Sagina procumbens* repräsentiert.

Eine stärkere Verbreitung in den Energieholzschlägen besitzen ebenfalls Gesellschaftseinheiten der Klassengruppe der anthro-po-zoogenen Heiden und Rasen zugehörige Arten, hier insbesondere des Wirtschaftsgrünlandes (Klasse *Molinio-Arrhenatheretea*). Neben den überwiegenden Klassencharakterarten sind dies jeweils einige wenige Kennarten der Ordnung *Arrhenatheretalia* und

Charakterarten der Verbände Arrhenatherion elatioris (Glatthaferwiesen) und Cynosurion (Fettweiden). Häufigste Grünlandart ist der Weiß-Klee (*Trifolium repens*), während die übrigen Spezies jeweils in nur ein bis drei Aufnahmen der Jahre 2011 und 2012 vorkommen. Das in allen Vegetationsaufnahmen der Energieholzkulturen auftretende Rote Straußgras (*Agrostis capillaris*) ist ein Vertreter der Klassengruppe und gilt als Rohbodenpionier. *Erodium cicutarium* (Gewöhl. Reiherschnabel) und *Trifolium campestre* (Feld-Klee) sind Vertreter der Sand- und Felsrasen (Klasse Sedo-Scleranthetea) und kamen 2011 und 2012 ausschließlich in den Aufnahmen von KU1 vor.

Die Klassengruppe der waldnahen Staudenfluren und Gebüsche ist in wenigen Aufnahmen durch *Hypericum perforatum* (Echtes Johanniskraut, KU1 und KU4), Klassencharakterart der Trifolio-Geranietea, Staudensäume an Gehölzen), *Campanula rapunculus* (Rapunzel-Glockenblume, KU1), Verbandskennart des Geranion sanguinei (Blutstorchschnabel-Saumgesellschaft) und der Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*, KU2), Kennart der Klasse Epilobietea (Waldlichtungs- bzw. Schlagfluren), repräsentiert. Häufiger kommt das Schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*, KU2, KU3 und KU4) vor, das als Ordnungskennart der Atropetalia ebenfalls auch Klassenkennart der Epilobietea ist.

Wald- und Gehölzarten fehlen (noch) in den Aufnahmen der Energieholzkulturen. Lediglich Jungpflanzen der Sal-Weide (*Salix caprea*) traten in geringer Individuenzahl in den Aufnahmen KU1 und KU2 auf. Als Gehölzpioniere sind sie dem Verband Sambuco-Salicion capreae (Holundergebüsche) zugeordnet.

Die in den Aufnahmen des KUP-Vorgewendes recht zahlreich vertretenen Arten der trockeneren ausdauernden Ruderalfluren der Verbände Onopordion acanthii und Dauco-Melilotion (Tabelle A4) sind durch Einsaat eingebracht wurden und haben daher keinen diagnostischen Wert für die soziologische Beschreibung des Arteninventars des Biotoptyps. Das untersuchte Vorgewende zeigt gegenüber den Energieholzkulturen besonders im zweiten Untersuchungsjahr (2012) höhere Anteile von Grünlandarten, bei gleichzeitig starker Präsenz von Arten der Ackerfluren, der ein- und mehrjährigen Ruderalfluren sowie Arten der Tritt- und Kriechrasen.

Insgesamt 36 (ca. 26%) der insgesamt 141 mit den Vegetationsaufnahmen erfassten Spezies sind nach Ellenberg (1991) pflanzensoziologisch indifferente Arten (Tabelle 61).

Strukturelle Merkmale der natürlichen Begleitflora der Energieholzkulturen:

Neben der Artenzusammensetzung kommt den strukturellen Merkmalen der natürlichen Begleitvegetation in den Energieholzkulturen für die Biodiversität der Flächen bzw. des Landschaftsausschnittes eine wichtige Rolle zu, da die am Bestandsaufbau beteiligten Spezies für zahlreiche Tierarten eine Schlüsselfunktion als Nahrungs- und Habitatpflanzen besitzen. Durch das Ausbleiben von Bodenbearbeitung und Nutzung/Pflege der Krautschicht entwickelt diese, wie zuvor beschrieben, deutlich höhere Deckungsgrade bei gleichzeitig stärker ausgeprägter vertikaler Strukturierung im Vergleich zur Wildkrautflora der vor der Bestandsgründung der KUPs an gleicher Stelle existierenden, konventionell bewirtschafteten Äcker. Der Wegfall der ackerbaulichen Nutzung ermöglicht zudem das Überdauern lebender oder abgestorbener Pflanzenteile über das gesamte Winterhalbjahr, zudem bleiben die ausgebildeten Samen der Pflanzen über die landwirtschaftlichen

Beerntungszeiten hinaus für Vogelarten oder Kleinsäuger als Nahrungsquelle verfügbar. Hohle Stängel überständiger Stauden (z.B. von *Cirsium arvense*, *Epilobium angustifolium*, *Sonchus asper*, *Rumex crispus* oder *Hypericum perforatum*) dienen der Eiablage oder sind Winterquartiere für zahlreiche Spinnen und Insekten (Käfer, Schmetterlinge, Heuschrecken u.a.) und deren Larven- und Puppenstadien. Die abgestorbene Pflanzendecke bietet zudem zahlreiche Versteckmöglichkeiten und Schutznischen auch nach Ende der Vegetationsperiode.

Die Wuchshöhe der Begleitflora in den KUP-Flächen weist standortabhängig Spannweiten von nur einigen Zentimetern bis zu deutlich über 1,5 Metern auf. Die an Biomasse reichste, unterste Schicht bilden hauptsächlich kleinwüchsige Arten der Ackerwildkrautfluren, der Kriech- und Trittrasen, die Blattrosetten höherwüchsiger Stauden sowie die Blattorgane der Horst- und Ausläufergräser. Höhen von einem Meter und darüber erreichen u.a. Acker-Kratzdistel, Schmalblättriges Weidenröschen, Rauhe Gänsedistel oder Wiesen-Knäuelgras. Schichten von 25 bis 50 cm erlangen bei voller Wuchshöhe relativ wenige Arten, so z.B. Drüsiges Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*), Gewöhnlicher Hornklee (*Lotus corniculatus*) und Vielsamiger Gänsefuß (*Chenopodium polyspermum*). Spreizklimmende Pflanzen wie *Fallopia convolvulus* (Gewöhnlicher Windenknöterich), *Vicia hirsuta* (Rauhhaarige Wicke) oder *Galium aparine* (Gewöhnliches Klebkraut) nutzen höher wachsende Stauden oder die gepflanzten Pappeln um empor zu winden.

In vegetationsreichen Energieholzflächen, insbesondere während der weniger stark verschatteten Aufwuchsstadien im Folge- und zweiten Jahr nach Beerntung der Pappeln, besteht häufig ein starkes Angebot an blühenden ein- und mehrjährigen Kräutern und Stauden, deren Blütenangebot von einer Vielzahl von Insekten zur Nahrungsaufnahme genutzt wird. Beispielsweise trat in KU1 im Frühjahr 2011 nach voraus gegangener Ernte der Pappeln großflächig ein Massenaspekt von Echter Kamille (*Matricaria chamomilla*) und Gewöhnlichem Reiherschnabel (*Erodium cicutarium*) auf, der im Sommer von Weiß-Klee (*Trifolium repens*) und Gewöhnlichem Hornklee abgelöst wurde.

Mit zunehmender Verschattung in den älteren Wuchsstadien der Pappeln geht das Struktur- und Blütenangebot der Krautschicht deutlich bis dramatisch zurück. Zudem konzentriert sich – mit einer Verschiebung von generativem zu mehr vegetativen Wachstum einhergehend – die vertikale Biomasseverteilung in einer noch mehr oder minder stark deckenden bodennahen Schicht, über die wenige bis einige Hochstauden als „Überhälter“ hinausreichen. Aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht spricht daher einiges dafür, dass die Wirkungen der Kurzumtriebsplantagen und ihrer Begleitflora in den jüngeren Aufwuchsstadien der Nutzpappeln in Bezug auf deren Funktion als Biodiversität und Biotopverbund fördernde Elemente mehr Leistungen bereitstellen als ältere Stadien.

Diskussion Entwicklung der Energieholzkulturen aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht:

Der Vergleich der Artenzahlen der natürlichen Flora zwischen den Referenzflächen (4-28 Spezies) und den vegetationskundlichen Aufnahmen der Energieholzkulturen (7-35 Spezies) belegt einen durchschnittlich starken Zuwachs an Pflanzenarten auf den neu etablierten Nutzflächen. Besonders deutlich fällt dies im Vergleich mit der untersuchten, konventionell bewirtschafteten Ackerfläche (4 Arten 2011, 8 Arten 2012) auf. Diese Ackerfläche ist repräsentativ für den überwiegenden Anteil der Ackerflächen des Landschaftsausschnittes mit – gemessen am Naturraum – aus landwirtschaftlicher

Sicht günstigen Böden. Sie repräsentiert ebenso denjenigen Flächentyp, der am Standort Haine größtenteils für die Umwandlung in Energieholzkulturen in Anspruch genommen wurde.

Die Dokumentation der Gesamtdeckungsgrade der Krautschicht zeigt eine entsprechende Entwicklung: bei einer Spannweite von 14 bis 82% erreichen die Deckungsgrade in den KUP-Aufnahmen Maximalwerte, die nur 10-20% unter denjenigen im Bereich der untersuchten Offenland-Referenzflächen (Wiese, Brache) liegen. In der aufgenommenen Ackerfläche lag der Gesamtdeckungsgrad der Wildkrautflora bei lediglich 1%. Wildkrautreichere Äcker der KUP-Umgebung wiesen dagegen Deckungswerte von bis zu über 50% auf und sind bei der Beurteilung der Leistungen der Agrarholzkulturen und den praxisrelevanten Schlussfolgerungen zu berücksichtigen.

Durch den Bestand der großflächigen Energieholzkulturen im Gebiet Haine seit 2008 und die in den Jahren 2009 (Stecklingsgewinnung) und den Wintern 2010/2011 sowie 2011/2012 erfolgten Teilbeerntungen, können die Ergebnisse der floristisch-vegetationskundlichen Untersuchungen, in Abhängigkeit von den unterschiedlichen „Altersstadien“ der Kulturen (unechte Zeitreihe), einer differenzierteren Betrachtung unterzogen werden. Die Bandbreite von frisch beernteten Flächen bis zum erntereifen, vierjährigen Pappelbestand ermöglicht die Interpretation der aus einem vollständigen Wuchszyklus gewonnenen Daten:

Die höchsten Gesamtdeckungsgrade der Krautschicht wurden jeweils in der der winterlichen Beerntung folgenden Vegetationsperiode festgestellt (KU1 72%, KU3 82%, KU4 77%). Mit zunehmendem Alter der überschirmenden Pappeln sinkt die Bedeckung des Bodens durch die Krautschicht jährlich um etwa 10% (KU1 2011 72%, 2012 63%; KU2 2011 62%, 2012 52%). Der Anstieg des Gesamtdeckungsgrades nach der Beerntung fiel am Standort KU1 besonders dramatisch aus (2011 14%, 2012 77%). Hier erreichte 2011 der Deckungsgrad der Agrargehölze mit 90% den größten Wert im Vergleich aller vier untersuchten Standorte. In der Fläche KU3 bedeckte die Krautschicht 2011 im Jahr vor der Beerntung noch 70% des Bodens, 2012 waren es 82% (Tabelle 59). Der Anstieg der Gesamtdeckungsgrade der Krautschicht nach Beerntung wird in der Regel von einer Zunahme der Pflanzenarten begleitet. So stieg die Artenzahl in der Untersuchungsfläche KU3 von 20 Spezies in 2011 auf 35 Arten der Wildkrautflora in 2012, am Standort KU4 fiel die Zunahme von 7 (2011) auf 27 Spezies (2012) noch deutlicher aus. Ein anderes Bild ergibt sich auf der Fläche KU1, wo 2011 nach der winterlichen Beerntung 24, 2012 unter den gut einjährigen Pappeln – trotz einer um ca. 10% gesunkenen Gesamtdeckung der Krautschicht – 32 Pflanzenarten erfasst werden konnten. Auf KU2 blieb die Artenzahl mit 16 (2011) gegenüber 18 Spezies (2012) im zwei- bzw. dreijährigen Abstand zur Stecklingsgewinnung weitgehend konstant (siehe Abbildung 68).

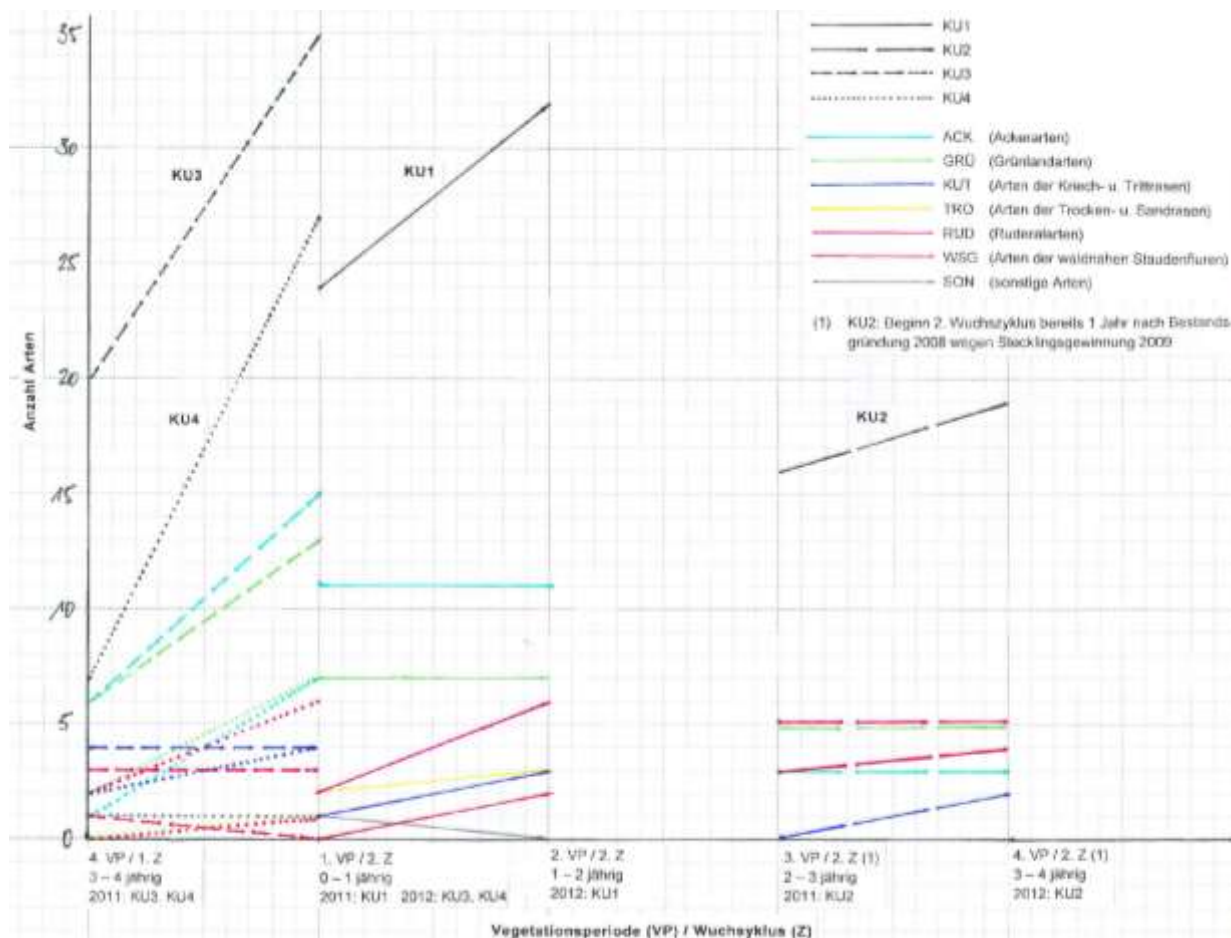


Abbildung 68: Entwicklung der Artenzahlen und Verteilung der Habitatpräferenzen der Arten in den Vegetationsaufnahmen der Energieholzskulturen am Standort Haine als unechte Zeitreihe (Allendorf/Hessen).

Die genauere Analyse der am Bestandsaufbau beteiligten Gräser und Kräuter erfolgt unter Berücksichtigung ihrer Habitatpräferenzen und pflanzensoziologischen Bindung. Die Zunahme der dem Lebensraum Acker zugeordneten Arten von 6 bzw. 1 (2011) auf 15 bzw. 7 Spezies (2012) in den Flächen KU3 und KU4 belegt das verstärkte Auftreten von einjährigen Therophyten der Segetalflora im ersten Jahr nach der Beerntung der Pappel-Kulturen (siehe Tabelle 1 und Abbildung 68). In Fläche KU4 ist im gleichen Zeitraum auch eine Zunahme von ein- bis mehrjährigen Arten der Kriech- und Trittrassen (KUT) sowie der Ruderalfluren (RUD) zu verzeichnen. Gleiches trifft auch auf den Standort KU1 zu, hier allerdings wurden bereits vor der ersten Erfassung in 2011 die Pappeln beerntet. Die „atypische“ Tendenz in KU1 – Anstieg der Artenvielfalt im zweiten gegenüber dem ersten Jahr nach Beerntung – unterstreicht die leichte Zunahme von Arten der Trocken- und Sandrasen (2011 2, 2012 3 Spezies) und mit *Campanula rapunculus* und *Salix caprea* das erstmalige Auftreten von Vertretern der waldnahen Staudenfluren und Gebüsche in 2012. Der jeweils hohe Anteil von Spezies, die den Lebensräumen Acker und Grünland zuzuordnen sind, bleibt in KU1 in den Jahren 2011 und 2012 im ersten bzw. zweiten Jahr nach Entnahme des Pappelaufwuchses konstant. Nahezu gleichbleibend fällt im Jahresvergleich 2011/2012 die Bilanz hinsichtlich Artenzahl und Habitatpräferenzen der Arten für die Fläche KU2 aus. Eine deutliche Zunahme verzeichnen die Grünlandarten auf den

Untersuchungsflächen KU3 (2011 6, 2012 13 Spezies) und KU4 (2011 2, 2012 7 Spezies) nach Ernte der Pappeln im Winter 2011/2012.

Im Anhang stellt Tabelle 156 diejenigen Spezies der Wildkrautflora heraus, die regelmäßig (mit einer Stetigkeit von über 40%) in den Aufnahmen am Ackerstandort, den vier KUP-Untersuchungsflächen und innerhalb des untersuchten Blühstreifens auftraten. Insgesamt handelt es sich um 18 Arten, davon 4 Spezies der Süßgräser und 14 dikotyle Kräuter. Unter diesen bilden in den Aufnahmen der Energieholzkulturen und des Vorgewendes acht Spezies mit der Habitatpräferenz Acker die größte Gruppe (*Capsella bursa-pastoris*, *Cirsium arvense*, *Fallopia convolvulus*, *Matricaria chamomilla*, *Myosotis arvensis*, *Tripleurospermum inodorum*, *Vicia hirsuta* und *Viola arvensis*). Die ebenfalls überwiegend kurzlebigen Arten der Kriech- und Trittrasen sind mit *Poa annua*, *Plantago major* und *Rumex crispus* vertreten. Neben vier Grünland präferierenden Arten (*Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale* agg. und *Trifolium repens*) bevorzugen drei weitere Spezies (halb)rudernale Standorte (*Elymus repens*, *Epilobium ciliatum* und *Galium aparine*). In allen Aufnahmen der Energieholzkulturen – zudem mit in der Regel höheren bis hohen Deckungsgraden – vertreten sind *Elymus repens*, *Cirsium arvense* und *Taraxacum officinale*, die als Kennarten von Klassengruppen bzw. als indifferente Arten pflanzensoziologisch am weitesten streuen.

Zusammenfassend kann nach derzeitigem Stand der Untersuchungen die Vegetationsentwicklung im Bereich der untersuchten Energieholzkulturen wie folgt beschrieben werden: Gegenüber den Referenzflächen der Umgebung, insbesondere den konventionell bewirtschafteten Äckern (im Regelfall Ausgangsflächen für die 2008 erfolgte Umwandlung in Kurzumtriebsplantagen), kann ein z.T. starker Zuwachs in Bezug auf die Gesamtartenzahlen und die Deckungsgrade der Wildkrautflora verzeichnet werden. Am häufigsten vertreten sind Spezies der Ackerwildkraut- bzw. Segetalflora, ebenfalls häufig, wenn auch in etwas geringerem Umfang, treten Grünlandarten auf. Regelmäßig, aber deutlich weniger vielfältig sind kurzlebige Ruderalarten, Vertreter der Kriech- und Trittrasen sowie der ausdauernden, nährstoffliebenden Ruderalfluren am Bestandsaufbau beteiligt. Unregelmäßiger und seltener konnten Arten der waldnahen Staudenfluren und der Trockenrasen erfasst werden. Den Hecken und Gebüsch sowie Wäldern zugeordnete Arten fehlten (noch) in allen Untersuchungs-/Wuchsstadien der Energieholzflächen. Ebenso spielen Ausläufer der Kulturpappeln keine nennenswerte Rolle in Kraut- oder Strauchschicht.

Während viele der in den Referenzflächen der KUP-Umgebung gefundenen Arten eine enge Bindung an die jeweiligen Lebensräume (Habitatpräferenz) bzw. deren charakteristische Pflanzengemeinschaften (soziologische Zuordnung) haben, streuen die in den Aufnahmen der Energieholzkulturen dokumentierten Arten diesbezüglich wesentlich stärker. Soziologisch sind sie Vertreter zahlreicher Klassen und nachgeordneter Einheiten der Klassengruppen „krautige Vegetation oft gestörter Plätze“ und „anthropo-zoogener Heiden und Rasen“.

Im Vergleich der unterschiedlichen Alters-/Wuchsstadien der KUP-Schläge, die im Sinne einer „unechten Zeitreihe“ untersucht werden konnten, konnte durchgängig eine Abnahme des Gesamtdeckungsgrades der Krautschicht, auf den meisten Flächen auch eine Abnahme der Gesamtartenzahl, mit zunehmendem Alter der überschirmenden Pappeln fest gestellt werden.

Bezüglich der Zusammensetzung des Artenspektrums (Gruppierung nach Habitatpräferenzen und pflanzensoziologischer Zuordnung) lassen sich nach Analyse der Untersuchungsergebnisse noch keine eindeutigen Tendenzen ableiten: Im Vergleich aller Altersstadien zeigt sich ein verhältnismäßig stabil bleibendes Verhältnis in der Präsenz der dominierenden Artengruppen der kurzlebigen Segetal- und Ruderalarten einerseits und den Grünlandarten andererseits. Dies gilt auch, wenn man die Deckungsgrade der einzelnen Arten berücksichtigt (Tabelle 154 und Tabelle 155). Die in der Arbeitsgruppe diskutierte Hypothese, dass mit jedem weiteren Wuchszyklus nach der Beerntung das Aufkommen der kurzlebigen Segetal- und Ruderalarten gegenüber dem vorausgegangenen Zyklus ab- und die Verbreitung der Grünland-, ausdauernden Ruderal- und Saumarten zunimmt (siehe Abbildung 233) findet demnach noch keine klare Entsprechung in der Untersuchung des zweiten Wuchszyklusses, bestehend aus dem ersten bis zweiten Jahr nach der ersten Beerntung (KU1-KU4) und dem dritten bis vierten Jahr nach Bestandsgründung (KU2, KU3, KU4). Die Verbreitungsmuster derjenigen Artengruppen, die derzeit weniger häufig in den KUP-Flächen auftreten (Arten der ausdauernden Ruderalfluren, der Trockenrasen und der walddahen Staudenfluren) weisen generell standort- und jahresbedingte Schwankungen ohne einheitliche Entwicklungstendenzen auf.

Die floristisch-vegetationskundlichen Aufnahmen im Bereich der Energieholzflächen (Tabelle 156) offenbaren trotz der relativ hohen Zahl erfasster Arten in der natürlichen Krautschicht (Tabelle 59: 80 Spezies, einschließlich Arten des Ackers und KUP-Vorgewendes), dass sich das Artenspektrum weitgehend aus lokal bis überregional (national) häufig bis sehr häufig vorkommenden Pflanzen zusammensetzt. Besonders häufige Ubiquisten wie *Agrostis capillaris* und *Taraxacum officinale* oder die „Problemunkräuter“ *Cirsium arvense* und *Elymus repens* zeigen zudem die höchste Stetigkeit in den Vegetationsaufnahmen bei in der Regel stärkeren Deckungsgraden. Mit *Lepidium campestre* (Feld-Kresse), *Fumaria officinalis* (Gebräuchlicher Erdrauch) und *Aphanes arvensis* sind nennenswerte (konkurrenzschwächere) Arten der Ackerbegleitflora oder die bereits genannten Arten mit der Habitatpräferenz Trockenrasen nur sporadisch in den Energieholzflächen vertreten, seltene und/oder gefährdete Pflanzenarten fehlen dort gänzlich.

Diskussion Faktoren der Vegetationsentwicklung:

Mit der 2008 erfolgten Umwandlung der Ackerflächen in Energieholzkulturen am Standort Haine haben sich die Bedingungen für die Entwicklung der natürlichen Vegetation auf diesen Flächen grundlegend geändert: Nach der einmaligen Herbizid-Vorbehandlung zur Unterdrückung der Wildkrautfluren in der ersten Phase der Bestandsgründung fanden im Gegensatz zur ackerbaulichen Vornutzung weitere Eingriffe durch die Gabe von Spritzmitteln oder mineralischen und organischen Düngern seither nicht mehr statt. Eine Ausnahme bildete die mechanische Unkrautbekämpfung durch Fräsen der oberen Bodenschicht zwischen den Pappelreihen auf Teilflächen von KU3 im Frühjahr 2012. Durch das Entfallen der vormaligen Nutzung (Pflügen, Eggen etc.) stellen sich lange und störungsfreie Ruhezeiten für die Böden, die Pflanzen- und Tierwelt ein, vergleichbar mit der Stilllegung von Äckern und anschließender Verbrachung.

Der Aufwuchs der gepflanzten Energiehölzer schließlich komplettiert als weiterer maßgeblicher Faktor die vollständig geänderten Wuchsbedingungen für die Pflanzen der natürlichen Krautschicht. Nach

den Beobachtungen und Erhebungen der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 erreichen die Pappeln nach 3- bis 4-jähriger Wuchszeit maximale Wuchshöhen von sieben Metern und Deckungsgrade von bis zu 90% der Bodenoberfläche. Durch das mehrstämmige Austreiben der Nutzhölzer nach erfolgter Beerntung ist davon auszugehen, dass sich deren Deckungsgrade in nachfolgenden Wuchszyklen durchschnittlich noch erhöhen werden. Die durch die Überschirmung entstehende Verschattung der Bodenvegetation hat einen starken Einfluss auf die Wuchsbedingungen der Gräser und Kräuter der Begleitflora. Sie unterliegt allerdings starken Schwankungen im Verlaufe des jeweiligen Wuchszyklusses einer Energieholzkultur. So hemmte die ausgeprägte Frühjahrstrockenheit in 2011 lange Zeit den Wiederaustrieb der Monate zuvor auf der Fläche KU1 geernteten Pappeln mit der Folge, dass deren Deckungsgrad bis zum Frühsommer lediglich einen Minimalwert von einigen wenigen Prozent erreichte.

Die zahlreichen Befunde und Beobachtungen im Rahmen der Biotopkartierung und der vegetationskundlichen Untersuchungen legen nahe, dass neben der verschattenden Wirkung der Energiehölzer auch deren jährlicher Laubfall erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der natürlichen Begleitvegetation hat. Insbesondere in Teilarealen, wo skelettarme, „glatte“ Bodenoberflächen anzutreffen sind, lagert sich die Laubstreu der Pappeln in einer flachen, geschlossenen Decke „teppichartig“ ab (z.B. auf KU4, 2011) und sorgt dafür, dass die Keim- und Wuchsbedingungen für Kräuter und Gräser zusätzlich eingeschränkt werden. Die glatte Bodenoberfläche steht in diesen Bereichen vermutlich mit der einschlammenden Wirkung von (starken) Regenfällen auf die skelettarmen Böden in Verbindung. Ebenso wie die Verschattung fördert die Laubbedeckung der Böden das generative Wachstum einiger weniger unter diesen Bedingungen noch wuchsfähiger Spezies (z.B. *Agrostis capillaris*, *Elymus repens*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*) und behindert umgekehrt das generative Pflanzenwachstum bzw. die Samenentwicklung und -keimung der Pflanzen. Gerade die Befähigung der Gräser zur vegetativen Vermehrung (Ausläuferbildung) kann auf solchen Flächen unter dem Einfluss zunehmender Verschattung eine vergleichsweise stärkere „Vergrasung“ verursachen. Dies ist nicht unbedingt gleichbedeutend mit einer Zunahme von Grünlandarten, sind hierbei doch vor allem die eben benannten *Agrostis capillaris* und *Elymus repens* beteiligt.

Auf skelettreicheren Böden, die vor allem in Kuppen näherer Lage der Energieholz-Anbauflächen anzutreffen sind, zeigt sich teilweise ein anderes Bild. Mit Einschränkungen unabhängig vom Alter und Deckungsgrad der überschirmenden Pappelkulturen, bestehen dort offensichtlich günstigere Wuchsbedingungen für die Arten der Krautschicht. Hier bildet die Laubstreu der Pappeln in der Regel keine durchgängig verdämmende Schicht und es existiert eine deutlich „rauere“ Bodenoberfläche, die offensichtlich zahlreiche Kleinst- und Keimnischen für das Aufwachsen der Begleitflora bietet. Mehrjährige Beobachtungen und Erfahrungen des Verfassers auf anderen KUP-Standorten der Viessmann Werke (Laisa, Holzhausen, Battenfelder Driescher etc.) stützen die Annahme, dass der standortabhängigen (u.a. Geologie, Bodenart, Skelettanteil) Beschaffenheit der Bodenoberfläche eine erhebliche Rolle für die Ausprägung der Krautschicht zukommt. Am Standort Haine konnten – wenn auch nicht in höherer Dichte – sowohl im Rahmen der Biotopkartierung als auch bei den vegetationskundlichen Aufnahmen in solchen Teilabschnitten der Flächen KU1 und KU2, deren Böden

skelettreicher sind, mit *Campanula rapunculus* (Rapunzel-Glockenblume), *Lepidium campestre*, *Trifolium campestre* oder *Galium verum* (Echtes Labkraut) Arten gefunden werden, die in den sonst häufig von Ubiquisten beherrschten Begleitfluren der KUPs nicht angetroffen werden konnten. Auch der Anstieg der Gesamtartenzahl in der von verhältnismäßig skelettreichem Boden geprägten Aufnahme­fläche KU1 vom ersten zum zweiten Jahr nach der Pappelernte, trotz zunehmender Beschattung (Tabelle 59), kann als Indiz für die geschilderten Zusammenhänge zwischen den Standortmerkmalen und der Vegetationsentwicklung gedeutet werden.

Ergänzend zu den Ausführungen über die möglichen Einflüsse der verdämmenden Laubschicht (und Verschattung) auf die Entwicklung der KUP-Begleitflora kann gefragt werden, ob diese Faktoren nicht dauerhaft eine partielle Bodenoffenheit der Standorte gewährleisten, die insbesondere nach den Pappel-Berntungen gerade den annuellen Pflanzenarten zyklisch ein Entfaltungshoch sichert (im Gegensatz zu überschirmungs- bzw. gehölzfreien Brachen). Unter Umständen werden die Ackerarten somit nicht durch eine im Laufe weiterer Wuchszyklen der Energiehölzer zunehmende Konkurrenz der Grünland-, Saum- und ausdauernden Ruderalarten limitiert. Auch weisen die innerhalb des ersten Wuchszyklusses gefundenen Ergebnisse der floristisch-vegetationskundlichen Untersuchungen nach, dass die Pflanzenvertreter aller Habitatgruppen in den älteren Altersstadien der Agrarholzkulturen im Mittel Einbußen hinsichtlich Artenzahlen und Deckungsgraden erleiden.

Die langen, störungsfreien Ruhezeiten innerhalb der KUP-Flächen ermöglichen im Vergleich zu den konventionell bewirtschafteten Ackerlebensräumen nicht nur die Ausbildung einer erheblich artenreicheren und stärker deckenden Krautschicht, vor allem aus dem bestehenden Diasporenvorrat der Böden und den durch Windverbreitung (anemochor) eingetragenen Samen. Spätblühende Pflanzenarten können über den Spätsommer hinaus vermehrt zur Samenreife gelangen, sodass insgesamt (zunächst) mit einer verstärkten Anreicherung der Samenvorräte auf und in den Böden auszugehen ist. Eine positive Prognose für die langfristige Entwicklung der natürlichen Begleitflora hinsichtlich Artenvielfalt und -zusammensetzung kann daraus jedoch noch nicht abgeleitet werden. Für die rezent vorhandenen Arten werden die entstandenen bzw. entstehenden Keimungs- und Etablierungsbedingungen von entscheidender Bedeutung sein. So kann das Ausbleiben der regelmäßigen oder zumindest in mehrjährigen Abständen erfolgenden, wendenden Bodenbearbeitung die Keimungsvoraussetzungen für die annuellen Ackerwildpflanzen zugunsten ausbreitungsfreudiger und ausdauernder Spezies (z.B. *Taraxacum officinale*) verschlechtern und zum mittel- bis längerfristigen Rückgang dieser Arten führen, wie Albrecht et al. (2009) am Beispiel der Entwicklung auf Stilllegungsflächen belegt. Die nach dem Abreifen auf den Boden fallenden Diasporen der Annuellen sind unter den gegebenen Bedingungen starken Keimreizen und einem hohen Mortalitäts- und Prädationsrisiko ausgesetzt, hingegen bestünden bei Einarbeitung in die Böden durch Lichtabschluss und ausgeglichene Umweltbedingungen wesentlich günstigere Bedingungen für die Entwicklung einer dormanten Samenbank. Eindeutige Zusammenhänge zwischen den geschilderten Faktoren und den im Rahmen des ELKE-Projektes am Standort Haine in 2011 und 2012 gewonnenen Daten zur Vegetationsentwicklung auf den KUP-Flächen lassen sich derzeit allerdings noch nicht nachweisen. In welchem Umfang die Möglichkeiten für die Keimung und nachhaltige Etablierung von Therophyten bzw. Rohbodenkeimern in den verschiedenen Wuchsstadien der KUP erhalten bleiben,

ggf. auch unter der Maßgabe verschiedener Bewirtschaftungsvarianten, wäre durch längerfristige Untersuchungen zu prüfen. Bei den Etablierungs- bzw. Verdrängungsprozessen ist zudem die maßgebliche Rolle der zwischenartlichen Konkurrenz- und Wechselwirkungen zu berücksichtigen.

Neben der Entwicklung der KUP-Begleitflora aus dem vorhandenen Diasporenvorrat der ehemaligen Äcker und den anemochor massenhaft eingetragenen Arten (vor allem Asteraceen, z.B. *Cirsium arvense*, *Sonchus asper*, *Taraxacum officinale*) kommt dem weiteren Eintrag von Samen aus den verschiedenen Lebensräumen der Umgebung, die als potenzielle Quellbiotope dienen können (vgl. Referenzflächen), derzeit vermutlich nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Dies betrifft insbesondere den Eintrag durch zoochore und hemerochore Aus- und Verbreitungsmedien, die bei der historischen Entwicklung der durch regelmäßige Bodenstörung gekennzeichneten Ackerbiotope (einschl. der Frühformen des Nutzungstypes) eine bedeutsame Rolle spielten bzw. spielen.

Diskussion Entwicklung der Ackerlebensräume im historischen Rückblick:

Die Energieholzkulturen im Untersuchungsraum Haine wurden auf zuvor ackerbaulich (in der Regel Getreideanbau) genutzten Flächen begründet, deren Diasporenbanken in den neuen Nutzungstyp „mitgegeben wurden“. Unter anderem deshalb lohnt ein Blick auf den historischen Entwicklungs- und Wandlungsprozess der Ackerlebensräume und ihrer Vegetationsausstattung, der auch Bedingungen und Grenzen der Etablierung und Förderung von Arten der Ackerwildkrautfluren und anderer Formationen in den Energieholzkulturen und im Rahmen von deren Bewirtschaftung aufzeigen kann.

Nur der kleinere Teil der heutigen Ackerwildpflanzen gehört zu den einheimischen Spezies, die bereits in der Jungsteinzeit (Neolithikum) in Mitteleuropa vorkamen. Dazu gehören Vogelmiere (*Stellaria media*), Gemeiner Rainkohl (*Lapsana communis*), Kletten-Labkraut (*Galium aparine*), Vielsamiger Gänsefuß (*Chenopodium polyspermum*), Knöterich-Arten (*Polygonum sp.*), Gänsedistel-Arten (*Sonchus sp.*) oder die Gemeine Quecke (*Elymus repens*) (Hofmeister/Garve 1988). Diese Arten zählten zu den Erstbesiedlern des in neolithischer Zeit einsetzenden, frühen Feldbaus, der durch unregelmäßige Bewirtschaftung mit mehrjährigen Anbau- und Brachephassen einschließlich Beweidung der Flächen gekennzeichnet war („wilde Feldgraswirtschaft“). Ausdauernde, ebenfalls indigene Arten spielten in diesen frühzeitlichen, noch nicht durch regelmäßige Bearbeitung und Offenhaltung der Böden geprägten Anbaukulturen eine entsprechend große Rolle, während die annuellen Segetalfluren noch artenarm waren (Bonn/Poschod 1998).

Über „modernere“, gewandelte Formen der Feldgraswirtschaft führte die Entwicklung ab dem frühen bis in das spätere Mittelalter in Mitteleuropa – neben der Etablierung anderer Nutzungssysteme, wie z.B. des Waldfeld- bzw. Brandfeldbaus – zur Einführung der Dreifelderwirtschaft, verbunden mit einer Ausdehnung der Anbau- und Bestellphasen gegenüber den Bracheperioden. Zusammen mit dem Aufkommen der wendenden Bodenbearbeitung während der Römerzeit, verbesserten sich dadurch die Wuchsbedingungen für die annuellen gegenüber den perennierenden Arten. Auch setzte eine Trennung der Acker- und Grünlandvegetation ein. Diese Trennung vollzog sich endgültig mit der Einführung der verbesserten Dreifelderwirtschaft ab Mitte/Ende des 18. Jahrhunderts mit dem Wegfall der Brachephase zugunsten des Hackfruchtanbaus bei gleichzeitiger Differenzierung der Annuellengesellschaften. Die Technisierung der zunehmend großflächig arbeitenden Landwirtschaft

führte schließlich, stark forciert ab Mitte des 20. Jahrhunderts, bis zur Gegenwart zu einer Entdifferenzierung (Uniformierung) und Verarmung der natürlichen Ackerbegleitflora und einem Wiederaufkommen von artenarmen, ein- und mehrjährigen Brachen (Bonn/Poschlod 1998).

Die Auswirkungen der geschichtlichen bis rezenten Bewirtschaftungsformen auf die jeweilige Vegetationsausstattung der Anbausysteme in den genannten Kulturphasen werden nachfolgend einer differenzierteren Betrachtung unterzogen: Die regelmäßige Störung des Bodens – mit der dauerhaften Schaffung und Erhaltung von Pionierstandorten – als herausragendem Merkmal der acker- bzw. feldbaulichen Nutzung durch Hacken (Frühformen des Feldbaus) oder Pflügen (ab Römerzeit Etablierung des Beetpfluges bereits im Bereich der Nordseeküste, im Zuge der Dreifelderwirtschaft weitere geografische Verbreitung) erfolgte bis zur Einführung des Räderpflugs in der Neuzeit nur bis zu einer Bearbeitungstiefe von etwa 15 cm. Die positive Selektionierung zugunsten annueller Arten nahm durch die sich verändernde mechanische Bodenbearbeitung schrittweise zu und führte zur Etablierung von immer mehr Therophyten in den Kulturen. Dabei wurden die Segetalfluren zunehmend durch einwandernde und z.B. durch Saatgutverbreitung eingeführte Pflanzenspezies (Archäophyten, Neophyten) angereichert. Die geringe Bearbeitungstiefe förderte die Überlebensfähigkeit der gebildeten Samen und die Keim- und Etablierungsmöglichkeiten der Arten. Auch Zwiebelgeophyten wie *Allium vineale* (Weinbergs-Lauch) profitierten von den Bedingungen. Im Gegensatz dazu schränkt die tiefe Bodenbearbeitung des modernen Ackerbaus die Vitalität und Persistenz der Diasporen zahlreicher Begleitarten stark ein und ist ursächlich für die Verarmung der Wildkrautfluren.

Die Brachephasen der früheren Kultursysteme erlaubten darüber hinaus vielen mehrjährigen Pflanzenarten verschiedener Lebensräume der Umgebung in die durch Störung empfänglichen, mehr oder minder rohbödigten Pionierstandorte, einzuwandern. Unter anderem und in besonderem Maße wird dieser Verbreitungsweg den Arten der Magerrasen zugeschrieben, die diese Flächen zur Ausbreitung nutzten. Diese Räume stellten somit die Passierbarkeit zwischen den primären Standorten der Magerrasen her, während nach dem Wegfall der Brachephasen innerhalb der Feld- und Ackeranbaukulturen und mit Einführung festgelegter Gemarkungsstrukturen schließlich eine Fixierung der Magerrasen auf den heutigen Ist-Zustand mit einer Isolation der einzelnen Populationen einherging. Auch zahlreiche Arten der Saum- und ausdauernden Ruderalfluren haben mit hoher Wahrscheinlichkeit die gebotenen Zelgen und Stadien der historischen Kulturflächen besiedelt. Durch die (regelmäßige) Beweidung der Anbau- und Bracheflächen sowie den Einsatz verschiedenster organischer Düngemittel fand zudem ein vielfältiger Diasporenterfer zwischen den Anbausystemen und anderen Lebensräumen der Landschaft statt, der zu einem hohen Samenimport auf die Anbaukulturen führte. Die Düngemittel gelangten über Einstreu oder direkt über den Kot der Weidetiere auf die Flächen. Neben dem Mist der Nutztiere, der bereits über die Futtermittel (Heu, Laubheu, Stroh, Spreu etc.) viele Samenquellen vereinigte, kamen Plaggenmaterial von Heideflächen, Kompost, Gewässerschlam, Erdstreu von Wegrainen, Heuboden- und Straßenkehrschutt, Streuwiesen-Mähgut, Waldstreu, Drusch- und weitere Abfälle als Düngematerialien zum Einsatz. Nicht zuletzt sorgte eine strukturreiche Landschaft dafür, dass über die Kontaktbiotope der Anbaukulturen

z.B. durch autochore und anemochore Verbreitung immer wieder Arten der Umgebung in die Feld- bzw. Ackerbausysteme nachwandern konnten.

Bereits nach Einführung der verbesserten Dreifelderwirtschaft mit Wegfall des Brachestadiums, dem Einführen der Stoppelbeerntung, die ein Ausreifen der Samen vieler Segetalarten verhinderte, und der zunehmend tiefer reichenden Bodenbearbeitung setzten etwa ab Mitte des 19. Jahrhunderts Rückgangstendenzen bei heute gefährdeten Segetalarten ein. Dennoch waren zu Zeiten der vorletzten Jahrhundertwende die Äcker noch artenreich (Bonn/Poschlod 1998). Erst durch die ab Mitte des 20. Jahrhunderts rasant fortschreitende Technisierung der Landwirtschaft setzte eine massive Vegetationsverarmung ein, an der zahlreiche Ursachen beteiligt sind: eine weitere, starke Verengung der Fruchtfolgen, die Ausweitung der Schlaggrößen, verbunden mit dem Verlust von Rückzugsräumen (Saum- und Umgebungsstrukturen, unbefestigte Wegenetze etc.), die Einengung des Kulturartenspektrums und eine optimierte Saatgutreinigung, eine immer tiefere Bodenbearbeitung sowie der Einsatz von synthetischen Herbiziden und mineralischen Düngemitteln (Eutrophierung). Die vermehrte Gabe organischer Dünger in einer gegenüber der Vergangenheit qualitativ stark veränderten Zusammensetzung (Mist, Jauche, Gülle, Klärschlamm) führte ebenfalls zu einer Abnahme der Artenvielfalt durch zusätzliche Eutrophierung und die verfahrensbedingte Aufbereitung der Düngestoffe, die oft in der Regel nur einigen wenigen, harte Samenschalen bildenden Ubiquisten (u.a. *Chenopodium album*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*) ein Überleben ermöglicht. Durch den Einsatz des Mähdreschers verschob sich zwar der Zeitpunkt der Getreideernte um zwei bis drei Wochen nach hinten, sodass die Ackerbegleitarten vermehrt zur Reife gelangen, doch wird ein höherer Diasporenanteil mit der Ernte von der Fläche entfernt. Das Ausblasen der Streu führt zwar zu einer flächendeckenderen Verbreitung der verbleibenden und immer noch zahlreichen Samen. Vermutlich profitieren davon, gerätetechnisch bedingt, allerdings weitgehend nur ubiquitäre Arten, z.B. *Apera spica-venti* und weitere feinsamige Dikotyledonen.

Das Wiederaufkommen ein- und mehrjähriger Brachen in den letzten Jahrzehnten bietet zwar potenzielle Ausbreitungs- und Besiedlungsmöglichkeiten für Pflanzenarten verschiedener Habitatzuordnung. Aufgrund der häufig reduzierten Artenvielfalt in der Umgebung solcher Flächen und des Fehlens oder mangelnden Einsatzes räumlich flexibler Ausbreitungsvektoren (Weidetiere), werden die Brachen aber meist von auf den Äckern und im Grünland weit verbreiteten Ubiquisten besiedelt. In mageren Brachen der Mittelgebirge, die teilweise aus noch vergleichsweise artenreichen Äckern hervorgegangen sind, verschwinden mit dem Ausbleiben der Bodenbearbeitung sukzessive die Florenreste seltenerer Ackerbegleitarten. Der moderne mehrjährige Kleeergrasanbau als Überbleibsel der älteren Formen des Feldbaus ist wegen des Einsatzes bodendeckender, sehr konkurrenzkräftiger Arten in Verbindung mit sofortiger Einsaat nach der Bodenbearbeitung kein Refugium mehr für die Segetalflora (Bonn/Poschlod 1998, Albrecht et al. 2009).

Diskussion Leistungen des Anbausystems der Agrarholzkulturen:

Im Folgenden wird dargelegt, welche funktionalen Leistungen die Agrarholzkulturen in Bezug auf die Vegetationsausstattung und -entwicklung der Anbauflächen liefern können und welchen Beitrag sie darüber hinaus für die Biodiversität und den Biotopverbund des Untersuchungsraumes leisten. Ziel

der Betrachtung ist auch, diese Funktionen im Sinne von Kompensationsleistungen als Instrument der naturschutz- und baurechtlichen Eingriffsregelung darstellbar zu machen.

Referenzbasis für die Beurteilung und Bewertung der vegetationskundlichen Entwicklung auf den KUP-Flächen sollte der unmittelbar vor der Bestandsgründung herrschende Zustand sein. Überwiegend handelte es sich dabei um konventionell und intensiv ackerbaulich bewirtschaftete Flächen, auf denen vor allem Getreide angebaut wurde. Im Rahmen der 2011 durchgeführten Biotopkartierung wurden flächendeckend die an die Agrarholzflächen angrenzenden Äcker erfasst, punktuell erfolgte dort auch eine zweijährige (2011 und 2012) pflanzensoziologische Aufnahme. Von den Ergebnissen dieser Bestandsaufnahmen und Untersuchungen auf den Nachbarflächen lassen sich Rückschlüsse auf den vorherigen Zustand in den 2008 angelegten Agrarholzflächen ziehen. Als Ausgangswert zur Ermittlung der Kompensationsleistung nach Anlage 3 der hessischen Kompensationsverordnung (KV) vom 01.09.2005 und der damit verbundenen Festlegung eines Nutzungstypes gemäß der KV, wären diese Rückschlüsse durch Auswertung von Nutzungs- und Standortdaten flächenbezogen auszuführen.

Im Bereich der Agrarholzflächen wird vor der Etablierung des neuen Anbausystems von einer überwiegend arten- und deckungsarmen Wildkrautflora ausgegangen, analog den hier dargestellten Untersuchungsergebnissen auf den weiterhin ackerbaulich genutzten Nachbarflächen. Gegenüber dem postulierten vorherigen Zustand weist die aktuelle Vegetationsausstattung der natürlichen Begleitflora in den Agrarholzkulturen einen starken Zuwachs in Bezug auf die Gesamtartenzahlen und die Deckungsgrade der Wildkrautflora auf. Hinsichtlich der Habitatpräferenzen und pflanzensoziologischen Zuordnung streuen die am Aufbau der Begleitflora beteiligten Arten im Gegensatz zu den Artenspektren aller in der KUP-Umgebung untersuchten Referenzflächen über eine weite Spanne der für die Gruppierungen jeweils verwendeten Einheiten.

Bei der Bestimmung der Kompensationsleistungen der Agrarholzkulturen sind die (aus vegetationskundlicher Sicht) verschiedenen Qualitäten der unterschiedlichen Wuchsstadien der Kulturen zu berücksichtigen. So stehen den weniger beschatteten, frühen Stadien nach Bestandsgründung bzw. Beerntung der Energiehölzer mit höheren Artenzahlen und Deckungsgraden der Begleitflora die älteren, stärker verschatteten Stadien gegenüber, in denen die Deckungsgrade und Artenzahlen rückläufig sind. Hinsichtlich der Zusammensetzung des Artenspektrums (Gruppierung nach Habitatpräferenzen und pflanzensoziologischer Zuordnung) ließen sich nach Analyse der Untersuchungsergebnisse im Vergleich der verschiedenen Wuchsstadien noch keine eindeutigen Tendenzen ableiten: In allen Altersstadien zeigte sich ein verhältnismäßig stabil bleibendes Verhältnis in der Präsenz der dominierenden Artengruppen der kurzlebigen Segetal- und Ruderalarten einerseits und den Grünlandarten andererseits. Auch das Verbreitungsmuster derjenigen Artengruppen, die weniger häufig in den KUP-Flächen auftreten (Arten der ausdauernden Ruderalfluren, der Trockenrasen und der walddnahen Staudenfluren) zeigt standort- und jahresbedingte Schwankungen ohne einheitliche Entwicklungstendenzen.

Bei der Bewertung der Leistungen des neuen Anbausystems für die Pflanzenwelt ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass sich das Spektrum der natürlichen Begleitflora – trotz der relativ hohen Zahl

erfasster Spezies in diesen Flächen – weitgehend aus häufig bis sehr häufig vorkommenden, ubiquitären Arten zusammensetzt, unter denen sich u.a. einige durchsetzungsstarke „Problemunkräuter“ (z.B. *Taraxacum officinale*, *Cirsium arvense*, *Elymus repens*) befinden. Konkurrenzschwächere, im Naturraum nur zerstreut vorkommende Arten der Ackerbegleitflora wie *Lepidium campestre*, *Fumaria officinalis* oder *Aphanes arvensis* oder Arten mit der Habitatpräferenz Trockenrasen, kommen in der Regel nur sporadisch in den Agrarholzkulturen vor, während seltene und/oder gefährdete Pflanzenarten gänzlich fehlen.

Nach den Ergebnissen der Biotopkartierung liegt der Anteil noch verhältnismäßig wildkrautreicher Äcker mit bis zu 45 Spezies pro Schlag im Umfeld der KUPs bei etwa 14% der gesamten erfassten Ackerfläche. Die Deckungsgrade der Begleitflora in den Kulturen dieser Flächen liegen bei mindestens 30%, z.T. auch deutlich darüber. Diese Befunde sollten zum einen bei der Ermittlung der Vor- bzw. Referenzzustände (Nutzungstypen im Sinne der KV) im Bereich der Agrarholzflächen nicht außer Acht gelassen werden. Zum anderen sollten sie auch bei der Bewertung der Leistungen des neuen Anbausystems, insbesondere für die Segetalflora, vergleichend herangezogen werden.

Mit der Zunahme der ganzjährigen Vegetationsbedeckung innerhalb der Agrarholzkulturen geht, bezogen auf die frühere ackerbauliche Nutzung, eine deutliche Zunahme des Struktur- und Blütenangebotes auf den Flächen einher. Dadurch ist von einer Förderung der mit den erfassten Pflanzenarten und -beständen assoziierten Tiere und Tierlebensgemeinschaften auszugehen. Die Auswirkungen der geänderten, sich mit den verschiedenen Aufwuchsstadien der Agrargehölze dynamisch entwickelnden Habitatstrukturen auf die Zoozönosen werden in den Kapiteln 4.4.3. bis Kapitel 4.4.6 dargestellt.

Für die Bewertung der Gesamt- bzw. Kompensationsleistungen des neuen Anbausystems sind ebenfalls die raumbedeutsamen Wirkungen hinsichtlich Biodiversität und Biotopverbundfunktion zu berücksichtigen: Durch die Überführung von ca. 22 ha Ackerland in Agrarholzkulturen am Untersuchungsstandort Haine wird ein erheblicher Teil des etwa 95 ha umfassenden, struktur- und biodiversitätsarmen Ackerraumkomplexes am Hainer Berg durch den neuartigen Lebensraumtyp ersetzt. Die Lage der Agrarholzflächen erstreckt sich dabei auf das nördliche Zentrum und die nördlichen bis östlichen Abschnitte dieses nunmehr verkleinerten Komplexes. Dort grenzen sie unmittelbar an die mit unterschiedlichen Grünland-, Gehölz- und Magerrasenbiotopen vergleichsweise reich ausgestatteten Landschaftsausschnitte an. Die Agrarholzkulturen reichen von dort aus auf einer Tiefe von bis zu ca. 350 m in den ackerbaulichen Verbund hinein. Entsprechend verkürzen sie die Distanz zwischen der strukturreicheren Landschaft im Norden des Untersuchungsraumes und den südlich am Rand der Edertalau gelegenen, von Grünland dominierten und von Gehölzen, Brachflächen, Saum- und Ruderalfluren strukturreichen Areale.

Mit der Anlage von bislang 1,04 ha Blühstreifen als randliche Vorgewende der Umtriebsplantagen, dem Erhalt zuvor bereits bestehender Graswege bzw. dem Anlegen weiterer Bewirtschaftungsgassen sowie mit dem Auftreten von Bestandslücken durch Ausfall von gepflanzten Pappeln oder Weiden in den Kulturen sind bereits lineare oder kleinflächige, unregelmäßig umrissene Strukturelemente im Sinne „integrierter Biodiversitätsflächen“ (IBF; Schümann et al. 2011) entstanden, die auf planmäßiges

Handeln oder spontane Entwicklung zurückzuführen sind. Die Graswege, Bewirtschaftungsgassen und spontan entstandenen Lücken werden allerdings von extrem artenarmen Pflanzenbeständen besiedelt, deren Wert – zumindest aus vegetationskundlicher Sicht – als gering einzustufen ist. Neben den wenigen, stark dominanten Gräsern (*Dactylis glomerata*, *Elymus repens*, *Lolium perenne*, *Agrostis capillaris*) beschränkt sich deren weiterer Bewuchs meist auf einzeln bis zerstreut vorkommende, in der Regel nährstoffliebende Stauden und Kräuter (*Anthriscus sylvestris*, *Heracleum sphondylium*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*). Formal kann dennoch für solche Flächen ein Biotopwertgewinn im Sinne der Kompensationsverordnung des Landes Hessen ermittelt werden, wenn der aus der aktuellen Vegetation ableitbare Nutzungstyp einen höheren Punktwert besitzt als derjenige der Vornutzung (z.B. Nutzungstyp 11.191 „Acker, intensiv genutzt“ nach Anlage 3 der KV).

Im Bereich der Blühstreifen (Vorgewende) entwickelte binnen Monaten nach deren Anlage im Mai 2011 spontan eine dichte Vegetationsdecke, deren natürliches Inventar sich aber ebenfalls vor allem aus weit verbreiteten, häufigen bis sehr häufigen Arten zusammensetzt. Aufgrund der vergleichsweise hohen Artenzahlen und ausgeprägten Schichtung der Krautschicht kommt diesen ca. 10 m breiten Randstreifen als Ruhestätte, Rückzugsraum und Nahrungshabitat für die Tierwelt, besonders in der Umgebung strukturarmer, intensiv genutzter Flächen eine wertvolle Funktion zu. Allerdings muss abgewartet werden, wie sich die ab Sommer 2011 u.a. zur Eindämmung der Acker-Kratzdistel eingeführte jährlich ein- bis zweimalige Mahd mittel- bis langfristig auf die Vegetation der Blühstreifen auswirkt. Möglicherweise werden durch diesen nivellierenden Eingriff die derzeitig stark ausgeprägten vegetationsdynamischen Prozesse eingeschränkt, was zur Dominanz schnittunempfindlicher Gräser und Kräuter und schrittweisem Rückgang der Artendiversität führen kann.

Tabelle 63: Anwuchs der Praxistestmischung BG1P2011 – Einsaat auf KUP-Vorgewenden ("Blühstreifen") im Teilgebiet Haine.

Art	Vorkommen 2011	Vorkommen 2012
<i>Anthemis tinctoria</i>	s	s - lf
<i>Cichorium intibus</i>	s	s
<i>Daucus carota</i>	s	s
<i>Dipsacus sylvestris</i>		s
<i>Fagopyron esculentum</i>	s	s - lf
<i>Helianthus annuus Uniflorus</i>	s - lf	s - lf
<i>Malva sylvestris</i>	s	s - lf
<i>Malva sylvestris ssp. mauritiana</i>	lf	s
<i>Medicago sativa</i>	s - lf	s - lf
<i>Melilotus albus</i>	s - lf	s - ld
<i>Melilotus officinalis</i>	s	s - lf
<i>Onobrychis viciifolia</i>	s	s
<i>Tanacetum vulgare</i>	s	s
<i>Verbascum thapsus</i>	s	
aufgewachsene Arten ges. (14):	13	13

Legende:

s = selten

lf = lokal frequent

ld = lokal dominant

Bezug: gesamtes TG Haine (Vegetationsaufnahmen u. 0,5 ha –
Aufnahmen KUV 2011 u. 2012, Biotopkartierung 2011,
Begehungen 2011 u. 2012) mit Praxistestmischung insges.
ausgebracht: 27 Arten

Tabelle 63 gibt einen Überblick über den Anwuchserfolg der mit Herstellung der Blühstreifen gleichzeitig eingebrachten Praxistestmischung BG1P2011 („Wildkrautgemenge“): Von den insgesamt dort ausgesäten 27 Staudenarten konnten nach Auswertung der Daten von allen Vorgewenden nur 14 Arten für die Jahre 2011 und 2012 nachgewiesen werden. Zudem erreichen die meisten Arten nur geringe bis sehr geringe Deckungsgrade. Auch wenn der Gesamtdeckungsgrad des Wildkrautgemenges auf der Untersuchungsfläche KUV von 13% (2011) auf 22% (2012) zugenommen hat, wurden die Erwartungen an einen energetisch (Biogasanlage) nutzbaren Biomasseertrag nicht erfüllt. Der tierökologische Wert durch Einsaat eingebrachter, überwiegend nicht autochthoner Arten und Sorten ist, z.B. für die Tagfalter- und Bienenfauna, zudem deutlich geringer (Tscharntke et al. 1996).

Bei der Bewertung und Gesamtabwägung des Leistungsvermögens der Agrarholzkulturen für den betroffenen Landschaftsausschnitt sollten auch mögliche negative ökologische Auswirkungen nicht unberücksichtigt bleiben. So wurde im Rahmen des zweijährigen Untersuchungszeitraumes entlang des asphaltierten Wirtschaftsweges zwischen den Schlägen KU1/KU4 im Norden und KU2/KU3 im Süden eine deutlicher Rückgang hinsichtlich der Artenvielfalt und dem Blütenreichtum in den wegbegleitenden Säumen beobachtet. Die Veränderung der mikroklimatischen Bedingungen (u.a.

Reduzierung des Lichtangebotes) durch die unmittelbar angrenzenden Pappelbestände kann als wahrscheinliche Ursache gelten.

Diskussion Schlussfolgerungen für die Praxis:

Durch die Etablierung von 22,24 ha Energieholzflächen (einschl. der im Mai 2011 mit einem Kräutergemenge eingesäten Blühstreifen/Vorgewende) im Teilgebiet Haine wurden überwiegend bislang intensiv landwirtschaftlich genutzte Ackerflächen umgewandelt. Dies kann mit dem aktuellen Wissenstand der Biotop- und Habitatvielfalt im Gebiet förderlich sein und so zu einer gesamt-ökologischen Verbesserung beitragen.

Generell weisen die Agrarholzkulturen gegenüber der ackerbaulichen Vornutzung der Flächen, bedingt durch den Wegfall von Düngung und Herbizideinsatz sowie bedeutend längeren Ruhezeiten, erwartungsgemäß eine hinsichtlich der Artenzahlen und Bodenbedeckung deutlich stärker ausgebildete Wildkrautflora auf, die sich auch durch einen biozönotisch bedeutsamen Zuwachs an Strukturen und des Blütenreichtums auszeichnet. Allerdings dominieren weitgehend häufige bis sehr häufige Arten verschiedener Habitatgruppen bzw. Pflanzengemeinschaften. Am stärksten vertreten sind Arten der kurzlebigen Segetal- und Ruderalfluren und des Grünlandes. Die Untersuchung der unterschiedlichen Aufwuchsstadien der Agrarholzkulturen als unechte Zeitreihe zeigt noch keine eindeutigen, stabilen Tendenzen in Bezug auf die Zu- oder Abnahme bestimmter Artengruppen zur Voraussage der wahrscheinlichen weiteren Sukzessionsstadien bis hin zu reifen „Gesellschaften der Agrargehölze“ im fünften Jahr nach Bestandsgründung des neuen Anbausystems am Standort Haine.

Der historische Rückblick auf die Entwicklung der Ackerbegleitfluren zeigt außerdem, dass sich die spontan aufgelaufene Vegetation vornehmlich aus dem vorhandenen Diasporenvorrat im und auf dem Boden der Anbauflächen entwickelt hat. Daneben wird lediglich dem Samenimport aus der Umgebung durch Luftverbreitung noch eine nennenswerte – für einige Arten der Asteraceen (z.B. *Cirsium arvense* oder *Taraxacum officinale*) aber sehr bedeutsame – Rolle beigemessen. Dass die für den früheren Artenreichtum der Feld- und Ackerbausysteme maßgeblich verantwortlichen zoochoren und hemerochoren Aus- und Verbreitungsmedien in der modernen Landnutzung nahezu keine Rolle mehr spielen, kann auch für den hier behandelten Untersuchungsraum angenommen werden.

Entsprechend spiegelt das derzeitig ermittelbare Artenspektrum vermutlich bereits weitgehend die vorläufigen Grenzen des Potenzials der Agrarholzkulturen (und vormaligen Ackerflächen) wider. Allerdings wurden vornehmlich in denjenigen Teilflächen der KUPs einige weniger häufig verbreitete Arten der Ackerwildkrautfluren, der Trockenrasen und Säume gefunden, in denen der Skelettanteil der Böden höher und deren Oberflächenbeschaffenheit mithin „rauer“ war. Als Konsequenz wird diesen Teilflächen der Energieholzkulturen bei der weiteren Maßnahmenplanung besondere Bedeutung beigemessen. Ebenfalls vorrangig im Blickpunkt optimierender Maßnahmen stehen die Randzonen der Anbauflächen wegen der gegenüber den Innenbereichen der KUPs dort wesentlich günstigeren lichtklimatischen Bedingungen. Besonders gilt dies für die süd- bis westexponierten Bestandsränder.

Maßnahmenvorschläge sollten insbesondere auf die „Wiederbelebung“ des Samenimports in die Flächen abzielen, damit die stattfindenden vegetationsdynamischen Prozesse in den Kulturen durch

weniger häufige Spezies aus der Umgebung beeinflusst werden können, um im Ergebnis eine Bereicherung des Artenspektrums erreichen zu können.

4.4.1.10 Ergebnisse Scheyern (ZALF)

Arten- und Strukturvielfalt im Landschaftsausschnitt

Im Rahmen der Inventarisierung der jeweils vier Boniturquadrate der 10 untersuchten Flächen wurden 2011 insgesamt 194 und 2012 189 Arten in der Krautschicht ermittelt. In den einzelnen Agrarholzstreifen kam mit 84-98 Arten ca. ein Drittel des Gesamtarteninventars vor. Die Verteilung der mittleren Artenanzahlen je Wiederholung (α -Diversität) auf die Agrarholzstreifen im Vergleich zu den Referenzbiotopen ist der Abbildung 69 zu entnehmen. Die Energieholzstreifen zeigten, unabhängig von der etablierten Baumart, die höchsten Artenanzahlen. Mit zunehmendem Alter der Bestände nahmen jedoch auch die Unterschiede zwischen den angepflanzten Baumarten zu. Die mit Weiden bepflanzten Teilstücke zeigten in 2012 eine signifikant höhere Artenanzahl in der Krautschicht als Pappel- und Robiniensegmente. Mit zunehmender Beschattung durch die angepflanzten Gehölze nahm die mittlere Artenanzahl unter Pappeln und Robinien von 2011 zu 2012 deutlich ab. Im insgesamt lichterem Weidenbestand war diese Abnahme der Artenanzahl nicht zu beobachten. Im Vergleich zu den Referenzbiotopen war die mittlere Artenanzahl auf den Agrarholzstreifen 1,5-2,5fach höher als auf den integriert bewirtschafteten Ackerflächen. Im Vergleich mit den grünlandähnlichen Biotopen Grünland (Wiese), Saum und Brache war die Artenanzahl in den Agrarholzstreifen in 2011 etwa doppelt so hoch, 2012 war die Artenanzahl nur noch in den Weidenbeständen um etwa 50% höher, unter Pappeln und Robinien nur etwa gleich so hoch, im Vergleich zu Waldrandstrukturen um ein Drittel erhöht. Im Vergleich zum Waldrand war die Artenanzahl in den Agrarholzflächen in beiden Jahren signifikant erhöht, im Vergleich zum Wald war der signifikante Unterschied nur in 2011 festzustellen bzw. bei den Weiden-Anpflanzungen.

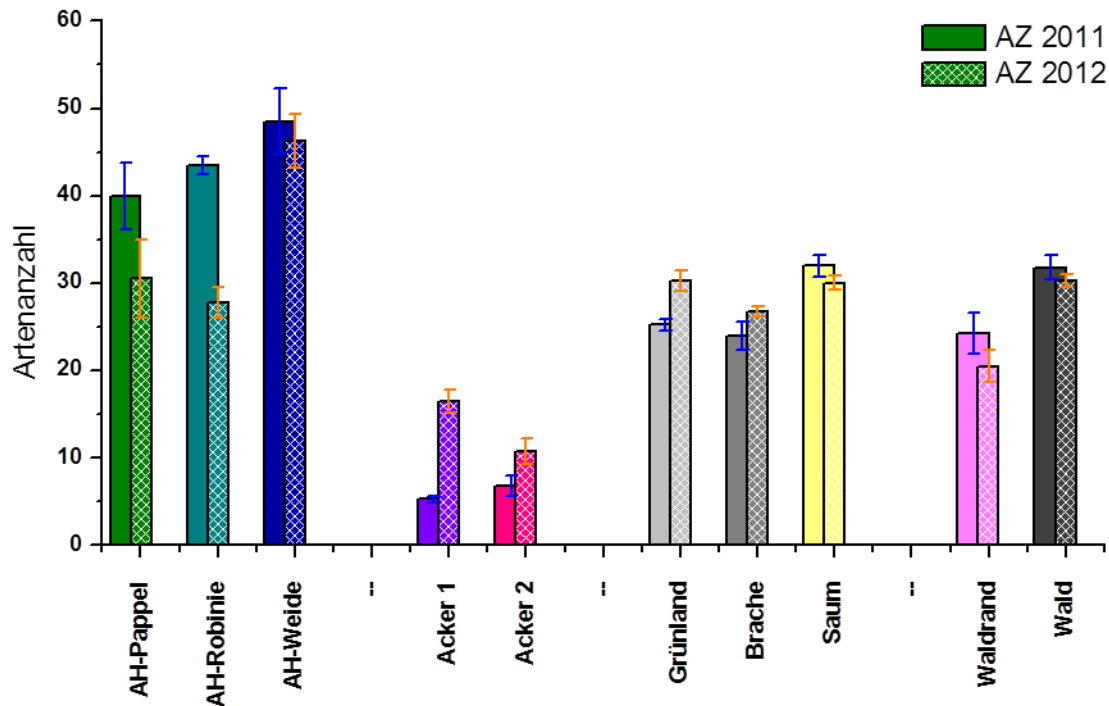


Abbildung 69: Mittlere Artenanzahl (AZ) in der Krautschicht der Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (Jahresmittelwerte aus 4 Dauerquadraten à 25 m², dargestellt sind die Randmittel und Vertrauensintervalle als Ergebnis der Auswertung mit einem Verallgemeinerten Linearen Modell).

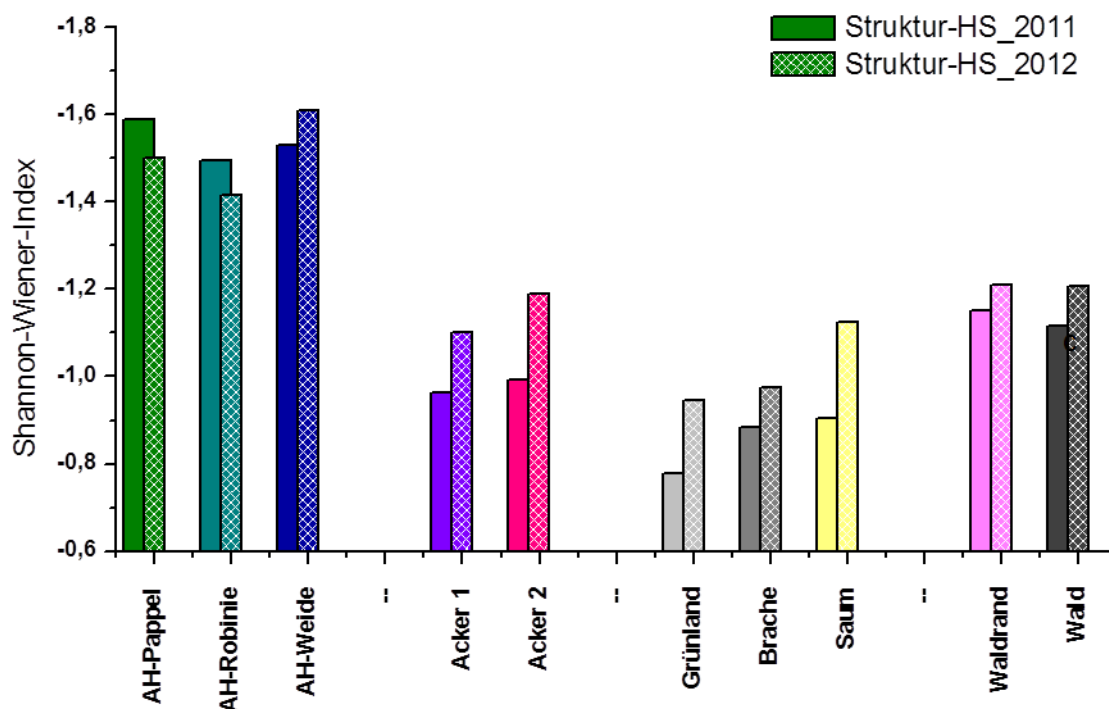


Abbildung 70: Strukturelle Diversität in der Vegetation der Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (Shannon-Wiener-Diversitätsindex (HS), errechnet aus den Deckungsgradsummen für die Strukturtypen: Gehölze, Kulturpflanzen (<1,5 m), Gräser, Kräuter, Moos, Streu und Offenboden).

Im Laufe der Untersuchungen wurden 2011 insgesamt 4 Arten und in 2012 3 Arten mit einem Gefährdungsgrad bzw. Schutzstatus in einzelnen Exemplaren beobachtet. Jeweils 3 Arten davon

kamen in den Energieholzstreifen vor. Zwei der Rote-Liste-Arten sind typische Ackerarten: *Veronica triphyllos*, *Centaurea erythraea subsp. erythraea*, eine Art hat ihren Vorkommensschwerpunkt im Grünland: *Hieracium caespitosum*.

Als Erklärungsansatz für die festgestellte hohe Artendiversität in den Agrarholzbeständen bietet sich sowohl die hohe Dynamik der Vegetation am Beginn der sekundären Sukzession aber auch die hohe strukturelle Vielfalt der Bestände an. Für den Vergleich der strukturellen Diversität wurde mit dem Shannon-Wiener-Index, ein weit verbreiteter Index gewählt, welcher neben der Anzahl der vorkommenden Elemente auch deren Gleichverteilung bzw. Dominanz berücksichtigt. Der Index wurde auf der Basis der Deckungsgradsummen für folgende Elemente der Vegetationsstruktur zur Kennzeichnung der Habitatbedingungen berechnet: Gehölze, Kulturpflanzen (<1,5 m), Gräser, Kräuter, Moos, Streu und Offenboden. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in Abbildung 70 zusammengefasst. Es zeigte sich, dass die Agrarholzbestände eine mit Abstand höhere strukturelle Diversität aufweisen als alle Referenzbiotop. Während unter Pappeln und Robinien die strukturelle Vielfalt von 2011 zu 2012 leicht abnahm, waren bei allen anderen untersuchten Flächen Zunahmen in der strukturellen Vielfalt zu beobachten, die wahrscheinlich in Zusammenhang mit der Jahreswitterung bzw. deren zeitlichem Verlauf stehen.

Spezifik der Habitatevereffekte

Die Lebensraumbedingungen in den streifenförmigen Agrargehölzen sind durch eine strukturelle Zusammensetzung geprägt, die denen von lichten Wäldern oder Waldrandbiotopen sehr nahe kommt (Abbildung 71). Der Anteil an bodennaher Vegetation (Gräser, Kräuter) ist jedoch in Agrargehölzen noch deutlich höher als in Waldbiotopen, die Anteile an Streu und Moos im Vergleich dazu etwas geringer. Neben den Gehölzanteilen unterscheiden sich die Agrargehölze von Ackerflächen vor allem in deutlich höheren Anteilen von Kräutern, Moos und Streu, die auf Kosten der Offenbodenanteile zunehmen. Im Vergleich zum untersuchten Wiesenstandort ist die Vegetation unter den Agrargehölzen offener, mit höheren Anteilen an Offenboden, Streu und Moos. Vor allem der Gräseranteil unter dem Agrarholz erreicht keine vergleichbaren Deckungsgrade wie auf der Wiese, der Anteil der Kräuter an der Gesamtvegetation ist etwa halb so groß.

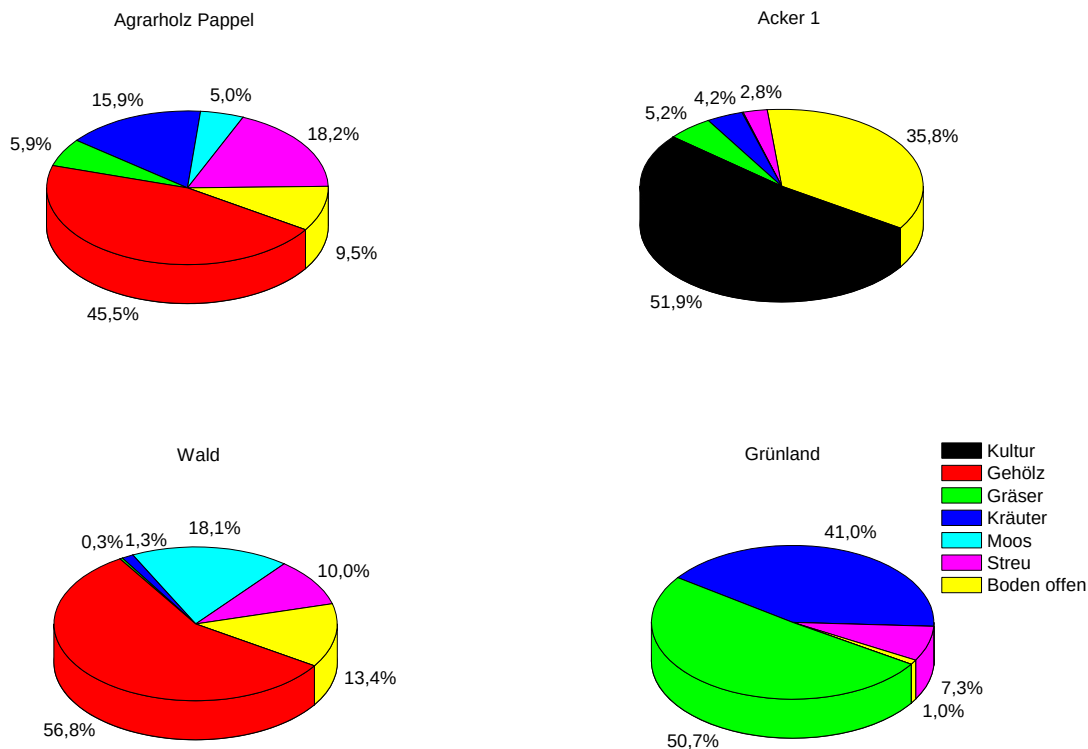


Abbildung 71: Strukturelle Zusammensetzung in der Vegetation der Agrarholzstreifen (Pappel) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2012 (relative Anteile der Strukturtypen: Gehölze, Kulturpflanzen (<1,5 m), Gräser, Kräuter, Moos, Streu und Offenboden, unter Berücksichtigung der Mehrschichtigkeit).

Die zentrale Steuergröße für die Zusammensetzung der bodennahen Vegetation in den Agrargehölzen ist die Beschattung durch die aufwachsenden Energiegehölze. Gegen Ende des vierten Aufwuchsjahres (2012) erreicht die Beschattung durch die Bäume, gemessen am sensorisch ermittelten Blattflächenindex, ähnlich hohe Werte wie im lichten Wald oder am Waldrand (Abbildung 72). Es zeigten sich jedoch auch große Unterschiede zwischen den einzelnen Baumarten in den Agrarholzstreifen. Die stärkste Beschattung erzielten die Pappeln und Robinien. Der gemessene Blattflächenindex war unter den Weiden etwa nur halb so hoch.

Entgegen den großen Ähnlichkeiten in den strukturellen Vegetationsparametern zeigte die Zusammensetzung der vorkommenden Arten, die mittels einer Kanonischen Korrespondenzanalyse untersucht wurde (Abbildung 73), noch eine klare Abgrenzung zwischen der Bodenvegetation in den Agrarholzflächen und denen im Wald (WAL) bzw. am Waldrand (WAR). Das Ergebnis sagt aus, dass die untersuchte Waldfläche und der Waldrand durch die Dominanz von Arten bestimmt sind, die in der Offenlandschaft inklusive der untersuchten Agrarholzflächen nicht oder nur gelegentlich vorkommen. Das in den Agrargehölzen vorkommende Arteninventar zeigte die relativ größte Übereinstimmung mit der Vegetation der Säume und Wiesen. Auch im Vergleich zu den Ackerflächen ist eine deutliche Unterscheidung in der Artenzusammensetzung erkennbar, wobei die Artenzusammensetzung der Ackerflächen wiederum abhängig von der in den Einzeljahren angebauten Kulturart stark variierte.

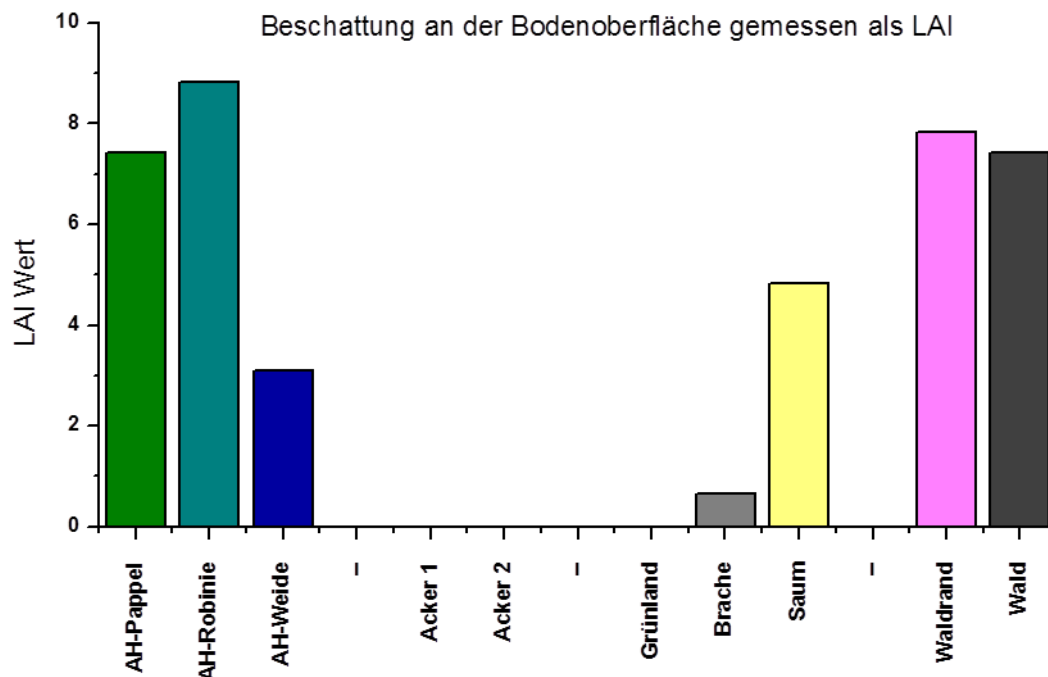


Abbildung 72: Beschattung gemessen als Blattflächenindex (LAI) an der Bodenoberfläche der Agrarholzstreifen im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2012 (Acker 1 und 2 sowie Grünland waren zum Messtermin frisch beerntet).

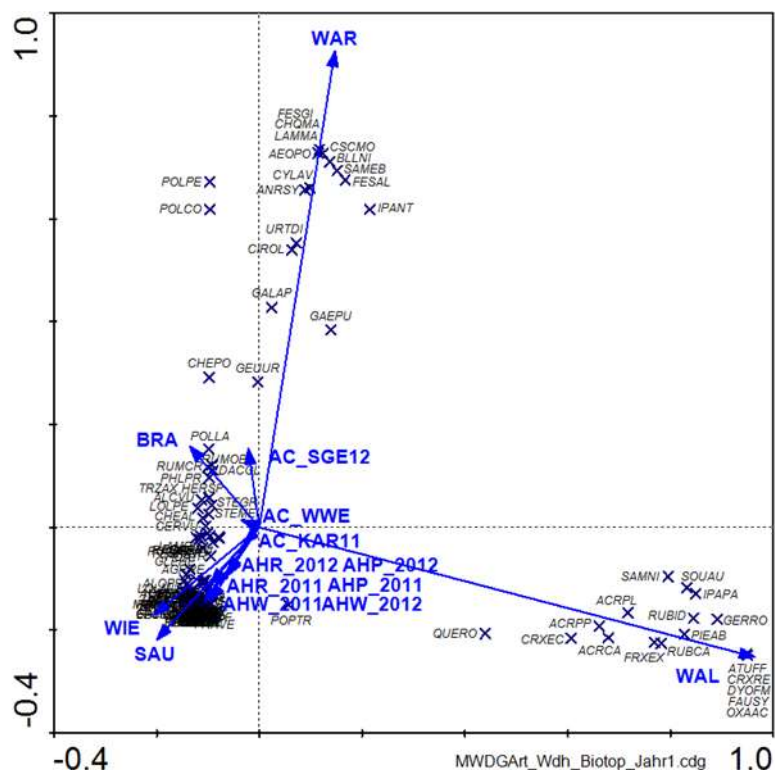


Abbildung 73: Artenzusammensetzung in der Vegetation der Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2012 (Kanonische Korrespondenzanalyse, die Achsen repräsentieren die zwei größten Varianzfaktoren (durch die Artmächtigkeit der einzelnen Arten bestimmt), die Richtung und Verortung der Pfeile geben die relative Ähnlichkeit (gleiche Richtung, Nähe) oder Unterschiedlichkeit (entgegengesetzte Richtung, Ferne) an).

Der in Tabelle 64 zusammengefasste Vergleich der vorkommenden Arten in den einzelnen Biotoptypen zeigte ähnliche Ergebnisse. Auch bei dieser Analyse wies die Vegetationsschicht im Wald eine hohe Eigenständigkeit mit insgesamt 26 Arten auf, die nur im Wald vorkamen. Wenn man die drei unterschiedlichen Agrarholzbestände zusammenfasst, ist die Anzahl der Arten, die ausschließlich in den Agrargehölzen vorkamen mit 36 Arten sogar noch höher, was auf eine starke Spezifik der vorkommenden Arten hindeutet. Auf das Gesamtarteninventar bezogen bedeutet dies, dass etwa 20% aller vorkommenden Arten im Gebiet (2012: 189) ausschließlich in den Agrargehölzen vorkamen. Dabei ist noch darauf hinzuweisen, dass die Artenzusammensetzung zwischen den unterschiedlichen Agrarholzstreifen mit 43-57 Arten, die in den verschiedenen Baumbeständen gleichzeitig vorkamen, sehr hoch (>50%) war. Die Agrarholzstreifen hatten die meisten übereinstimmenden Artvorkommen mit der Brache (29), der Wiese (29) und dem Saum (33). Dies bestätigt noch einmal das Ergebnis aus der Kanonischen Korrespondenzanalyse mit dem Unterschied, dass die im Artvorkommen (Tabelle 64) festgestellte Ähnlichkeit mit der Brache in der Korrespondenzanalyse nicht bestätigt wird. Der Grund dafür ist, dass die Korrespondenzanalyse mit Abundanzwerten und nicht der alleinigen Präsenz der Arten arbeitet. Im Endeffekt bedeutet dies, dass ähnliche Arten auf der Brache und in den Agrargehölzen vorkommen, diese sich dort aber unterschiedlich stark entwickeln können.

Tabelle 64: Überschneidungen im Vorkommen der Arten (Anzahl von Arten, die in den Biotoptypen gleichzeitig vorkommen, Daten aus 2012, kein = Art kommt nur im genannten Biotoptyp vor).

	Überschneidungen im Artvorkommen mit										
	kein	AH-P	AH-R	AH-W	Acker1	Acker2	Brache	Saum	Wald	Waldrand	Wiese
AH-Pappel	5		43	57	13	9	21	28	14	16	22
AH-Robinie	3			51	14	11	20	23	14	17	19
AH-Weide	8				15	10	27	31	14	17	28
AH gesamt	32				18	13	29	33	20	19	29
Acker1_WWE	7					11	11	4	4	6	6
Acker2_SGE	9						9	2	4	5	4
Brache	3							20	3	15	25
Saum	4								6	10	21
Wald	26									14	2
Waldrand	5										11
Wiese	8										

Die Auswirkungen der festgestellten strukturellen Unterschiede zwischen den Agrargehölzen auf die Bodenvegetation lassen sich sehr anschaulich anhand der Zeigerwerte der vorkommenden Arten abbilden. Diese Auswertung gilt als integrierender Indikator für die vorherrschenden Lebensraumzustände, hier vor allem die mikroklimatischen Wuchsbedingungen (Feuchte, Temperatur, Licht). Die Ergebnisse hierzu sind in den Abbildung 74, Abbildung 75 und Abbildung 76 zusammengefasst. Die gepunkteten Linien begrenzen dabei den Schwankungsbereich der Werte für die Agrarholzbestände. Die Ergebnisse gestatten folgende Aussagen: In der Krautschicht der Agrarholzbestände dominieren Halblichtpflanzen d.h. Arten, die mit bis zu 30% der relativen Beleuchtungsstärke auskommen. Im Agrarholz kommen lichtliebende Arten häufiger vor als in allen anderen Referenzbiotopen, die Unterschiede sind jedoch vor allem gegenüber dem Waldrand und

dem Waldstandort deutlich und statistisch abgesichert. In der Krautschicht der Agrarholzbestände dominieren Mäßigwärmezeiger. Die Habitatzustände sind in Bezug auf die Temperatur vergleichbar mit denen im Saum und am Waldrand, jedoch wärmer als im Wald und auf der Brache. Insgesamt dominieren im Vergleich zum Acker und dem Grünland weniger wärmeliebende Arten in der Krautschicht der Agrarholzbestände. Im Bestand der Agrargehölze finden Frischezeiger bessere Lebensraumbedingungen als auf den Ackerflächen, im Grünland und im Saum. Der Feuchtezeigerwert der Krautschichtvegetation ist vergleichbar mit dem von der Brache, dem Wald und dem Waldrand. Die Ausreißerwerte im L- und F-Zeigerwert auf der Ackerfläche 2 in 2011 ergeben sich aufgrund der geringen Artenvielfalt auf diesen Flächen aus dem Vorkommen einer einzelnen Art (*Polygonum persicaria*) und sollten deshalb nicht überbewertet werden.

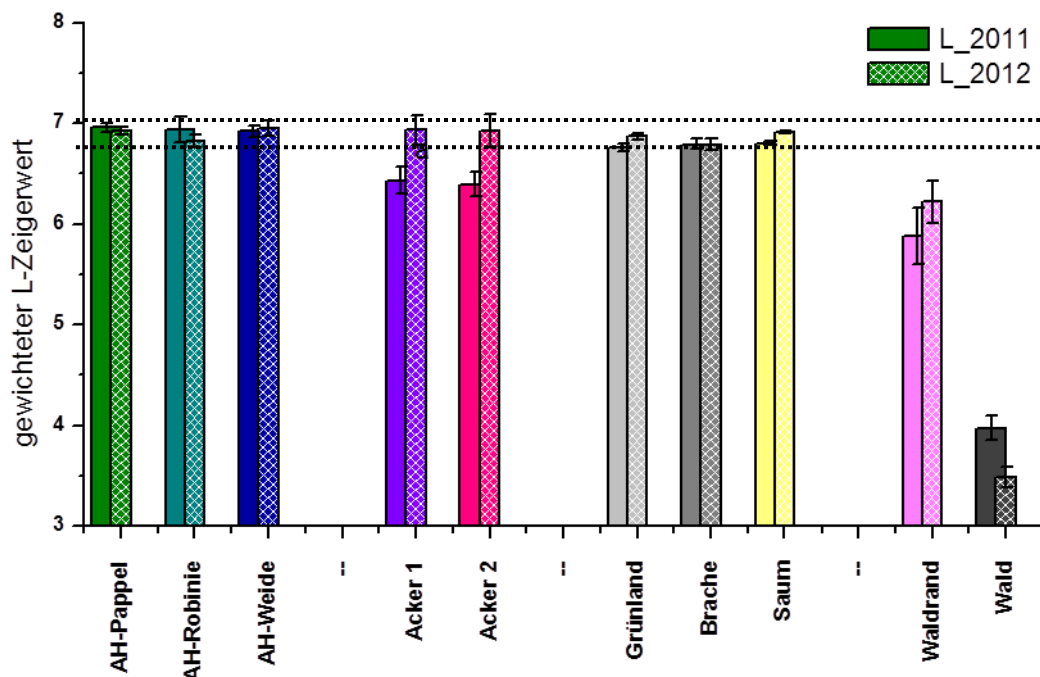


Abbildung 74: Über die Artmächtigkeit gemittelter Licht-Zeigerwert (L) der Vegetation in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (errechnet aus den Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, Zeigerwertangaben Ellenberg (1996), dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

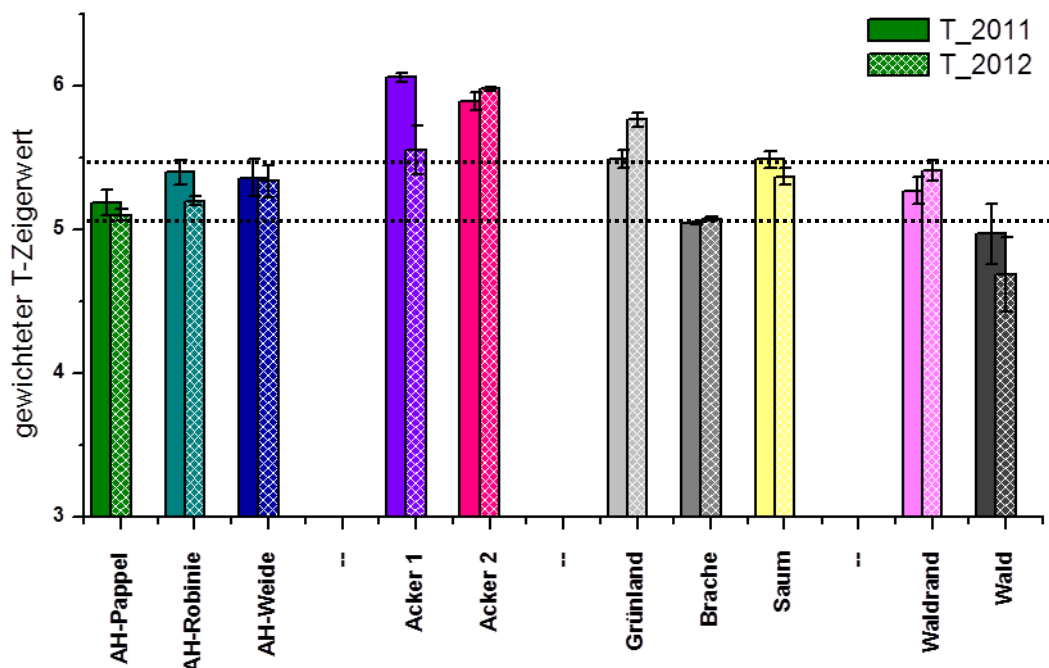


Abbildung 75: Über die Artmächtigkeit gemittelter Temperatur-Zeigerwert (T) der Vegetation in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (errechnet aus den Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, Zeigerwertangaben Ellenberg (1996), dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

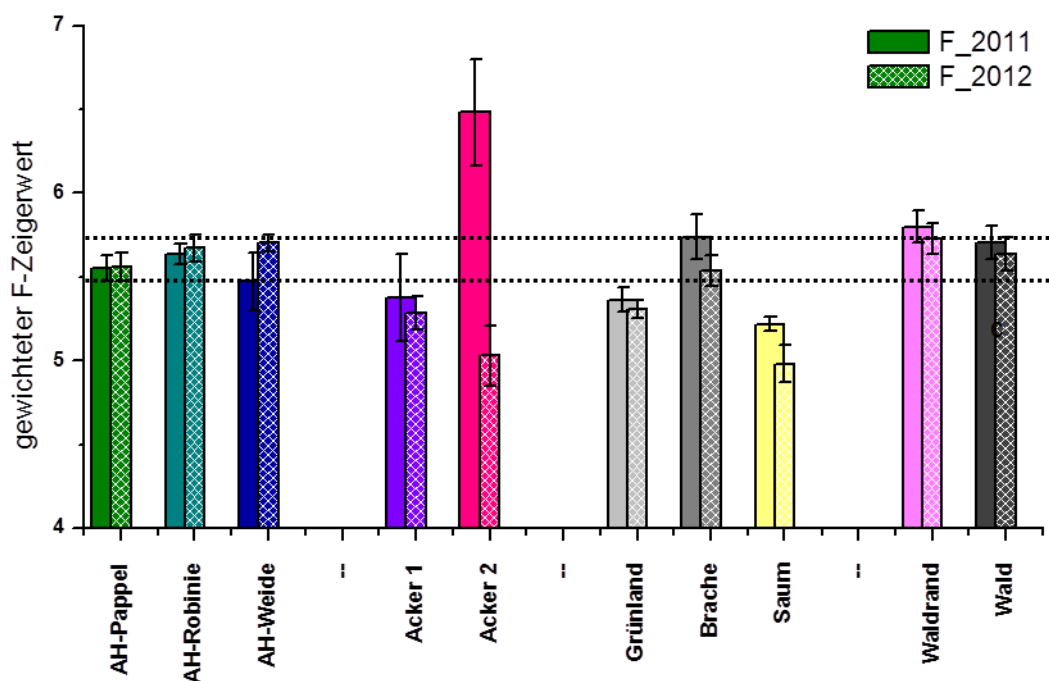


Abbildung 76: Über die Artmächtigkeit gemittelter Feuchte-Zeigerwert (F) der Vegetation in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (errechnet aus den Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, Zeigerwertangaben Ellenberg (1996), dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

Funktionen im Biotopverbund

Die Bedeutung der Agrarholzstreifen als Rückzugsraum, Biotopverbundelemente und als Wiederbesiedlungsquelle für die umgebende Landschaft lässt sich an der Habitatpräferenz bzw. dem Vorkommensschwerpunkt der einzelnen Arten und ihrer Artmächtigkeit ableiten.

In den Agrarholzstreifen kommen im dritten und vierten Jahr nach der Anlage noch typische Ackerarten mit hohen Abundanzen vor. Die Ackerarten erreichen in den Agrarholzstreifen im Trend höhere Deckungsgrade als auf den Ackerflächen. Der Deckungsgrad der Ackerarten reduziert sich mit Ausnahme der Robinienbestände mit zunehmendem Alter bzw. mit zunehmender Beschattung durch die Agrarholzbestände (vgl. 2011 und 2012). Neben den Agrarholzflächen und den Ackerflächen finden Ackerarten in anderen Referenzbiotopen kaum geeignete Lebensräume (Abbildung 77). Dies unterstreicht die Bedeutung der Agrarholzflächen als Rückzugs- und Wiederbesiedlungsräume für Ackerarten zumindest in der Anfangsphase der Anlage. Zwei der drei in den Agrarholzstreifen vorgefundenen Rote-Liste-Arten gehören ebenfalls in die Gruppe der Ackerarten. Im Vorkommen der Ackerarten bestanden im Jahr 2012 signifikante Unterschiede zwischen den angepflanzten Baumarten. Insgesamt erreichten Ackerarten 2012 unter Robinien höhere Deckungsgrade als vergleichsweise unter den Pappeln oder Weiden.

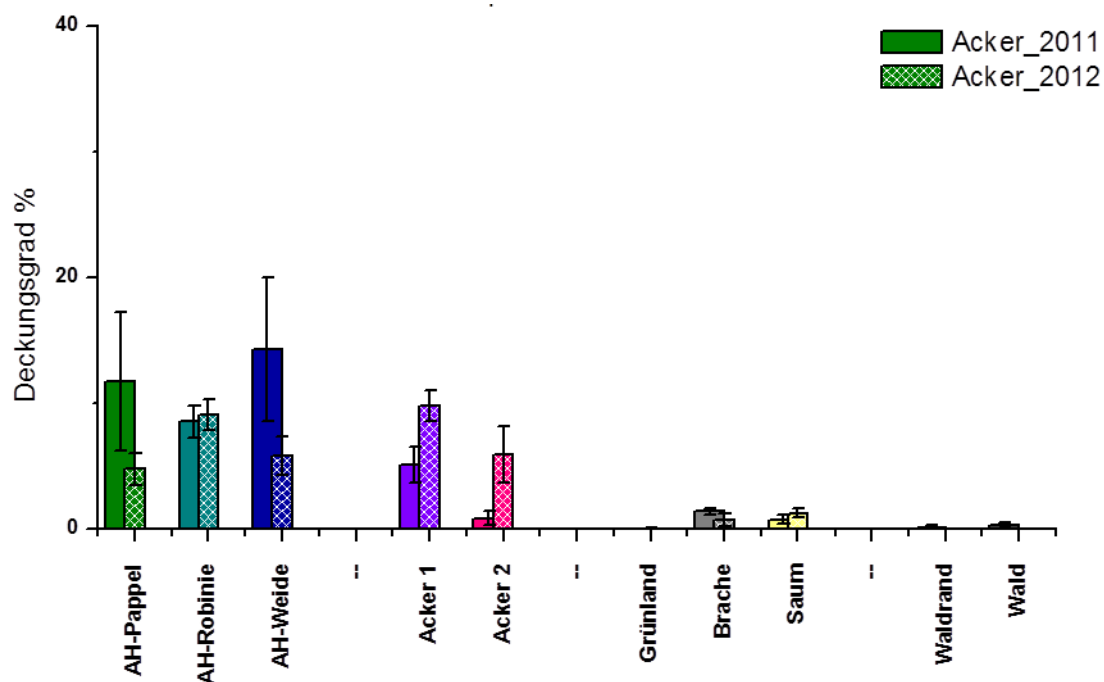


Abbildung 77: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt Acker in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

In den Agrarholzbeständen nahmen Gräser aber auch typische Krautarten des genutzten Grünlandes den überwiegenden Teil der Bodenvegetation ein (Abbildung 78). Dieser Befund unterstreicht den intermediären Charakter der Agrarholzstreifen als Lebensraum zwischen den grünlandähnlichen und gehölzdominierten Biotopen. Insgesamt sind Grünlandarten aufgrund der Beschattung durch die

gepflanzten Bäume und die fehlende Mahd jedoch weniger dominant als vergleichsweise in der benachbarten extensiven Dauerwiese, auf der Brachefläche oder im Saum. Die Unterschiede zwischen den gepflanzten Baumarten sind deutlich und statistisch abgesichert. Es deutet darauf hin, dass die Beschattungswirkung durch die Gehölze und ggf. der Laubfall zentrale Steuerungsgrößen für den Anteil der Grünlandarten darstellen. Unter der am stärksten beschattenden Baumart Pappel ist der Deckungsgrad der Grünlandarten deutlich geringer als unter der Robinie oder der Weide. Im Unterschied zum Waldrandbiotop ist der Anteil an Grünlandarten in den Agrarholzstreifen signifikant höher.

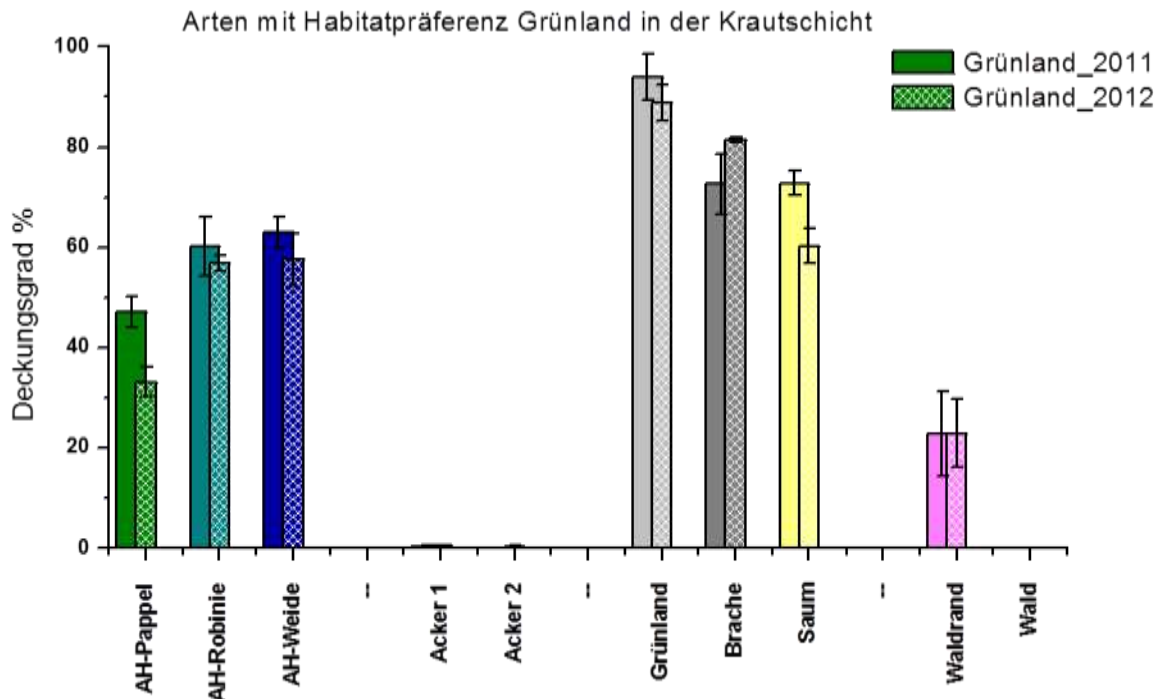


Abbildung 78: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt Grünland in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

In der Gruppe der Ruderalarten sind Arten zusammengefasst, die entsprechend ihrer soziologischen Bindung ihren Vorkommensschwerpunkt in den Lebensgemeinschaften gestörter Standorte oder nährstoffreicher Staudenfluren haben. Diese Arten kamen im dritten und vierten Jahr der Anlage der Agrargehölze etwa ebenso häufig vor wie Ackerarten, aber 5-6-mal weniger häufig als Grünlandarten. Das Vorkommen dieser Arten ist im Agrarholz nur geringfügig höher als auf dem Grünland und der Brache und nur in einzelnen Konstellationen (Baumart, Jahr) auch von diesen signifikant verschieden (Abbildung 79). Vor allem der hohe Wert unter Robinien im Jahr 2011 kann als Ausreißer interpretiert werden, da die Robinien in 2011 durch einen Spätfrost eine gestörte Vegetationsentwicklung im Frühjahr zeigten. Im Vergleich zum Saum war der Anteil der Ruderalarten unter den Agrargehölzen in beiden Untersuchungsjahren signifikant leicht erhöht. Der höhere Anteil an Ruderalarten im Vergleich zu den grünlandähnlichen Biotopen ist ggf. als Effekt der stärkeren Beschattung anzusehen. Der mit Abstand signifikant höchste Anteil an Ruderalarten wurde in beiden Jahren am Waldrand festgestellt.

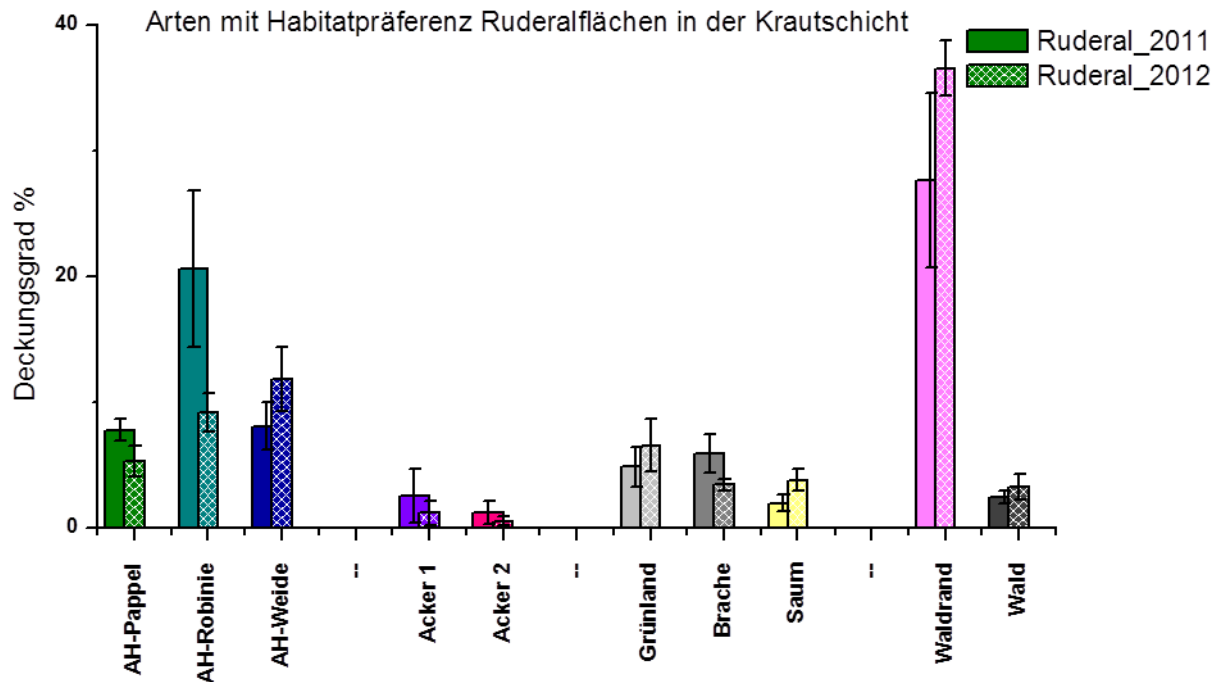


Abbildung 79: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt Ruderalflächen in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

Wie bereits eingangs in der Analyse der Artenzusammensetzungen der Lebensgemeinschaften der verschiedenen Biotoptypen festgestellt wurde, kommen walddtypische Pflanzenarten der Krautschicht in der Offenlandschaft nur in Ausnahmen vor. Wenn man jedoch die Arten der Vorwaldgesellschaften, der Saum- und walddnahen Staudenfluren näher betrachtet (Abbildung 80), so lässt sich feststellen, dass Agrargehölze für solche Arten bereits teilweise ein geeignetes Habitat darstellen. Charakteristische Vertreter dieser Artengruppe sind zum Beispiel *Campanula*-Arten, *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*. Diese Arten zeigen eine parallel mit dem Alter der Gehölze zunehmende Tendenz. Die Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsjahren sind bei allen drei Baumarten signifikant, wobei die Zunahme unter den Weiden etwas überraschend am stärksten ausfällt. Für die Arten dieser Gruppe nehmen die Agrargehölze Funktionen wahr, die vergleichsweise nur von Saumbiotopen in der Agrarlandschaft sonst noch getragen werden. Allerdings ist die Abundanz der Vorkommen dieser Arten noch deutlich geringer als in Saumbiotopen. Im Vergleich zu den Waldflächen werden jedoch vergleichbare Artmächtigkeiten erreicht.

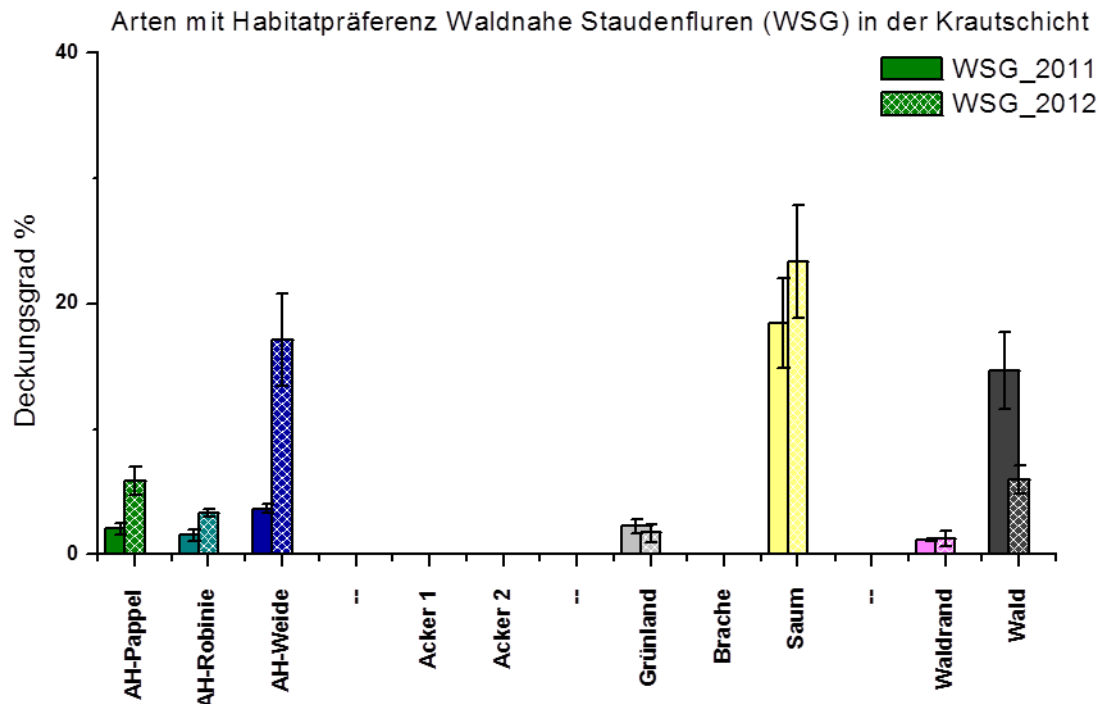


Abbildung 80: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt waldnahe Staudenfluren in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

Neben den bisher diskutierten Habitatpräferenzen wurden weitere Typen untersucht. Die Ergebnisse belegen, dass in den Agrargehölzen Arten der Trockenrasen, der Wälder und der Waldränder nicht oder nur in einem sehr geringen Umfang vorkamen. Für diese Arten kann bislang keine Funktion im Biotopverbund nachgewiesen werden. In einem geringen Umfang kamen in den Agrarholzstreifen auch Arten der Kriech- und Trittgemeinschaften und der Saumgesellschaften vor. Für diese Habitattypen kann aber noch kein signifikanter Effekt nachgewiesen werden.

Neben der Rolle der Agrargehölze im Biotopverbund wurden auch einzelne funktionale Aspekte untersucht, welche die Stellung der Agrargehölze für die Erbringung von Ökosystemdienstleistungen darstellen sollen. Exemplarisch wurde hierfür das Dargebot von Blüten für die Förderung der Populationen der Blütenbesucher ausgewählt. Bei der Bewertung der Leistung wurden die vorgefundenen Arten mit ökologischen Datenbanken hinsichtlich ihrer Blühphänologie bzw. Bestäubungsart (hier Insekten) klassifiziert.

Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt, dass die Agrarholzstreifen neben den Waldrandbiotopen die höchste Abundanz an Blühpflanzen vorweisen konnten. Die Unterschiede sind zu allen anderen Referenzbiotopen in beiden Untersuchungsjahren statistisch abgesichert. Nur unter Pappeln war der Anteil an Blühpflanzen in der Krautschicht im Jahr 2012 nicht mehr signifikant von dem Anteil dieser Gruppe im Grünland, im Saum und im Wald verschieden. Die Unterschiede zwischen den Pappeln und den anderen beiden Baumarten waren in beiden Jahren signifikant. Auch hier tritt wieder der Einfluss der Beschattung und ggf. des Laubfalles hervor. Sehr augenscheinlich ist die Aufwertung im

Vergleich zu den Ackerflächen. Das Blütenangebot wird durch die Agrarholzstreifen im Vergleich zu den Ackerflächen mindestens verzehnfacht (Abbildung 81).

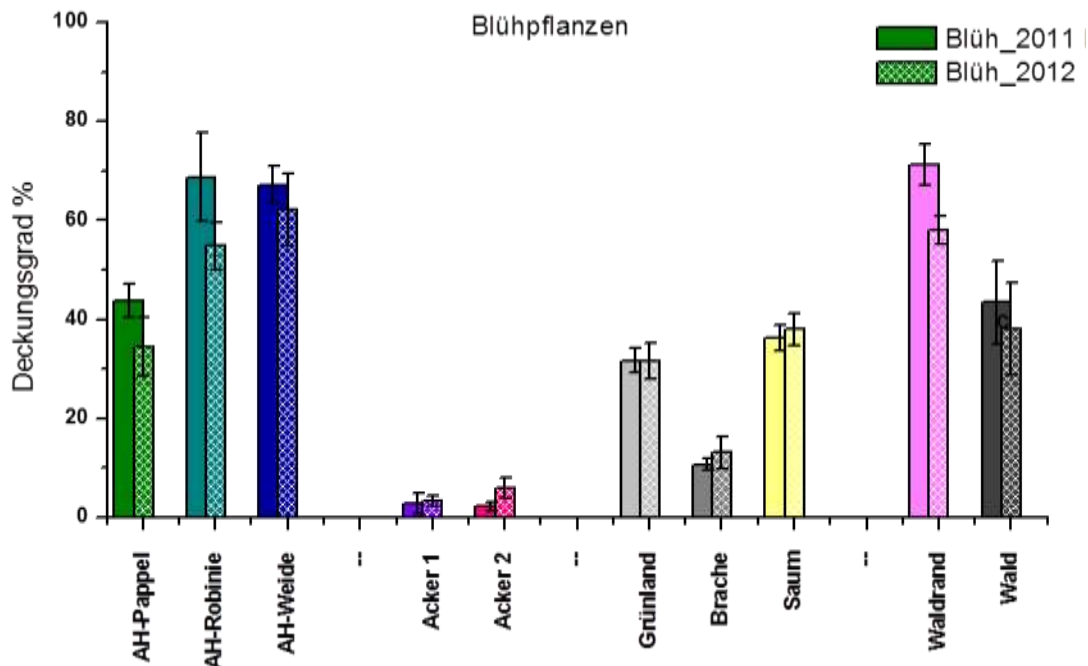


Abbildung 81: Summe der Artmächtigkeit der Blühpflanzen in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (Klassifikation der Blühphänologie bzw. der Befruchtungsart nach Jäger (2011) und Jäger et al. (2013), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).

Diskussion

Gegenwärtig gibt es zahlreiche Vorbehalte hinsichtlich der naturschutzfachlichen Auswirkungen des Anbaus von Agrargehölzen im Kurzumtrieb. Die Aussagen und Bewertungen hängen dabei in starkem Maße von den gewählten Referenzsystemen ab. Es war ein zentrales Anliegen des vorliegenden Projektes, durch eine breite Auswahl regionstypischer Referenzbiotop, die von den Agrarholzstreifen ausgehenden Effekte richtig einzuordnen und die Effekte auch quantitativ ausweisen zu können. Auf dieser Basis wird es erst möglich, den „Zugewinn“ für den Landschaftsraum auch korrekt auszuweisen. Mehrere Veröffentlichungen weisen sehr explizit auf die Bedeutung der umgebenden Landschaft für die Interpretation der Gesamtergebnisse hin (u.a. Dauber et al. 2010). In unserem Untersuchungsansatz haben wir deshalb einen besonderen Wert auf die vorausgehende Analyse der Biotopausstattung des Untersuchungsraumes und einem darauf aufbauenden Versuchsdesign gelegt, welches sowohl alle relevanten Biotoptypen als Referenzsysteme in die Untersuchung einbezieht und gleichzeitig mögliche Unterschiede im Grundarteninventar durch eine räumliche Nähe der Untersuchungsstandorte ausschließt (siehe Kapitel 4.4.1.3). Unsere Untersuchungsflächen lagen so nah beieinander, dass sowohl Boden- oder Klimaunterschiede als auch Ausbreitungsbarrieren ausgeschlossen werden können.

Wir stellen nicht in Frage, dass die Phytodiversität unter Agrarholzbeständen im Vergleich zu alten Mischwaldbeständen (Weih et al. 2003) oder anderen naturnahen Biotopen ggf. geringer ausfällt und

dass nur wenige direkt gefährdete Arten im Agrarholz Lebensraum finden. Im Vergleich zu „normal bewirtschafteten“ Ackerflächen oder Altersklassenwäldern bzw. -forsten, die die meisten unserer Landschaften dominieren, ist jedoch klar festzustellen, dass Agrarholzflächen, insbesondere wenn sie streifenförmig als Teil eines Agroforstsystems in die Landschaft integriert werden, eine deutlich höhere Artenanzahl, eine höhere strukturelle Diversität und Prozessdynamik aufweisen als nahezu alle anderen vorzufindenden Lebensräume in den Kulturlandschaften. Gleichlautende Befunde finden sich auch in den Arbeiten von Baum et al. (2012), die eine höhere Artenvielfalt in der Krautschicht von Agrarholzbeständen in Schweden und Deutschland im Vergleich zu Ackerflächen, Nadelwäldern und Mischwaldbeständen nachgewiesen haben. Die gleichen Studien haben auch ein relevantes Vorkommen von gefährdeten Arten in den Agrarholzbeständen ausgewiesen. Dies können wir nur für drei Arten bestätigen, wovon zwei Arten als Ackerarten und eine Art als Grünlandart anzusprechen war.

Der hohe Artenreichtum in den Agrarholzbeständen lässt sich sowohl durch die hohe strukturelle Diversität der Vegetation in den Agrarholzbeständen als auch durch die Stellung des Habitats am Beginn der sekundären Sukzession begründen. Diese frühen Sukzessionsstadien sind charakterisiert durch eine Durchmischung von Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt auf Ackerflächen, im Grünland oder auf Ruderalflächen haben. Dies entspricht im Wesentlichen auch unseren Ergebnissen hinsichtlich der Zusammensetzung der Zönosen. Zu ähnlichen Ergebnissen in Bezug auf die Durchmischung der verschiedenen Artengruppen gelangen auch Baum et al. (2012). In Agrarholzbeständen kann aufgrund der Übergangsstellung zwischen den initialen Sukzessionsstadien eine Einnischung oder Standortanpassung, vergleichbar mit naturnahen Habitaten, gar nicht stattfinden. Stattdessen wird jedoch ein anderer Naturschutzaspekt vorrangig bedient: der Prozessschutz (vgl. Vogtman 2003). Wobei noch einmal gesondert darauf hinzuweisen ist, dass die Agrarholzflächen im Untersuchungsgebiet auch einen deutlichen eigenen Beitrag zur Gamma-Diversität geleistet haben. Im Jahr 2012 kamen insgesamt 32 Arten (von insgesamt 189 Arten) ausschließlich in den Agrarholzbeständen vor. Das ist rund ein Sechstel des Gesamtarteninventares.

Unsere Ergebnisse belegen, dass die Agrarholzbestände Habitate mit eigenständigen Strukturen darstellen und dass Biozönosen mit spezifischer Artenzusammensetzung entstehen. In dieser Hinsicht können Agrarholzbestände nicht als vollständige Kompensation anderer Lebensräume fungieren. Die Artenzusammensetzung zeigte eine hohe Ähnlichkeit mit denen von grünlanddominierten Säumen oder alten Mähweiden. Die Agrarholzstreifen in Scheyern können dadurch jedoch teilweise strukturelle Defizite im Vorhandensein von Saumstreifen, natürlichem Grünland oder walddahen Staudenfluren beheben. Im konkreten Untersuchungsraum Scheyern erhöht sich der Gesamtanteil der waldrandähnlichen Lebensräume durch die Anlage von 2.070 m Agrarholzstreifen um 208%, die Saumbiotop auf frischen Standorten nehmen um 20% zu, der Anteil von Blühstreifen wird um 27% erhöht und der Anteil streifenförmigen Gehölze nimmt um 76% zu. Dies sind Lebensraumtypen, die in der Untersuchungslandschaft, die repräsentativ für ein Drittel der bayerischen Ackerlandschaften steht, grundsätzlich eher selten sind (Schröder et al. 2002).

Hinsichtlich der Funktion der Agrarholzbestände als Rückzugsraum, Biotopverbundelement und Wiederbesiedlungsquelle für benachbarte Lebensräume zeigen unsere Untersuchungen, dass auch

im vierten Jahr der Anlage noch regelmäßig Ackerarten vorkommen und dass diese im Agrarholz auch höhere Abundanzen erreichen als auf den Ackerflächen selber. In der Krautschicht dominieren Arten der Grünländer. Aber auch Arten der Säume, der walddnahen Staudenfluren und Ruderalarten finden im Agrarholz geeigneten Lebensraum und können sich dort reproduzieren und wieder ausbreiten. Lediglich für Arten der Trockenrasen und der Wälder scheinen Agrarholzbestände über keine oder nur eine stark eingeschränkte Lebensraum- und Biotopverbundfunktion zu verfügen. Besonders wichtig ist die Biotopverbundfunktion für die unterrepräsentierten Lebensräume in der Untersuchungslandschaft, hier vor allem für Saumbiotope und Staudenfluren. Als Rückzugshabitat sind die Funktionen für die Acker- und Grünlandarten besonders bedeutsam. Durch die Mehrjährigkeit der Agrarholzbestände wird ein ganzjährig ungestörtes starkes Blütenangebot gewährleistet, welches so auch auf der Mähwiese nicht gegeben ist. Dadurch wird ein zusätzliches Nahrungsangebot für Blütenbesucher gewährleistet.

Für nahezu alle der gefundenen Effekte gilt festzuhalten, dass die Wirkungen in Abhängigkeit des Alters der Agrargehölze und der gepflanzten Baumart zum Teil statistisch abgesichert variierten. Damit wird deutlich, dass die Anlageverfahren, die Erntetermine und die Baumartenwahl wichtige Größen für die Beeinflussung der zu erwartenden Effekte darstellen. Es ist anzunehmen, dass die Lebensraumgüte der Agrarholzstreifen wesentlich über die Beschattung und den Laubfall der verschiedenen Gehölze beeinflusst wird. Abschließende Befunde können hierzu aus unseren eigenen Untersuchungen noch nicht gewonnen werden. Hierzu sind weitere Untersuchungen notwendig. Ebenso kann über die Auswirkungen der Gehölzbeerntung und die naturschutzfachlichen Effekte im zweiten Anbauzyklus aus den vorliegenden Untersuchungen keine Aussage getroffen werden.

4.4.1.11 Ergebnisse Marpingen (IVÖR)

Bei der Auswertung der floristisch-vegetationskundlichen Aufnahmen wurden Kulturpflanzen sowie nicht einheimische Forst-, Park- und Ziergehölze gesondert betrachtet (im Folgenden kurz als Kulturpflanzen bezeichnet). Als solche wurden eingestuft:

Tabelle 65: Kulturpflanzen Marpingen.

Gehölze	
Herz-Kirsche	<i>Prunus avium ssp. juligana</i>
Kultur-Äpfel	<i>Malus domestica</i>
Kultur-Birne	<i>Pyrus communis</i>
Pappel (Zuchtform)	<i>Populus spec.</i>
Pflaume, Zwetschge	<i>Prunus domestica</i>
Rauhe Deutzie	<i>Deutzia scabra</i>
Schwedische Mehlbeere	<i>Sorbus intermedia</i>
Tatarischer Hartriegel	<i>Cornus alba</i>
Weide (Zuchtform)	<i>Salix spec.</i>
Sonstige	
Bastard-Luzerne	<i>Medicago x varia</i>
Elefantengras	<i>Miscanthus sinensis</i>
Garten-Erbse, Futter-Erbse	<i>Pisum sativum</i>
Raps	<i>Brassica napus</i>
Saat-Gerste	<i>Hordeum vulgare</i> (Kulturform)
Saat-Hafer	<i>Avena sativa</i>
Saat-Roggen	<i>Secale cereale</i>
Saat-Wicke, Futter-Wicke	<i>Vicia sativa</i>
Zottel-Wicke	<i>Vicia villosa</i>

Artenzahlen

Zur Ermittlung der Gesamt-Artenzahlen wurden alle vegetationskundlichen Aufnahmen sowie die zusätzlich erfassten Arten im Umkreis der jeweiligen Aufnahme­fläche über beide Untersuchungsjahre (2011 und 2012) für jeden Biotoptyp zusammengefasst (Vegetationsaufnahmen siehe Anhang Tabelle 157 bis Tabelle 173).

Es sei darauf hingewiesen, dass dem Vergleich der so ermittelten Werte ein gewisser systematischer Fehler anhaftet, da aus arbeitstechnisch-organisatorischen und betriebswirtschaftlichen Gründen eine unterschiedliche Anzahl an Aufnahmen pro Biotoptyp vorliegen kann. So wurde z.B. in homogenen Vegetationseinheiten jeweils eine, in Beständen mit heterogener Vegetationsstruktur aber mehrere Aufnahmen angefertigt. Teilweise fiel auch eine Aufnahme auf Ackerstandorten aus, weil zum Zeitpunkt der Ortsbegehung bereits die Ernte erfolgt war. Allerdings entfällt auf jeden Biotoptyp mindestens eine repräsentative Vegetationsaufnahme pro Untersuchungsjahr.

Mit 107 Arten weisen die ELKE Öko-Äcker insgesamt die höchste Artenzahl auf und sind auch ohne die insgesamt 9 Kulturpflanzen der artenreichste Biotoptyp, gefolgt von Grünland-Brachen (einschließlich Obstbaum-Brache) mit 94 Arten. Die Artenzahl der noch jungen Agrarholz-Pflanzungen ist mit der als (Obstbaum-)Weide genutzten Grünlandflächen vergleichbar und auf der Miscanthus-Fläche wurden wie auf den Wiesen insgesamt 75 Arten erfasst. Der konventionell bewirtschaftete Acker belegt mit Abstand den niedrigsten Wert (siehe Abbildung 82).

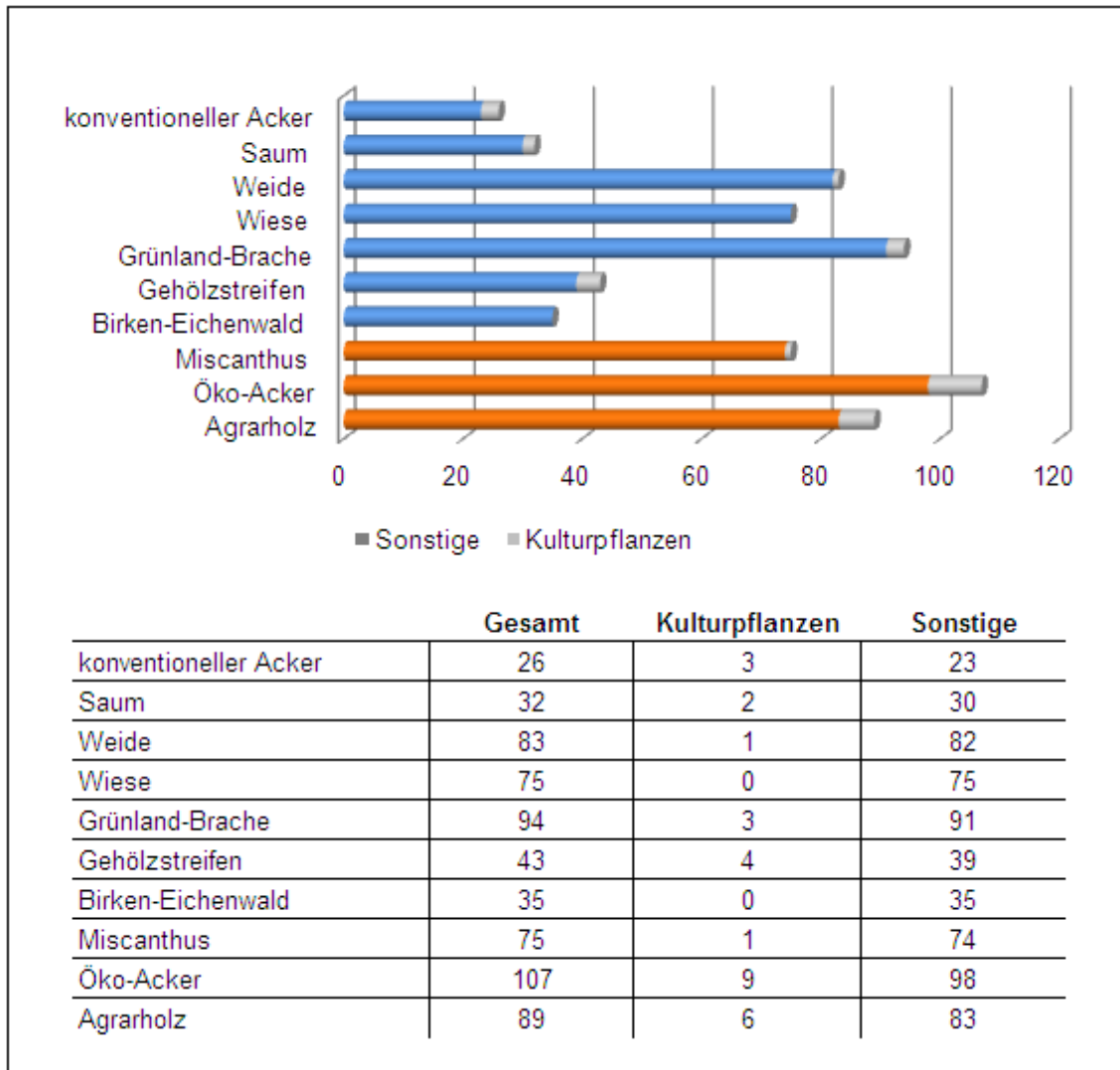


Abbildung 82: Gesamt-Artenzahlen Marpingen 2011/2012.

Eine differenziertere Betrachtung der einzelnen Schläge und Referenzflächen verdeutlicht sowohl die Unterschiede zwischen den einzelnen Anbau-Flächen (vgl. Beschreibung der Anbauflächen in Kapitel 4.1.4) als auch die zu erwartende Sukzessionsdynamik auf den Agrarholz-Flächen. Als Datengrundlage dienen hierfür die Vegetationsaufnahmen aus den entsprechenden Untersuchungsjahren.

Es zeigen sich deutliche Differenzen zwischen den verschiedenen ELKE-Kulturen, also zum einen bei den vier Öko-Äckern und zum anderen den beiden Agrarholz-Flächen. Im Vergleich der Artenzahlen aller untersuchter Flächen liegt die Agrarholz-Fläche 1 mit 40 (2011) bzw. 44 (2012) Arten im oberen Drittel, während die jüngere Agrarholz-Fläche 2 mit 28 (2011) bzw. 31 (2012) Arten deutlich artenärmer ist.

Der Öko-Acker 1 besitzt mit über 50 Arten insgesamt die höchste Artenzahl. Die Öko-Äcker 2 und 4 weisen 12 bis 14 Arten weniger auf und liegen im mittleren Drittel. Der Öko-Acker 3 ist mit 21 (2011) bzw. 25 (2012) Arten vergleichsweise artenarm, allerdings liegen diesen Zahlen pro Untersuchungsjahr nur je eine Vegetationsaufnahme zugrunde.

Die Miscanthus-Fläche liegt mit 42 (2011) bzw. 43 (2012) Arten in beiden Untersuchungsjahren im oberen Bereich.

2011: Betrachtet man die Nicht-Kulturpflanzen, besitzt der Öko-Acker 1 deutlich die höchste Artenzahl (49 Arten). Die Miscanthus-Fläche (41 Arten) ist vergleichbar mit der Streuobst-Weide (43 Arten) und der Grünlandbrache (39 Arten). Die Agrarholz-Fläche 1 liegt mit 38 Arten vor dem Öko-Acker 2 und der Wiese 1 (beide 35 Arten). Der Öko-Acker 4 (31 Arten) weist einen ähnlichen Wert wie die Weide (30 Arten) auf. Die Agrarholz-Fläche 2 (25 Arten) ist vergleichbar mit dem Gehölzstreifen (24 Arten). Der Öko-Acker 3 liegt mit 20 Arten zwischen Streuobst-Brache (22 Arten) und Saum (17 Arten) und deutlich höher als der konventionelle Acker (13 Arten) (siehe Abbildung 83).

2012: Ein Vergleich der beiden Untersuchungsjahre zeigt generell einen Anstieg der Artenzahlen von 2011 nach 2012. Im Hinblick auf die Nicht-Kulturpflanzen hat der Öko-Acker 1 weiterhin die höchste Artenzahl (49). Die Agrarholz-Fläche 1 ist mit 42 Arten (+4) vergleichbar mit der Miscanthus-Fläche (42 Arten). Die Öko-Äcker 2 und 4 weisen beide 36 Arten auf und kommen damit der Wiese 1 mit 40 Arten am nächsten. Die Agrarholz-Fläche 2 (+4) hat die gleiche Artenzahl wie der Birken-Eichenwald (29 Arten). Die Zahl der Nicht-Kulturpflanzen des Öko-Ackers 3 liegt mit 23 Arten weiterhin über der des konventionellen Ackers (18 Arten) (siehe Abbildung 84).

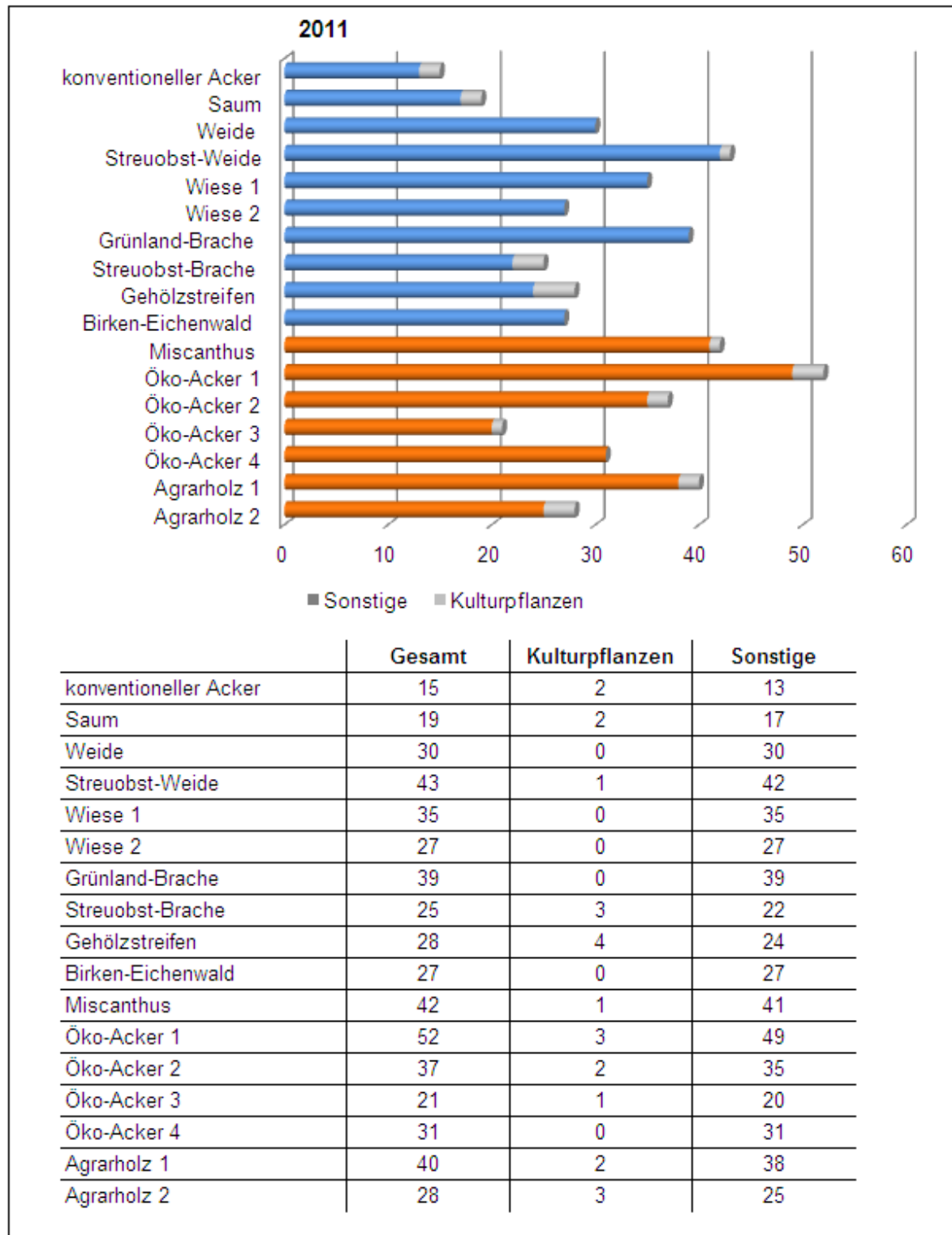


Abbildung 83: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Marpingen 2011.

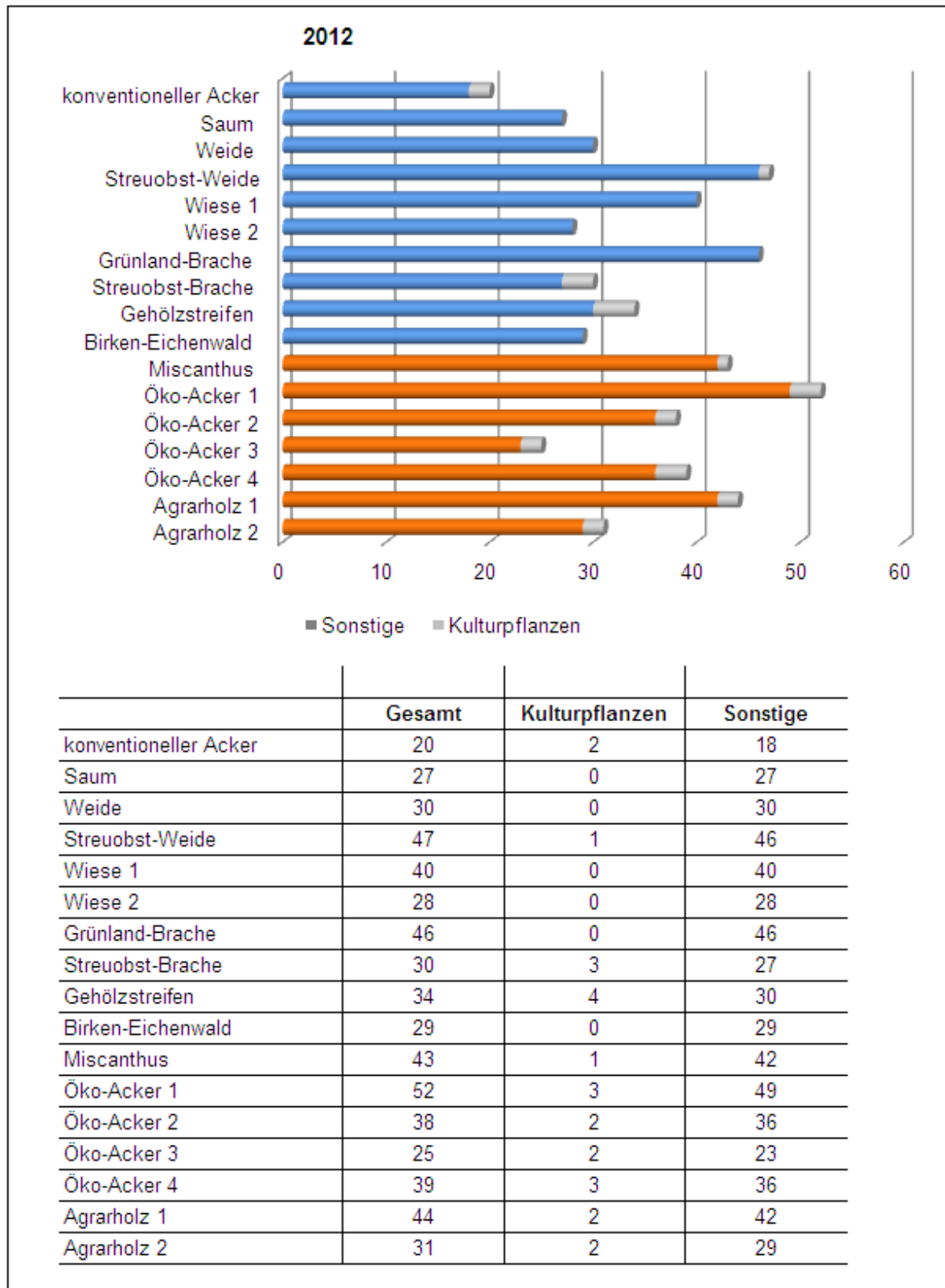


Abbildung 84: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Marpingen 2012.

Ökologische Artengruppen

Auf der Grundlage der pflanzensoziologischen Einteilung von Oberdorfer (2001) wurden die im Gebiet vorgefundenen Pflanzenarten anhand ihrer Standortbindung bzw. dem Schwerpunkt ihres Vorkommens in bestimmten Vegetationseinheiten unterschiedlichen Formationen zugeordnet, die im Folgenden als Ökologische Artengruppen bezeichnet werden (siehe ELKE-Datenbank: Flora Gesamtartenliste ELKE).

Im Hinblick auf die ökologischen Artengruppen wurden alle Krautschicht-Arten mit Ausnahme der Kulturpflanzen ausgewertet. Bezogen auf das Gesamt-Artenspektrum (s.o.) ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 85, Tabelle 174):

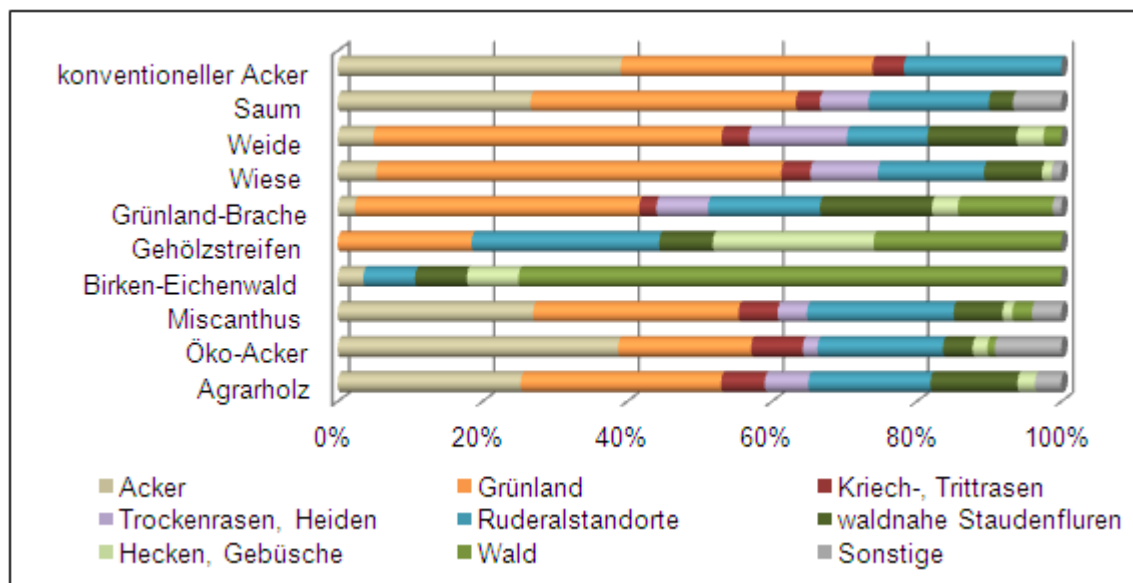


Abbildung 85: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Marpingen 2011/2012.

Die Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe (Agrarhölzer, Öko-Äcker und Miscanthus-Fläche) unterscheiden sich in ihrem Artenspektrum recht deutlich von den Referenzflächen und sind im Hinblick auf die prozentuale Verteilung der ökologischen Artengruppen am ehesten mit dem Saum vergleichbar. Ihre Krautschicht wird von Acker-, Grünland- und Ruderalarten bestimmt, welche zusammen über 80% erreichen. Auf den Öko-Äckern überwiegen erwartungsgemäß die Ackerarten (38 Arten, 39%). Sie erreichen dabei den gleichen prozentualen Anteil wie auf dem konventionellen Acker mit nur 9 Arten aus dieser Gruppe. Relativ hoch ist der Anteil der Arten der waldnahen Staudenfluren auf den Agrarholz-Flächen mit 12% (10 Arten). Dieser ist hauptsächlich auf den Bewuchs der Agrarholz-Fläche 1 zurückzuführen (s.u.).

Die unterschiedliche Verteilung der ökologischen Artengruppen auf den einzelnen Schlägen und Referenzflächen wird bei einer differenzierten Betrachtung deutlich. Als Datengrundlage dienen hierfür wiederum die Vegetationsaufnahmen aus den Untersuchungsjahren 2011 und 2012. Neben dem Kriterium Artenzahl werden auch die Deckungsgrade analysiert. Der Umrechnung der Deckungswerte nach Wilmanns (1993) in prozentuale Deckungsgrade liegt dabei die folgende Skala zugrunde (Tabelle 66):

Tabelle 66: Umrechnung der Wilmanns-Skalenwerte in prozentuale Deckungsgrade.

Deckungswert nach Wilmanns (1993)	Prozentualer Deckungsgrad
r	0,06
+	0,55
1	2,5
2m	3,5
2a	10
2b	20
3	37,5
4	62,5
5	87,5

Betrachtet wird sowohl die prozentuale Verteilung der Arten auf die ökologischen Artengruppen (Abbildung 85, Abbildung 86, Tabelle 175 und Tabelle 176) als auch der prozentuale Anteil der Deckungsgradsummen der unterschiedlichen Artengruppen (Abbildung 87 bis Abbildung 89, Tabelle 177 und Tabelle 178).

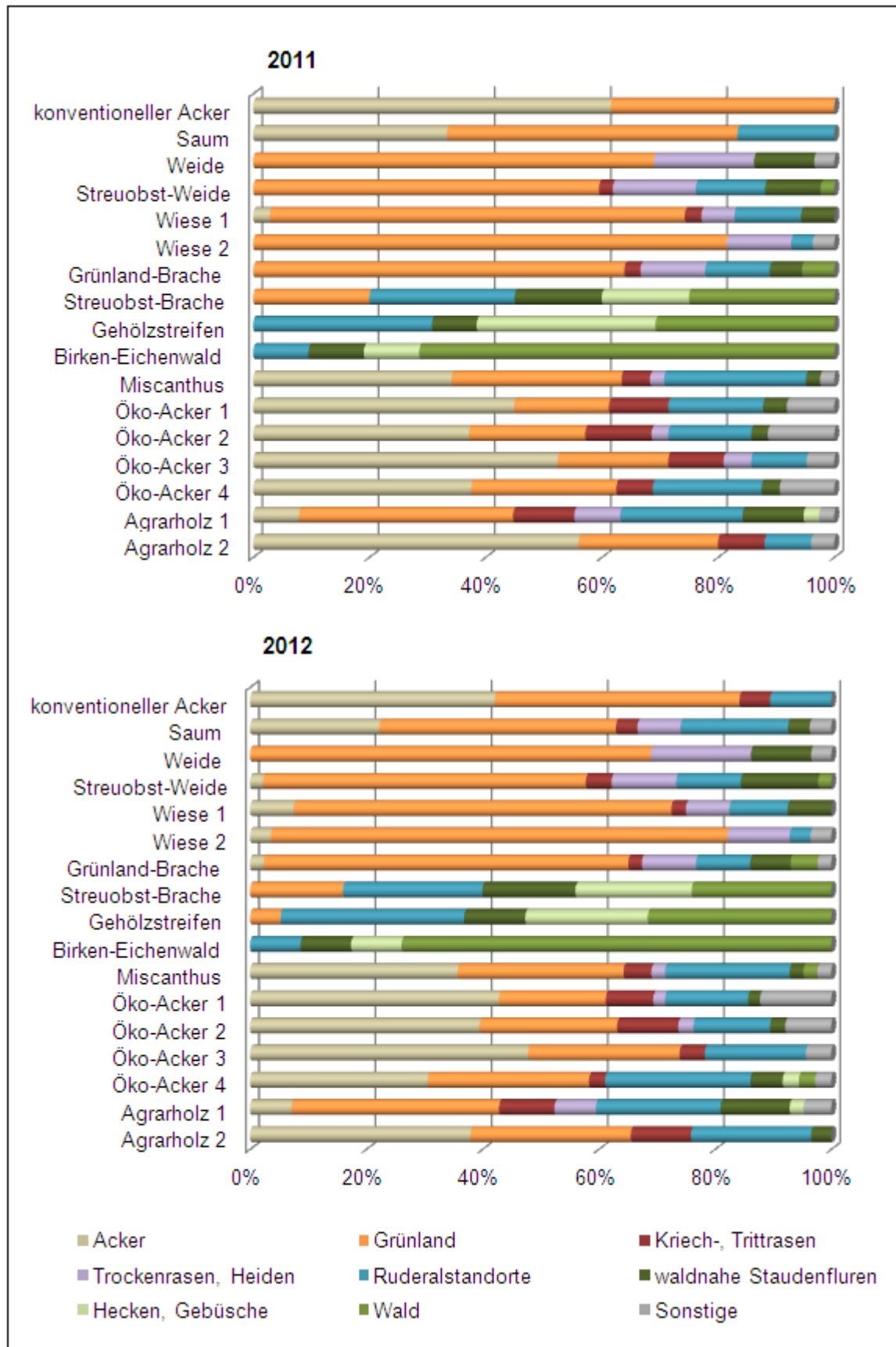


Abbildung 86: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Marpingen 2011/2012.

Besonders auffällige Unterschiede ergeben sich zwischen den beiden Agrarholz-Flächen: Das Spektrum der älteren Agrarholz-Fläche 1 umfasst mehr Artengruppen als das der Agrarholz-Fläche 2, typische Waldarten konnten sich in keiner der beiden Flächen etablieren. Agrarholz-Fläche 1 wird in beiden Untersuchungsjahren von Grünlandarten dominiert (2011: 14 Arten, 37%; 2012: 15 Arten, 36%). Ackerarten spielen nur eine untergeordnete Rolle (Abbildung 85, Abbildung 86, Tabelle 175 und Tabelle 176). Betrachtet man die prozentualen Anteile der Artengruppen an der Gesamt-Deckungsgradsumme, zeigt sich ebenfalls, dass die Grünlandarten in allen Vegetationsaufnahmen aspektbestimmend sind. Ihr prozentualer Anteil an der Deckungsgradsumme sinkt allerdings kontinuierlich von 72% im Frühjahr 2011 auf 53% im Sommer 2012 ab. Eine geringe Zunahme ist bei der Artengruppe der Hecken und Gebüsche zu beobachten, deren Wert im Sommer 2012 bei 13% lag (Abbildung 87, Tabelle 178). Dieser beruht allerdings ausschließlich auf dem Vorkommen des Besenginsters (*Cytisus scoparius*).

Im Artengruppen-Spektrum der jüngeren Agrarholz-Fläche 2 überwiegen insgesamt die Ackerarten und es ähnelt im Ergebnis dem der Öko-Äcker. In einem Vergleich der beiden Untersuchungsjahre zeigt sich ein Rückgang der Ackerarten von 56% (14 Arten) auf 38% (11 Arten), während der Anteil der Arten der Ruderalstandorte von 8% (2 Arten) auf 21% (6 Arten) angestiegen ist. Neu hinzu treten in 2012 – wenn auch nur in geringem Umfang – außerdem Arten der walddnahen Staudenfluren (Abbildung 86, Tabelle 175 und Tabelle 176). Bezieht man die prozentualen Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen in die Betrachtung mit ein, wird die Entwicklung noch deutlicher: Der Anteil der Ackerarten sinkt von über 50% in 2011 auf 9% im Sommer 2012, verbunden mit einem Anstieg des prozentualen Anteils der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Ruderalstandorte von etwa 10% auf über 60%. Arten der walddnahen Staudenfluren spielen nur eine untergeordnete Rolle (Anteil <1%) und Arten der Hecken und Gebüsche fehlen (Abbildung 87, Tabelle 178).

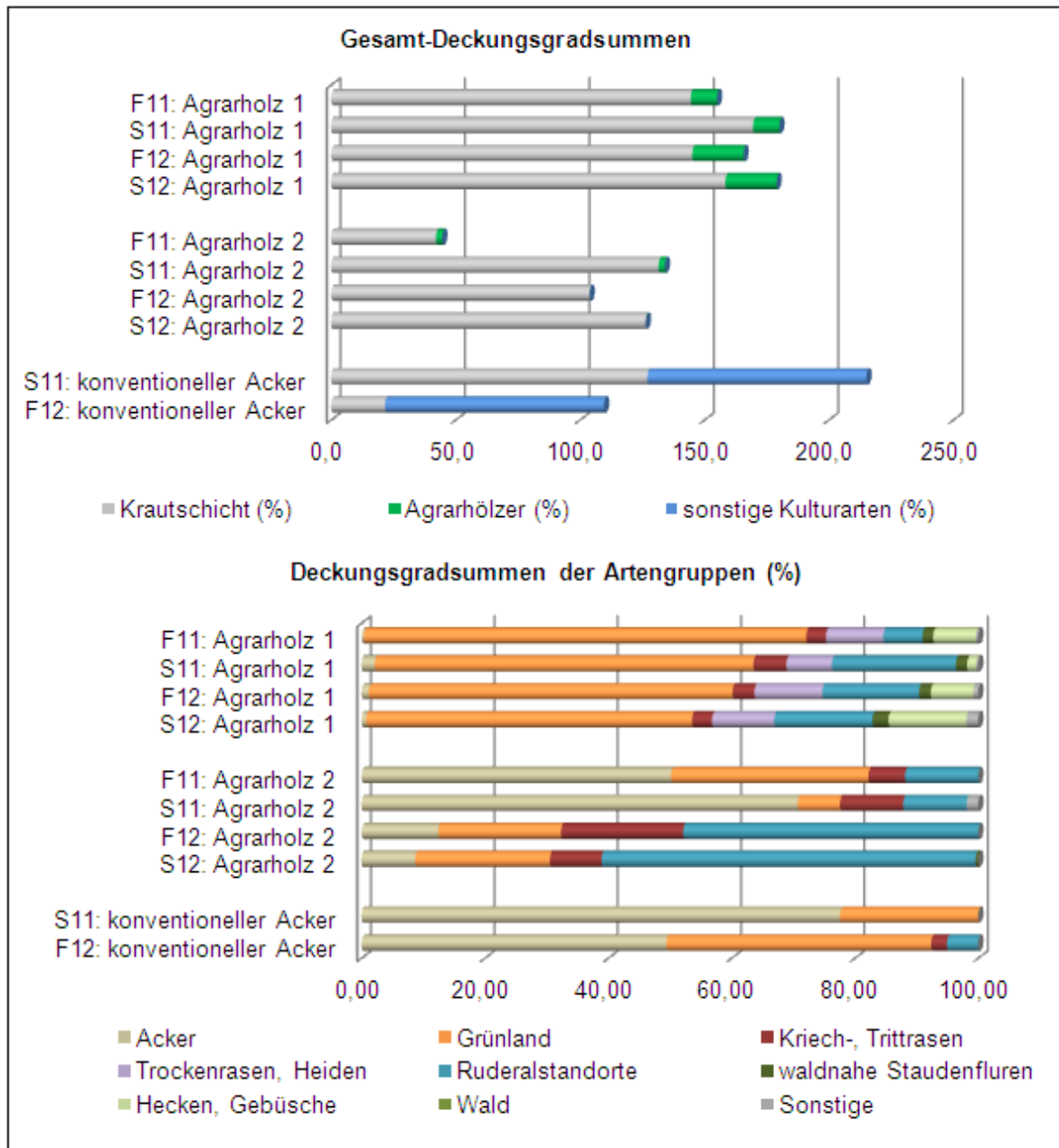


Abbildung 87: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Agrarholz-Flächen im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.

Bei den Öko-Äckern ist das Bild weniger deutlich. Es zeigt sich aber auch hier, dass die Grünlandarten insgesamt zugenommen haben, was sich auch im prozentualen Anteil der Deckungsgradsummen dieser Artengruppe widerspiegelt. Besonders deutlich ist dies für den Öko-Acker 4 mit einem Anstieg des prozentualen Anteils der Grünlandarten an der Gesamt-Deckungsgradsumme von 18% (8 Arten im Sommer 2011) auf 56% (10 Arten im Frühjahr 2012) bzw. 46% (10 Arten im Sommer 2012). Für die Ackerarten ergibt sich kein einheitliches Bild. In beiden Jahren ist die Anzahl der Ackerarten relativ hoch. Sie lag für den Öko-Acker 4 beispielsweise bei 12 Arten (Frühjahr 2011) bzw. 10 Arten (Sommer 2012), der Anteil der Deckungsgradsumme sank jedoch deutlich von 47% auf 12%. Andererseits ist auf dem Öko-Acker 1 der prozentuale Anteil der Ackerarten an der Deckungsgradsumme von 58% im Frühjahr 2011 auf über 65% angestiegen,

obwohl die Artenzahl im gleichen Zeitraum von 22 Arten auf 19 Arten gesunken ist. Für die Artengruppe der Ruderalstandorte ist ebenfalls keine einheitliche Entwicklung zu erkennen: Während für die Öko-Äcker 3 und 4 eine leichte Zunahme zu verzeichnen ist, hat ihr prozentualer Anteil auf den Öko-Äckern 1 und 2 abgenommen (Abbildung 86, Abbildung 88 und Tabelle 175 bis Tabelle 178).

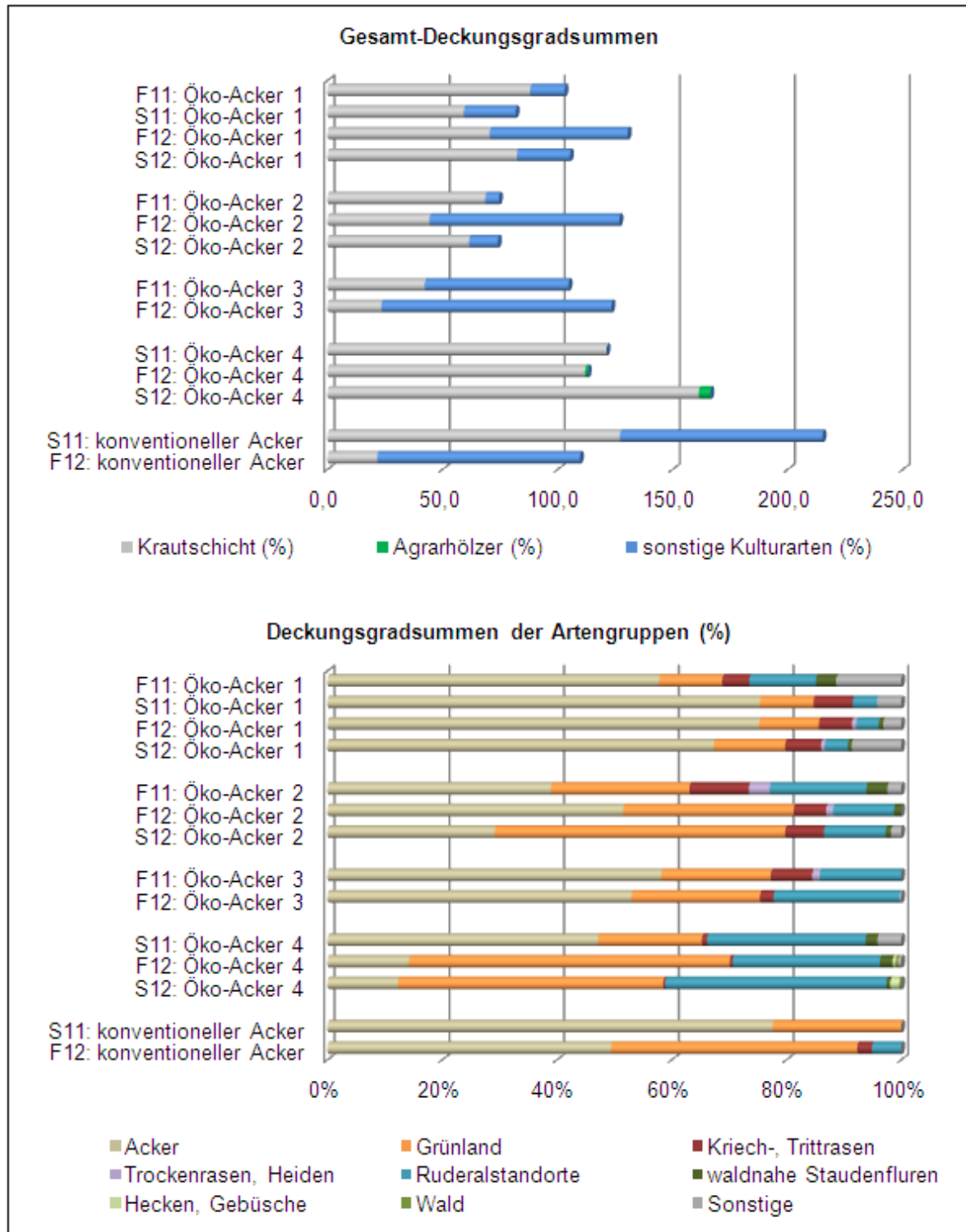


Abbildung 88: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen [%] der Artengruppen der Öko-Äcker im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.

Das Artenspektrum auf der Miscanthus-Fläche ist im Vergleich in beiden Untersuchungsjahren sehr konstant und wird von Acker-, Grünland- und Ruderalarten bestimmt, die zusammen einen prozentualen Anteil an der Deckungsgradsumme von über 95% erreichen. Die Ackerarten sind mit durchschnittlich 13 Arten und einem Deckungsgradsummenanteil von 39% im Mittel am stärksten vertreten, gefolgt von der Gruppe der Grünlandarten mit durchschnittlich 12 Arten und einem mittleren Deckungsgradanteil von 30%. Die Artengruppe der Ruderalarten umfasst durchschnittlich 9 Arten bei einem durchschnittlichen Deckungsgradsummenanteil von rund 27% (Abbildung 86, Abbildung 89 und Tabelle 175 bis Tabelle 178).

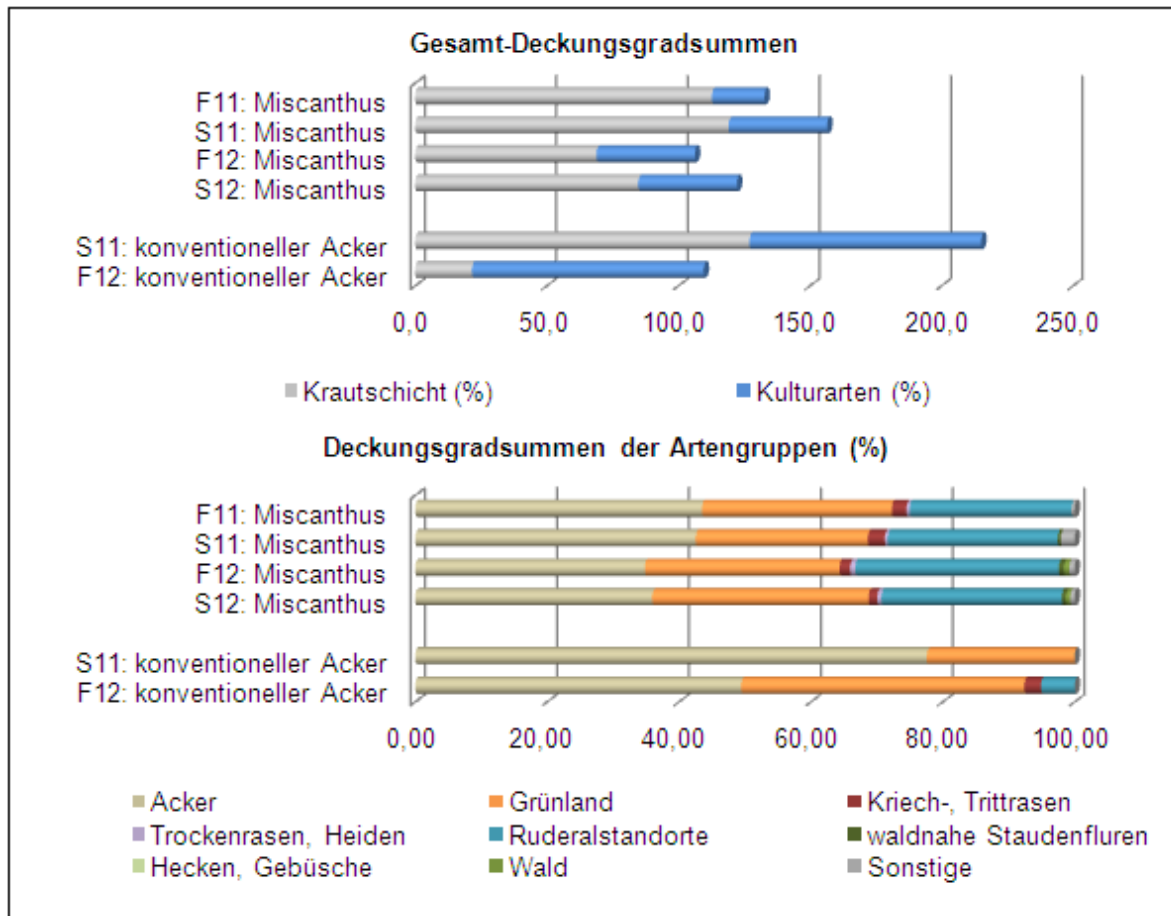


Abbildung 89: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen [%] der Artengruppen der Miscanthus-Fläche im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012

Potenzialanalyse

Ein Vergleich der Beikrautarten der Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen mit den Krautschicht-Arten der Referenzbiotope zeigt, dass auf den Öko-Äckern 34 Arten angetroffen wurden, die in den Referenzbiotopen nicht nachgewiesen wurden. Bei den beiden Agrarholz-Pflanzungen (zusammengenommen) und der Miscanthus-Fläche waren es jeweils 17 Arten. Dem gegenüber fanden sich 86 Arten ausschließlich in den Referenzflächen.

Eine Analyse der exklusiv nachgewiesenen Arten im Hinblick auf ihre Zugehörigkeit zu den ökologischen Artengruppen ergibt, dass von den 34 Arten auf den Öko-Äckern allein 22 Ackerarten

waren, das entspricht 50% aller im Gebiet kartierten Ackerarten. Bei den beiden Agrarholz-Pflanzungen (zusammengenommen) und der Miscanthus-Fläche waren es jeweils 8 Arten. Ein gänzlich anderes Bild ergibt sich bei den Grünlandarten: Alle der insgesamt 18 Grünlandarten auf den Öko-Äckern und der 21 Grünlandarten auf der Miscanthus-Fläche kamen auch in den Referenzbiotopen vor. Lediglich eine von insgesamt 23 Grünlandarten auf den Agrarholz-Flächen wurde nicht in den Referenzbiotopen nachgewiesen. Dem Gegenüber wurden 22 Grünlandarten nur in den Referenzbiotopen erfasst. Auch bei den Ruderalarten ist der Anteil der Arten, die nur auf den NawaRo-Flächen vorkommen, relativ gering: Bei den Agrarholz-Flächen waren es 3 von 14 und auf den Öko-Äckern 2 von 17. Auf der Miscanthus-Fläche lag der Anteil mit 5 von 15 Arten etwas höher (Abbildung 90).

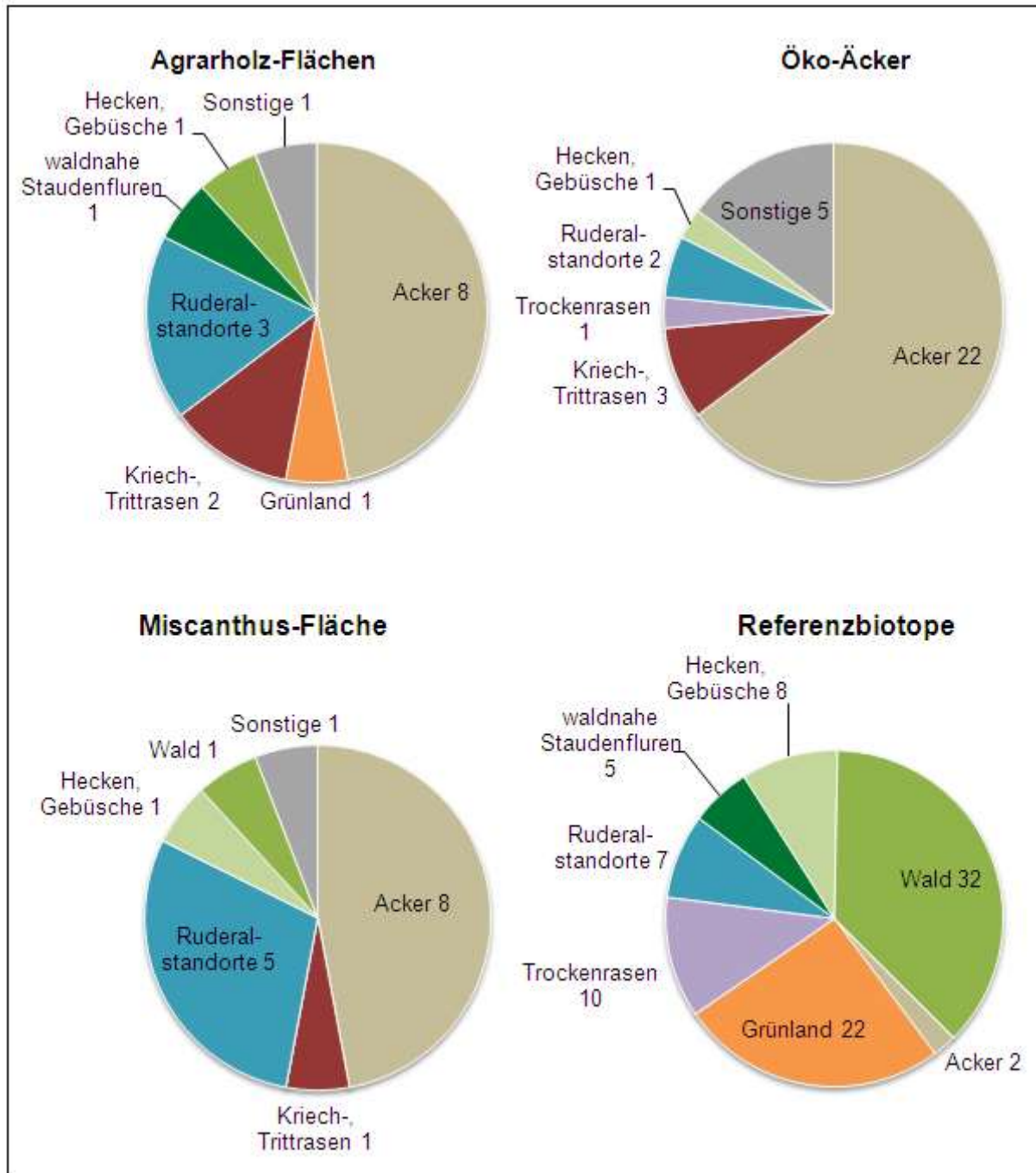


Abbildung 90: Potenzialanalyse Marpingen – Exklusiv-Vorkommen von Arten unterschiedlicher ökologischer Artengruppen in den verschiedenen Landnutzungs-Systemen bezogen auf die Referenzbiotope.

Rote Liste

Von den auf den NawaRo-Flächen erfassten Arten werden nach der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen des Saarlandes (Ministerium für Umwelt/DELATTINIA 2008) der Schmalblättrige Hohlzahn (*Galeopsis angustifolia*) und die Ackerröte (*Sheraria arvensis*) als „Gefährdet“ eingestuft, das Kanten-Hartheu (*Hypericum maculatum*) wird der Kategorie „Gefährdung anzunehmen“ zugeordnet. Die Ackerröte ist eine typische Art der Getreideunkraut-Gesellschaften (*Secalietea cerealis*). Sie kam auf den Öko-Äckern (1-3) und der Miscanthus-Fläche, aber auch auf dem

konventionellen Acker vor. Der Schmalblättrige Hohlzahn bevorzugt Steinschutt-Fluren (*Thlaspietea rotundifolia*). Er wuchs auf den Öko-Äckern (1, 2 und 4), der Agrarholz-Fläche 2 und der Miscanthus-Fläche. In den Referenzbiotopen wurde er nicht nachgewiesen. Das Kantige Hartheu, eine Art der Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden (*Nardo-Callunetea*), wurde sowohl auf der Agrarholz-Fläche 1 und der Miscanthus-Fläche als auch im Grünland und auf der Grünlandbrache kartiert.

Diskussion Marpingen

Bei der nachfolgenden Diskussion der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass auf den Schlägen, die für den Anbau von Wildpflanzengemengen zur Erzeugung von Biogassubstrat genutzt werden, sicherlich auch die grundsätzliche Umstellung auf ökologischen Landbau Auswirkungen auf die Beikrautflora hat. So heben sich als weitgehend bekannte Effekte des ökologischen Landbaus entsprechende Schläge von konventionell bewirtschafteten Äckern durch höhere Artenzahlen, größere Deckungswerte, höhere Absolutwerte an konkurrenzschwachen Segetalarten sowie an Arten mit Standort- und Regionalspezialisierung ab (Kreuter/Nitzsche 2005, van Elsen 1996, zitiert nach Kreuter/Nitzsche 2005).

Gegenüber dem konventionell genutzten Acker weisen alle untersuchten, extensiv bewirtschafteten neuartigen Landnutzungssysteme ELKE im Untersuchungszeitraum 2011-2012 eine höhere Artenzahl auf. Der Anstieg der Artenzahl auf den NawaRo-Flächen gegenüber konventionellem Acker wird durch eine Reihe von Studien bestätigt (siehe hierzu u.a. Heilmann et al. 1995, Liesebach 2006, Kroiher et al. 2010, Vetter/Bärwolff 2010, Baum et al. 2009, 2010, Röhricht et al. 2007). Als Ursache hierfür ist die extensive Bewirtschaftung mit ausbleibendem Herbizid- und Düngemiteleinsatz sowie schonender Bodenbearbeitung zu sehen. Aus Vergleichs-Untersuchungen ist bekannt, dass eine Steigerung der Diversität in der Ackerfläche aus botanischer Sicht primär an den Verzicht auf Herbizidgaben und sekundär an weitere Faktoren extensiver Bewirtschaftung gekoppelt ist (z.B. Kreuter/Nitzsche 2005). Busch/Lamersdorf (2010) und Strohm et al. (2012) weisen beispielsweise in diesem Zusammenhang darauf hin, dass KUP aufgrund des geringeren Bodenbearbeitungs-, Pestizid- und Düngemiteleinsatzes, der sich aus der Bewirtschaftungsform Agrargehölze im Kurzumtrieb ergibt, auch als extensive Formen der Landbewirtschaftung bezeichnet werden können.

Die Gesamtartenzahlen lagen auf den ELKE NawaRo-Flächen in Marpingen zwischen 107 (Öko-Äcker gesamt) und 75 (Miscanthus-Fläche). Betrachtet man die einzelnen Schläge, so schwanken sie zwischen 37 und 75 Arten. Für die Agrarholz-Pflanzungen im Marpingen lag die Gesamtartenzahl bei 89 (Agrarholz 1: 69 Arten, Agrarholz 2: 49 Arten). Damit bleiben die Zahlen unter den Ergebnissen von Zöphel (2010), der bis zu 115 Arten auf einem Feldstreifen mit schnellwachsenden Baumarten (drittes Standjahr) erfasst hat, sind aber aufgrund des deutlich geringeren Stichprobenumfangs nur näherungsweise vergleichbar. Heilmann et al. (1995) kam bei Untersuchungen über fünf Vegetationsperioden auf 145 Arten. Bei vegetationskundlichen Kartierungen in KUP im Rahmen des Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens (Voruntersuchung) „Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen“ wurden auf einer KUP in Schleswig-Holstein 37 Gefäßpflanzen (ohne gepflanzte Arten) gefunden (Hötker/Rasran 2012) und auf 7 KUP-Flächen in der Uckermark (Brandenburg) konnten insgesamt 119 Arten bestimmt werden. Dabei schwankte – ähnlich wie in

Marpingen – die Artenvielfalt beträchtlich zwischen 27 und 58 Arten (Glaser 2012). In einer Literaturschau von vegetationsökologischen Studien aus Schweden, den Niederlanden, UK, Deutschland und der Schweiz stellten Baum et al. (2009) eine Artenzahlspanne von 10 bis 220 in KUP fest, wobei die Artenzahl nach Norden hin tendenziell abnahm. Unabhängig von den Einzelergebnissen lässt sich festhalten, dass die NawaRo-Flächen – wie auch in vielfältigen Untersuchungen zur Besiedlung von KUP dokumentiert – regelmäßig artenreicher sind als der intensiv genutzte Acker und teilweise auch als das Intensivgrünland (siehe hierzu auch Feldwisch 2011).

Die festgestellten Unterschiede in der Artenzahl zwischen den einzelnen untersuchten Öko-Äckern sind vermutlich auf die unterschiedliche Vorgeschichte der betreffenden Schläge, variierende Bewirtschaftungsweisen und verschiedene Einsaat-Mischungen zurückzuführen. Nähere Aufschlüsse hierzu können Untersuchungen der Diasporen-Bank der Böden (vgl. Kapitel 4.4.2) und langfristige Untersuchungsreihen, die mehrere Bewirtschaftungszyklen bzw. Fruchtfolgen umfassen, ergeben. Felduntersuchungen von Willms et al. (2009) ergaben beispielsweise, dass die Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse in der Beikrautflora für die Untersuchungsflächen in Praxisbetrieben zu 21-31% durch die Kulturauswahl erklärt werden können.

Die vergleichsweise niedrigen Artenzahlen der linearen Agrarholz-Fläche 2 (49 Arten) sind darauf zurückzuführen, dass diese auf einem Extensiv-Acker angelegt wurde und im Untersuchungszeitraum 2011-2012 mehrfach einer Grundbodenbearbeitung (Saatbettbereitung) bzw. Beikrautregulierung unterworfen worden war. Diese Maßnahmen waren erforderlich, da die im Frühjahr 2011 eingesetzten Weiden- und Pappelstecklinge hier nicht angegangen waren und im Frühjahr 2012 eine Nachpflanzung erfolgte, die aber auch keinen Anwuchs-Erfolg brachte. Die Agrarholz-Fläche 2 befindet sich demnach über den gesamten Untersuchungszeitraum noch weitgehend im Anfangsstadium der Sukzession, in dem auf dem freigelegten Boden vermehrt annuelle Ackerwildkräuter auflaufen. Die Agrarholz-Fläche 1 und die Miscanthus-Fläche waren hingegen zum Zeitpunkt der Erstaufnahme in 2011 bereits 1,5 Jahre alt. Eine lückenlose Erfassung der Entwicklung auf diesen Flächen beginnend mit dem Zeitpunkt der Anlage konnte hier dementsprechend nicht erfolgen. Eine Fortführung der Untersuchungen auf diesen Flächen kann zeigen, inwieweit es durch das Heranwachsen der angebauten Kulturarten und den damit verbundenen Kronenschluss, insbesondere durch Beschattung der Bodenvegetation zu einer Verschiebung im Spektrum der Beikrautarten, verbunden mit einer möglichen Abnahme der Artenzahl in diesen Beständen kommt (vgl. hierzu Kapitel 4.4.4.10 und u.a. Kroiher et al. 2010, Zöphel 2010). Im Vergleich zu den untersuchten, nicht ackerbaulich genutzten Referenzbiotopen lassen sich die extensiven ELKE Landnutzungssysteme alleine auf Basis der ermittelten Artenzahlen nicht eindeutig bestimmten Kulturbiotopen zuordnen, weisen aber in der Tendenz eine Nähe zu den Wiesen, Weiden und Grünlandbrachen auf.

Die prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Agrarholz-Pflanzungen und der Miscanthus-Fläche spiegelt eine erwartete Entwicklung wider. Diese drückt sich dahingehend aus, dass auf den durch die Saatbettbereitung freigelegten, offenen Böden der ehemals intensiv genutzten Ackerflächen anfangs vornehmlich die konkurrenzschwächeren Arten der Ackerwildkrautflora auflaufen, die dann im Zuge der weiteren Sukzession durch konkurrenzkräftigere Arten des

Grünlandes, der mehrjährigen Ruderalfluren und anderer ausdauernder Vegetationseinheiten verdrängt werden. Diese Entwicklung lässt sich in Marpingen insbesondere auf der Agrarholz-Fläche 2 beobachten, die im Frühjahr 2011, also im ersten Untersuchungsjahr angelegt worden ist. Die Verteilung der Arten auf der schon älteren Agrarholz-Fläche 1 bzw. auch der älteren Miscanthus-Fläche belegen eine Erweiterung des Spektrums der ökologischen Artengruppen im Verlauf der Entwicklung im Vergleich zum konventionell genutzten Acker und damit auch eine höhere Biodiversität.

Insgesamt decken sich die genannten Untersuchungsergebnisse mit ähnlichen Untersuchungen z.B. auf KUP in der Uckermark. Hier konnten die aufgenommenen Arten in Anteilen zwischen 60% und 100% den Acker- und Ruderalgesellschaften zugeordnet werden und der Anteil der Grünlandarten nahm bei fortschreitender Entwicklung zu (bis 30%). Arten der waldnahen Staudenfluren und der Wälder erreichen zusammen 0-10% Anteil (NABU/Bosch & Partner 2012).

Die von Zöphel (2010) durchgeführten floristisch-vegetationskundlichen Untersuchungen auf unterschiedlichen Demonstrationsflächen mit schnellwachsenden Baumarten auf großen Ackerschlägen als Feldstreifen kam zu ähnlichen Ergebnissen. In der Agrarholz-Pflanzung ist auch hier eine größere Anzahl von pflanzensoziologischen Einheiten vertreten als auf Ackerflächen. Durch die langjährigeren Untersuchungen lässt sich eine bewirtschaftungsabhängige Sukzessionsentwicklung erkennen. Das frühe Stadium der KUP-Streifen bietet auch hier zunächst Regenerationsmöglichkeiten für eine artenreiche Ruderalflora. Die im Laufe von drei bis vier Jahren entstehenden Bestände gleichen in ihrem Charakter am ehesten Vorwäldern auf frischen, anthropogen beeinflussten Standorten. Die Gesamtartenzahl ist im dritten Untersuchungsjahr rückläufig, was vor allem dem Ausfall von Ackerarten geschuldet ist, der durch Zuwächse an Ruderal- und Saumarten nicht ausgeglichen wird. Zunehmende Beschattung verdrängt die meisten der lichtbedürftigen Acker- und Ruderalarten, Saum- und Waldarten treten hingegen kaum hinzu. Es sind allerdings bei längeren Umtriebszeiten zunehmend Waldarten zu erwarten (siehe u.a. Kroiher et al. 2010, Strohm et al. 2012, Baum et al. 2012).

Der erhöhte Anteil an Grünland- und Ruderalarten auf den Öko-Äckern im zweiten Untersuchungsjahr lässt sich in diesem Stadium der Untersuchungen nicht zwingend als gerichtete Entwicklung oder natürliche Schwankung (Fluktuation) werten. Im Gegensatz zu den Agrarholz- und Miscanthus-Pflanzungen werden diese ELKE Landnutzungssysteme zwar auch extensiv, aber durch jährliche Ernte auch regelmäßiger bewirtschaftet. Hier können nur weitere Untersuchungen über mehrere Jahre Aufschluss bringen. Die im Vergleich der ökologischen Artenspektren erkennbare Nähe der neuartigen ELKE Landnutzungssysteme zum Saum erklärt sich daraus, dass die untersuchte Saumfläche eine Zwischenstellung zwischen Agrarflächen auf der einen und Grünlandflächen auf der anderen Seite einnimmt. Hieraus ergibt sich auch ein Hinweis, dass sowohl die Öko-Äcker, als auch die Miscanthus- und Agrarholz-Pflanzungen in entsprechenden Entwicklungsstadien zumindest teilweise Funktionen der Säume im lokalen Biotopverbund übernehmen können. Für eine Verifizierung dieser Hypothese sind allerdings fortführende Untersuchungen und eine synergetische Betrachtung mit den Ergebnissen der anderen Forschungsgruppen (Boden, Fauna, Spezielle Botanik) erforderlich.

Für die Agrarholz-Pflanzungen ist zu erwarten, dass sie mit Kronenschluss der Gehölze den Charakter eines Vorwaldes annehmen (siehe hierzu Zöphel 2010).

Die Ergebnisse der Potenzialanalyse zeigen, dass die untersuchten neuartigen ELKE Landnutzungssysteme in den entsprechenden frühen Entwicklungsstadien vornehmlich Ackerwildkräutern, die auf konventionellen Ackerstandorten bzw. den anderen Referenzbiotopen nicht konkurrenzfähig sind, ein Entwicklungspotenzial bieten. Dies gilt insbesondere für die Öko-Äcker, die im Gegensatz zu den Agrarholzpflanzungen und aktuell auch der Miscanthus-Fläche weiter jährlich bewirtschaftet und beerntet werden und daher einer viel kürzeren und alternierenden Sukzession unterliegen. Es ist zu vermuten, dass diese 'exklusiven' Ackerwildkräuter – also diejenigen, die nicht in den Referenzbiotopen nachgewiesen wurden – infolge der Nutzungsextensivierung aus der Diasporenbank des Bodens des ehemals intensiv genutzten Ackers aufgelaufen sind (siehe hierzu Kapitel 4.4.2). Auch für bestimmte Ruderalarten zeigen die ELKE-Biotope in geringerem Maße ein Potenzial als Exklusiv-Standort. Den Arten mit Schwerpunktverbreitung in den anderen Vegetationsformationen, namentlich Trockenrasen, Kriech- und Trittrassen, Grünland, Hecken und Gebüsche, walddnahe Staudenfluren und Wald bieten sie vor allem Möglichkeiten zur Aus- und Verbreitung (Biotopverbundfunktion) und weniger einen Standort, auf dem sich exklusiv Arten dieser Gruppen etablieren können, die in den umgebenden Lebensräumen (Referenzbiotopen) nicht zur Entfaltung kommen.

Voraussetzung für die optimale Nutzung der Lebensraumpotenziale der ELKE NawaRo-Flächen ist ihre Vernetzung mit anderen Landnutzungsformen in der Umgebung, denn neben der Diasporenbank im Boden bestimmen i.T. auch kurze Einwanderungswege von außerhalb die Artenvielfalt. Besonders in einer ausgeräumten Landschaft kann die naturverträgliche Anlage einer Agrarholzfläche Lebensräume und Verbindungselemente zwischen Einzelbiotopen für Pflanzen und Tiere schaffen und zur Strukturierung der Landschaft beitragen (vgl. auch Kroiher et al. 2010, Bielfeld et al. 2008, NABU/Bosch & Partner 2012).

Der Modellstandort Marpingen liegt in einer strukturreichen Kulturlandschaft. Im unmittelbaren Umfeld findet sich eine Vielzahl unterschiedlichster Biotoptypen. Bei der flächendeckenden Erfassung der Biotoptypen und -strukturen von rund 360 ha im Umfeld in 2010 wurden insgesamt 507 Biotope abgegrenzt, die 93 verschiedenen Biotoptypen zuzuordnen sind. Neben einer ausgewogenen Verteilung von Acker, Grünland und Waldanteil gliedern u.a. der Rohrbach, Hecken, Feldgehölze, Streuobstwiesen, Säume und Brachen die Landschaft (näheres hierzu siehe 1. Zwischenbericht ELKE Phase 3 vom 27.04.2011 und ELKE-Datenbank).

Durch die heterogene, artenreiche Umgebung ist am Modellstandort Marpingen ein hohes Potenzial für die Einwanderung von Pflanzenarten in die NawaRo-Flächen und somit ihre Ausbreitung und Etablierung gegeben. Dabei ist es schwierig, den Einfluss der Umgebung von anderen Einflüssen auf die Pflanzenartenvielfalt der ELKE NawaRo-Flächen zu trennen und zu beziffern. Die Untersuchungen zur Diasporen-Bank der Böden (siehe Kapitel 4.4.2) können entsprechende Hinweise dazu geben, ob die gefundenen Arten aus der Umgebung eingewandert sind oder ob sie der Diasporenbank der Bestandsfläche entstammen.

Die ursprüngliche Zielsetzung, einer Anreicherung der Raumvielfalt (Vielfalt an Habitaten und Strukturen) des untersuchten Landschaftsausschnittes (Untersuchungsraumes) über die Etablierung der neuartigen Landnutzungssysteme lässt sich für den Standort Marpingen nur in abgeschwächter Form realisieren, da dieser schon im Ausgangszustand (Ist-Zustand vor der Etablierung der nachwachsenden Rohstoffe) reich an Biotop-/Lebensraumstrukturen gewesen ist. Großräumig gesehen, besteht hier somit auch eine gute Vernetzung der vorhandenen Biotope.

Andererseits bilden die Ackerschläge auch größere zusammenhängende Flächen, sodass durch die entsprechende Anlage und Gestaltung der ELKE NawaRo-Flächen sicherlich eine Anreicherung des Biotopverbunds auf lokaler Ebene gegeben ist. In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse der Laufkäfer-/Spinnen- wie auch Vogeluntersuchungen von besonderem Interesse (siehe Kapitel 4.4.3 und 4.4.4). Eine Besonderheit des Standortes Marpingen besteht darin, dass die Erzeugung der Biomasse in ein größeres Landnutzungskonzept eingebettet ist. Der Gesamtumfang der Maßnahme weist eine Größe von rund 40 ha auf und dient seit 2009 dem Aufbau einer Ökokontofläche. In diesem Zusammenhang wurden weitere Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung durchgeführt, darunter die Anlage von Streuobstwiesen, Feldgehölzen und Waldsäumen. Die vernetzende und ergänzende Funktion der ELKE NawaRo-Flächen ist in dem Kontext dieser nutzungsbedingten Vielfalt (vgl. Kapitel 2.4.3) zu betrachten und im Sinne der Aufwertungsqualität zu bewerten.

4.4.1.12 Ergebnisse Spelle (IVÖR)

Bei der Auswertung der floristisch-vegetationskundlichen Aufnahmen wurden analog zum Standort Marpingen Kulturpflanzen sowie nicht einheimische Forst-, Park- und Ziergehölze gesondert betrachtet. Als solche wurden eingestuft:

Tabelle 67: Kulturpflanzen Spelle.

Gehölze	
Inger-Weide	<i>Salix Inger</i>
Japanische Lärche	<i>Larix kaempferi</i>
Max-Pappel	<i>Populus (Max)</i>
Rot-Eiche	<i>Quercus rubra</i>
Tordis-Weide	<i>Salix Tordis</i>
Sonstige	
Blaue Lupine	<i>Lupinus angustifolius</i>
Bockshornklee	<i>Trigonella spec.</i>
Echter Buchweizen	<i>Fagopyrum esculentum</i>
Einjährige Sonnenblume	<i>Helianthus annuus</i>
Flachs	<i>Linum usitatissimum</i>
Garten-Borretsch	<i>Borago officinalis</i>
Mais	<i>Zea mays</i>
Mauretanische Malve	<i>Malva sylvestris ssp. mauretania</i>
Ölrettich	<i>Raphanus sativus ssp. oleiferus</i>
Rainfarn-Phazelle	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
Raps	<i>Brassica napus</i>
Saat-Hafer	<i>Avena sativa</i>
Saat-Roggen	<i>Secale cereale</i>
Serradella	<i>Ornithopus sativus</i>
Stauden-Lupine	<i>Lupinus polyphyllus</i>
Weißer Senf	<i>Sinapis alba</i>

Artenzahlen

Mit insgesamt 61 Arten weist die Agrarholz-Fläche mit deutlichem Abstand die höchste Artenzahl auf. Dabei ist der Anteil an Kulturpflanzen im Vergleich sehr hoch. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Arten aus dem angrenzenden Blühstreifen randlich stellenweise auch im Bereich der Agrarholz-Pflanzungen vorkommen. Betrachtet man die Artenzahlen ohne Kulturpflanzen, so zeigt sich, dass die Agrarholz-Fläche (44 Arten) und die Baumhecke (42 Arten) die deutlich höchsten Werte aufweisen. Der konventionell bewirtschaftete Acker (11 Arten) belegt mit Abstand den niedrigsten Wert (Abbildung 91).

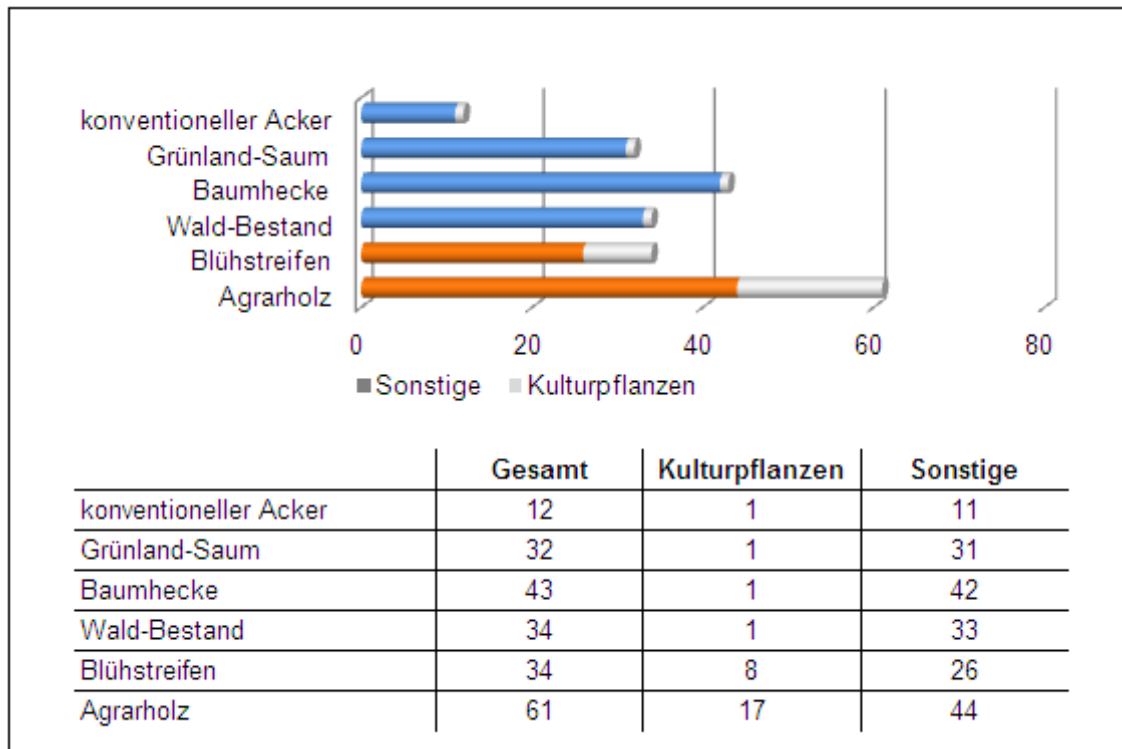


Abbildung 91: Gesamt-Artenzahlen Spelle 2011/2012.

Die Agrarholz-Fläche ist durch die Anpflanzung unterschiedlicher Gehölze sehr inhomogen (vgl. Beschreibung der Anbauflächen in Kapitel 4.1.5. Des Weiteren ist hier insbesondere in den ersten Jahren mit einer hohen Sukzessionsdynamik zu rechnen. Eine differenziertere Betrachtung der beiden Untersuchungsjahre verdeutlicht dieses. Als Datengrundlage dienen hierfür die Vegetationsaufnahmen aus den entsprechenden Untersuchungsjahren.

2011: Die Baumhecke besitzt die höchste Artenzahl, gefolgt vom Lärchen-Bestand. Der Blühstreifen mit relativ hohen Anteilen an Kulturpflanzen liegt noch vor den Agrarholz-Pflanzungen, wobei Eberesche und Tordis-Weide gleiche Zahlen wie der konventionelle Acker aufweisen. Betrachtet man die Gesamt-Artenzahlen für jeden Biotoptyp (Vegetationsaufnahmen zusammengefasst) ohne Kulturpflanzen, besitzen die Baumhecke (21 Arten) und der Wald-Bestand (19 Arten) die höchste Artenzahl, gefolgt von Grünland-Saum (11 Arten), Blühstreifen (10 Arten), Agrarholz-Pflanzungen (9 Arten) und konventionellem Acker (6 Arten) (Abbildung 92).

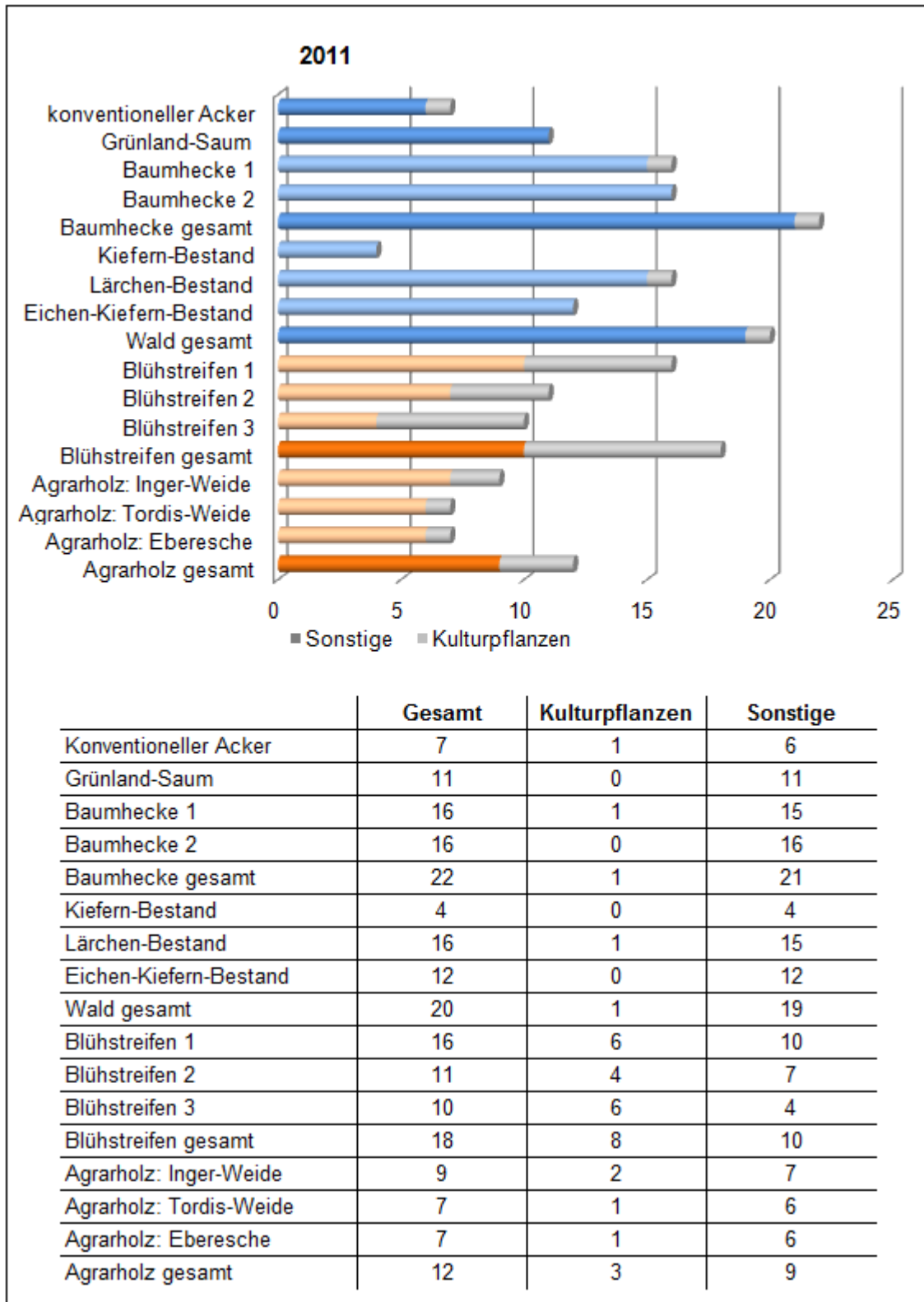


Abbildung 92: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Spelle 2011.

2012: Die höchste Artenzahl weist weiterhin die Baumhecke auf. Die Artenzahlen der Agrarholz-Pflanzungen haben deutlich zugenommen, bei der Tordis-Weide von 7 auf 17 und bei der Inger-Weide von 9 auf 16. Sie erreichen damit die gleiche Größenordnung wie die Aufnahmen 1 und 2 des Blühstreifen mit je 16 Arten und liegen über den Werten der Wald-Bestände. Bezogen auf die

Gesamt-Artenzahlen ordnen sich die Agrarholz-Pflanzung (21 Arten) und der Blühstreifen (22 Arten) zwischen der Baumhecke (23 Arten) und dem Wald-Bestand (18 Arten) ein (Abbildung 93).

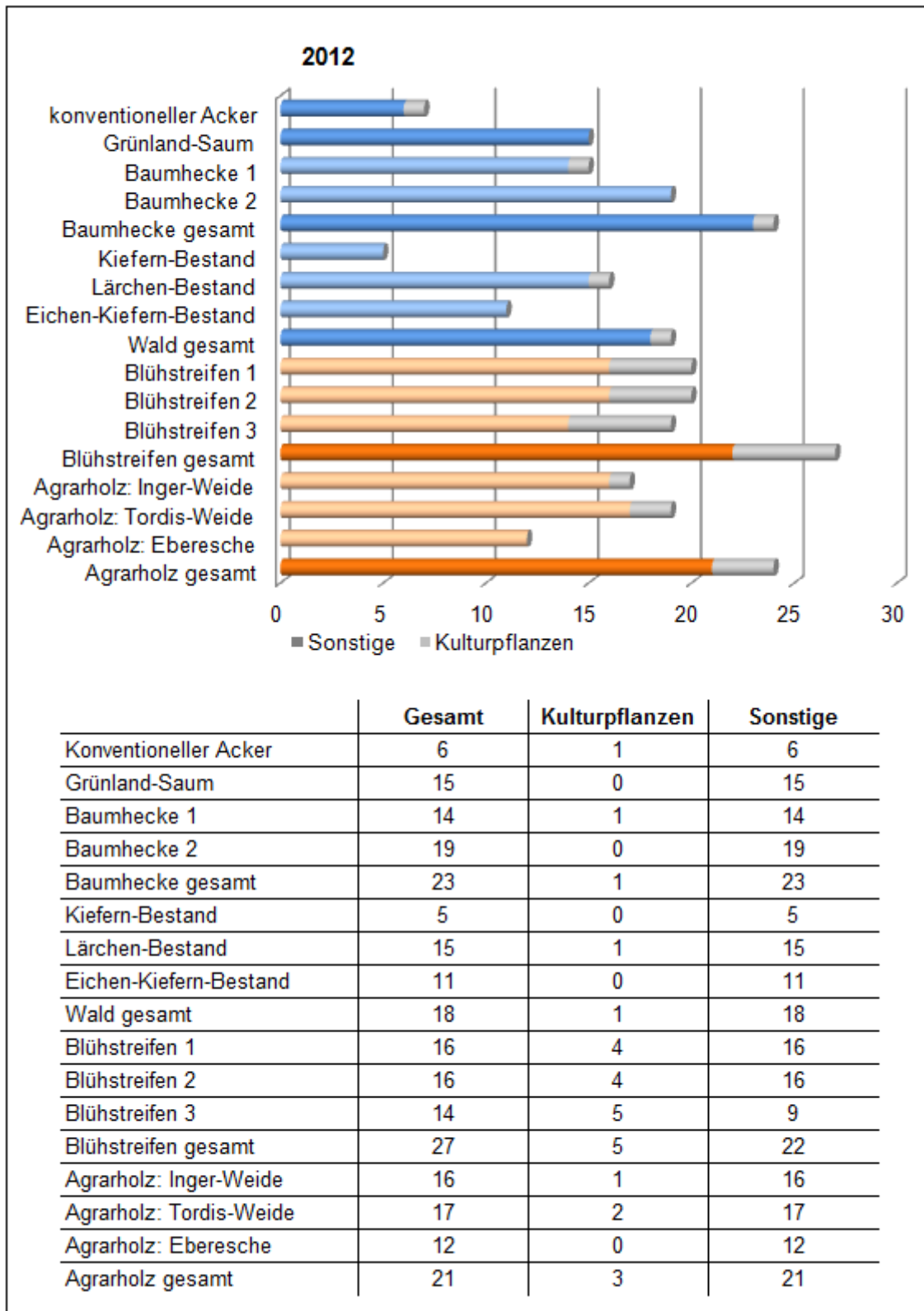


Abbildung 93: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Spelle 2012.

Ökologische Artengruppen

Analog zum Modellstandort Marpingen wurden alle Krautschicht-Arten mit Ausnahme der Kulturpflanzen auf der Grundlage der pflanzensoziologischen Einteilung von Oberdorfer (2001) anhand ihrer Standortbindung bzw. dem Schwerpunkt ihres Vorkommens in bestimmten Vegetationseinheiten in ökologischen Artengruppen zusammengefasst.

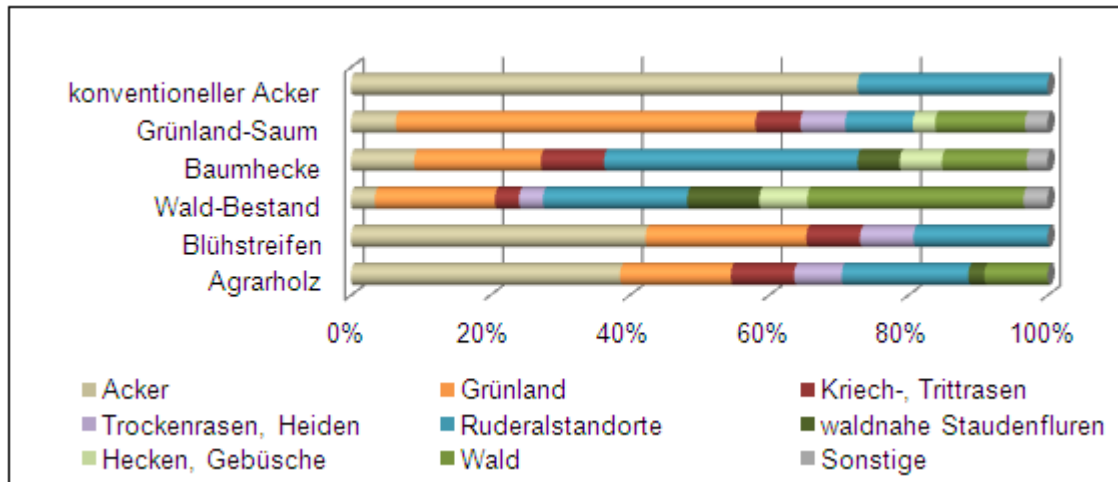


Abbildung 94: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Spelle 2011/2012.

Sowohl die Agrarholz-Fläche als auch der Blühstreifen weisen deutliche Unterschiede zu den Referenzbiotopen auf: Die Acker-Arten bilden jeweils mit Abstand die stärkste Gruppe (Agrarholz 17 Arten, 39% und Blühstreifen 11 Arten, 42%), ihr prozentualer Anteil ist aber deutlich geringer als auf dem konventionellen Acker (8 Arten, 73%). Stärker vertreten sind außerdem Grünland- und Ruderalarten. Insgesamt ist das Artenspektrum auf der Agrarholz-Fläche größer als im Blühstreifen. Der Anteil der Wald-Arten ist dabei hier in erster Linie auf die Anpflanzung von Ebereschen, Sand-Birken und Erlen zurückzuführen, welche als heimische Arten nicht zu den Kulturpflanzen gestellt wurden (Abbildung 94, Tabelle 185).

Eine differenziertere Betrachtung basierend auf den Vegetationsaufnahmen zeigt, dass sowohl im Blühstreifen als auch auf der Agrarholz-Fläche in 2011 fast ausschließlich nur Ackerarten vertreten waren (Abbildung 95, Tabelle 186 bis Tabelle 187).

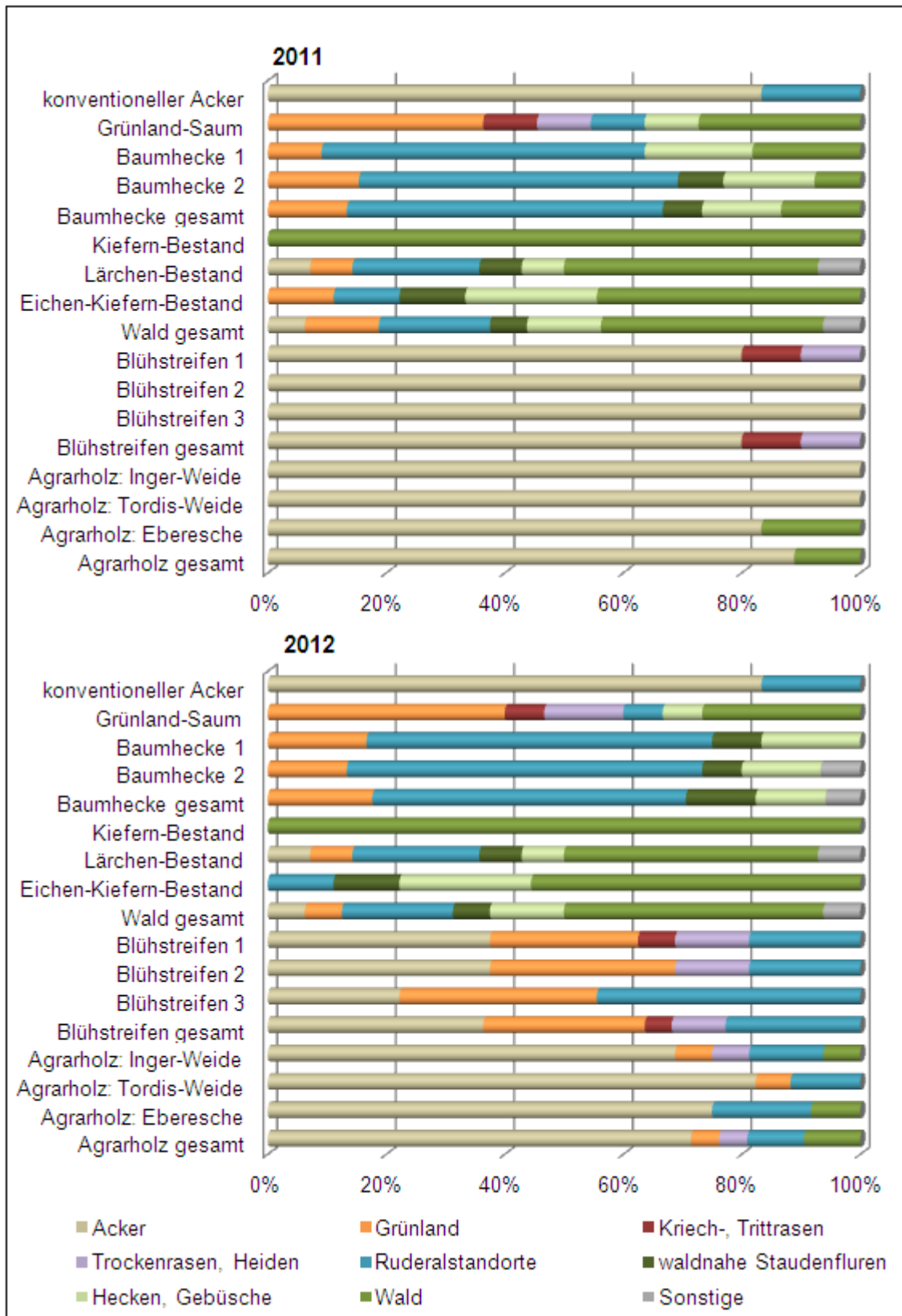


Abbildung 95: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Spelle 2011/2012.

Im Blühstreifen kommen in 2011 neben den Ackerarten mit dem Breit-Wegerich (*Plantago major*) eine Art der Trittrasen und mit dem Kleinen Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*) eine Art der Trockenrasen vor, beide jedoch mit sehr geringen Deckungsgraden. Im Jahr 2012 hat sich das Artenspektrum deutlich vergrößert: Im Blühstreifen sind vor allem Grünland- (insgesamt 6 Arten, 27%) und Ruderalarten (insgesamt 5 Arten, 23%) hinzugekommen, wobei die Zahl der Ackerarten insgesamt (8 Arten) gleich geblieben ist. Betrachtet man die Bestandsentwicklung im Blühstreifen im Hinblick auf die prozentualen Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen an der Gesamt-Deckungsgradsumme (zur Umrechnung der Skalenwerte nach Wilmanns (1993) in prozentuale Deckungsgrade (siehe Tabelle 66), so zeigt sich, dass die Grünlandarten mit Abstand die größten Deckungsgrade aufweisen. Die höchsten Werte wurden dabei im Frühjahr (F12) erreicht (Blühstreifen 1 mit 60%, Blühstreifen 2 mit 84%, Blühstreifen 3 mit 90%). Gleichzeitig sind die prozentualen Anteile der Deckungsgradsummen der Ackerarten deutlich zurückgegangen. Sie erreichen nur noch Werte zwischen 25% (Blühstreifen 1 im Frühjahr) und 6% (Blühstreifen 3 im Sommer). Die Ruderalarten spielten im Frühjahr 2012 eine untergeordnete Rolle und erreichten im Sommer 2012 Werte zwischen 11% und 34% (Abbildung 95, Abbildung 96 und Tabelle 186 bis Tabelle 189).

Die Agrarholz-Fläche ist auch im zweiten Untersuchungsjahr durch den sehr hohen Anteil an Acker-Arten gekennzeichnet (71%). Diese haben absolut gesehen in allen Flächen zugenommen (insgesamt von 8 auf 15 Arten). Die übrigen Artengruppen sind – wenn überhaupt – mit maximal 2 Arten vertreten. Bei den Wald-Arten handelt es sich um die gepflanzte Eberesche, die bei der Berechnung der Deckungsgradsummen als Agrarholz gewertet wurde und um den Blut-Ampfer (*Rumex sanguineus*), der 2012 in der Inger-Weidenpflanzung auftrat. Im Hinblick auf die prozentualen Anteile der Artengruppen an der Gesamt-Deckungsgradsumme ist auf der Agrarholz-Fläche wie im Blühstreifen ein Rückgang der Ackerarten festzustellen, der hier allerdings weniger deutlich ausfällt. Die Deckungsgradsummen-Anteile lagen 2012 immer noch hoch – mit einer Ausnahme – bei über 50%. Ansonsten treten verstärkt Ruderalarten mit Anteilen von bis zu 74% auf. Der weitaus größte Anteil entfällt dabei auf die Quecke (*Elymus repens*). Grünlandarten spielen im Agrarholz im Gegensatz zum Blühstreifen keine Rolle. Ein Zusammenhang zwischen den Deckungsgraden der Agrarhölzer und dem Artenspektrum der Begleitflora ist zum bisherigen, für Energieholz-Pflanzungen sehr kurzen Untersuchungszeitraum, (noch) nicht zu erkennen (Abbildung 95, Abbildung 97 und Tabelle 186 bis Tabelle 189).

Zum Vergleich dominieren auf dem konventionell bewirtschafteten Acker in allen Vegetationsaufnahmen erwartungsgemäß die Ackerarten. Die zeitweise relativ hohen Anteile der Deckungsgradsummen der Ruderalarten an der Gesamt-Deckungsgradsumme beruhen auf dem Vorkommen lediglich einer Art, der Quecke (*Elymus repens*).

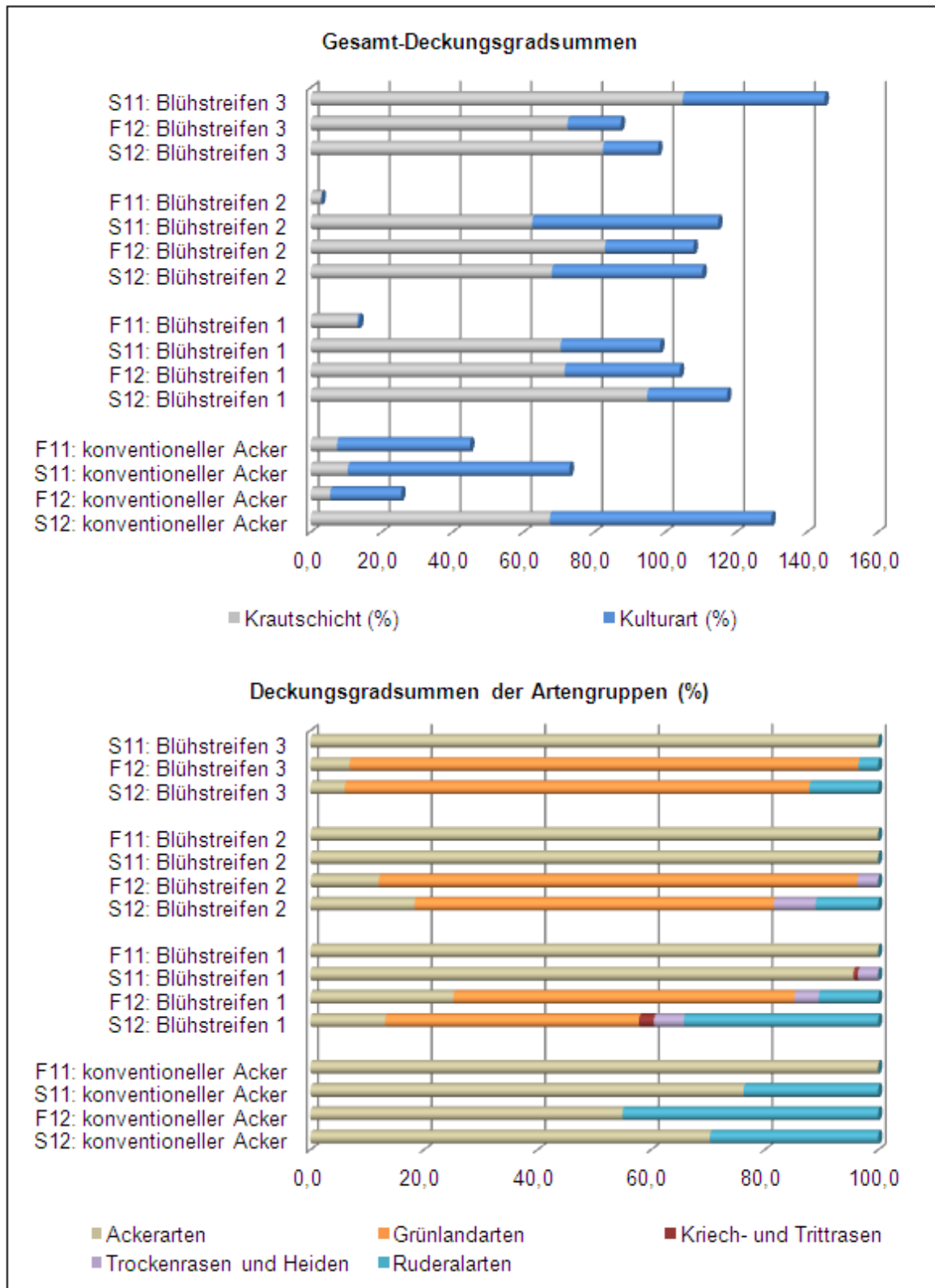


Abbildung 96: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Blühstreifen im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.

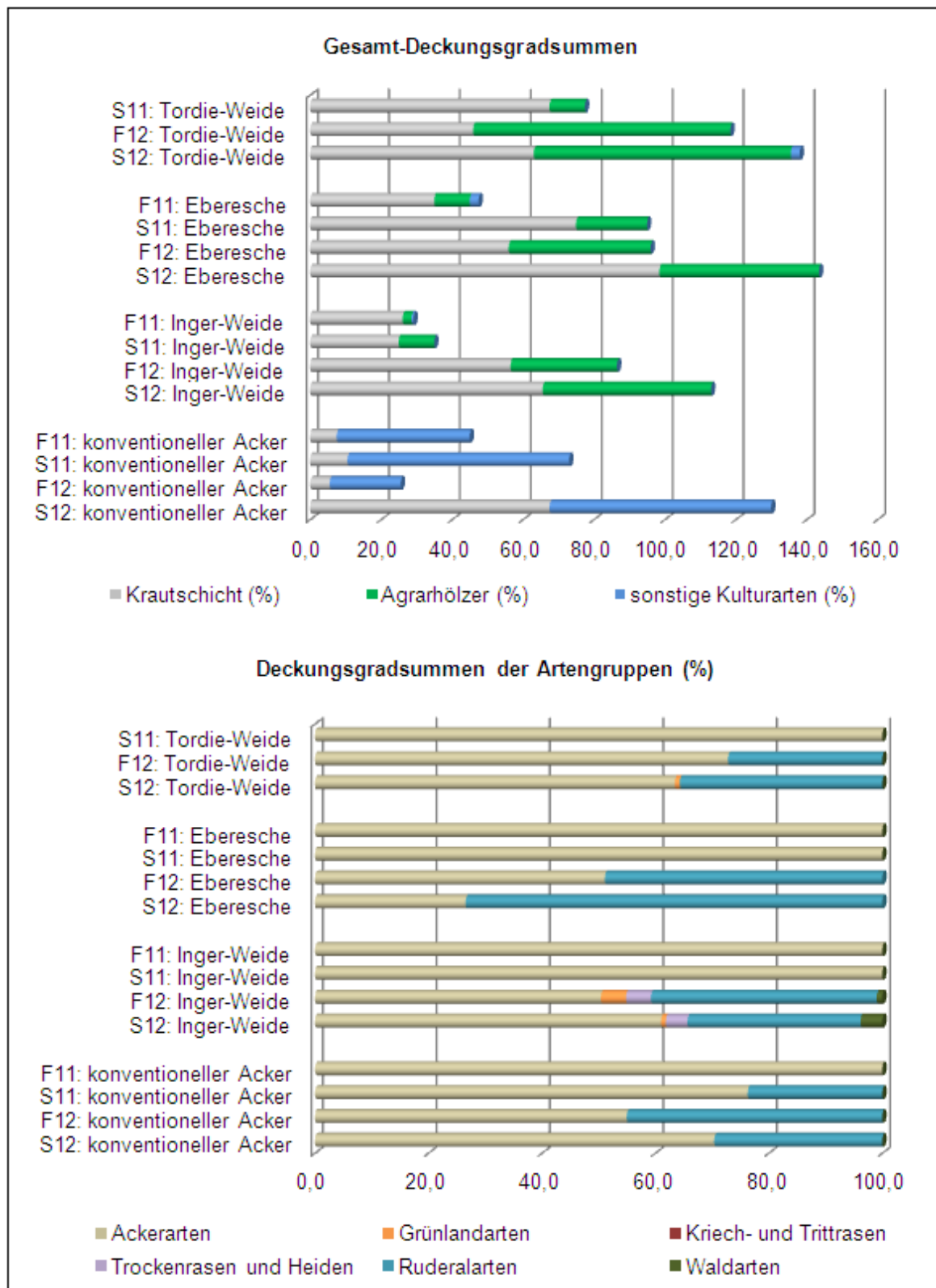


Abbildung 97: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Agrarholz-Fläche im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.

Potenzialanalyse

Ein Vergleich der Beikrautarten der ELKE NawaRo-Fläche (Agrargehölze und Blühstreifen) mit den Krautschicht-Arten der Referenzbiotop zeigt, dass 23 der erfassten Arten nur auf der Agrarholzfläche und dem Blühstreifen nachgewiesen wurden, davon 8 ausschließlich auf der Agrarholz-Fläche. Dem gegenüber fanden sich 58 der Arten nur in den Referenzflächen.

Eine Analyse der Artenzahlen im Hinblick auf die ökologischen Artengruppen ergibt, dass 8 Ackerarten auf der Agrarholz-Fläche wuchsen, die in den Referenzbiotopen nicht nachgewiesen wurden. Dies entspricht 42% aller erfassten Ackerarten. Von den 8 Arten kamen 6 auch im Blühstreifen vor. Bei den Arten der Ruderalstandorte wurden 6 von insgesamt 21 Arten (29%) nur auf der Agrarholz-Fläche und 13 Arten (62%) nur in den Referenzbiotopen erfasst. Ähnlich wie in Marpingen war der Anteil der Grünlandarten, die nur auf der NawaRo-Fläche nachgewiesen wurden mit 3 von insgesamt 25 Arten gering (Abbildung 98).

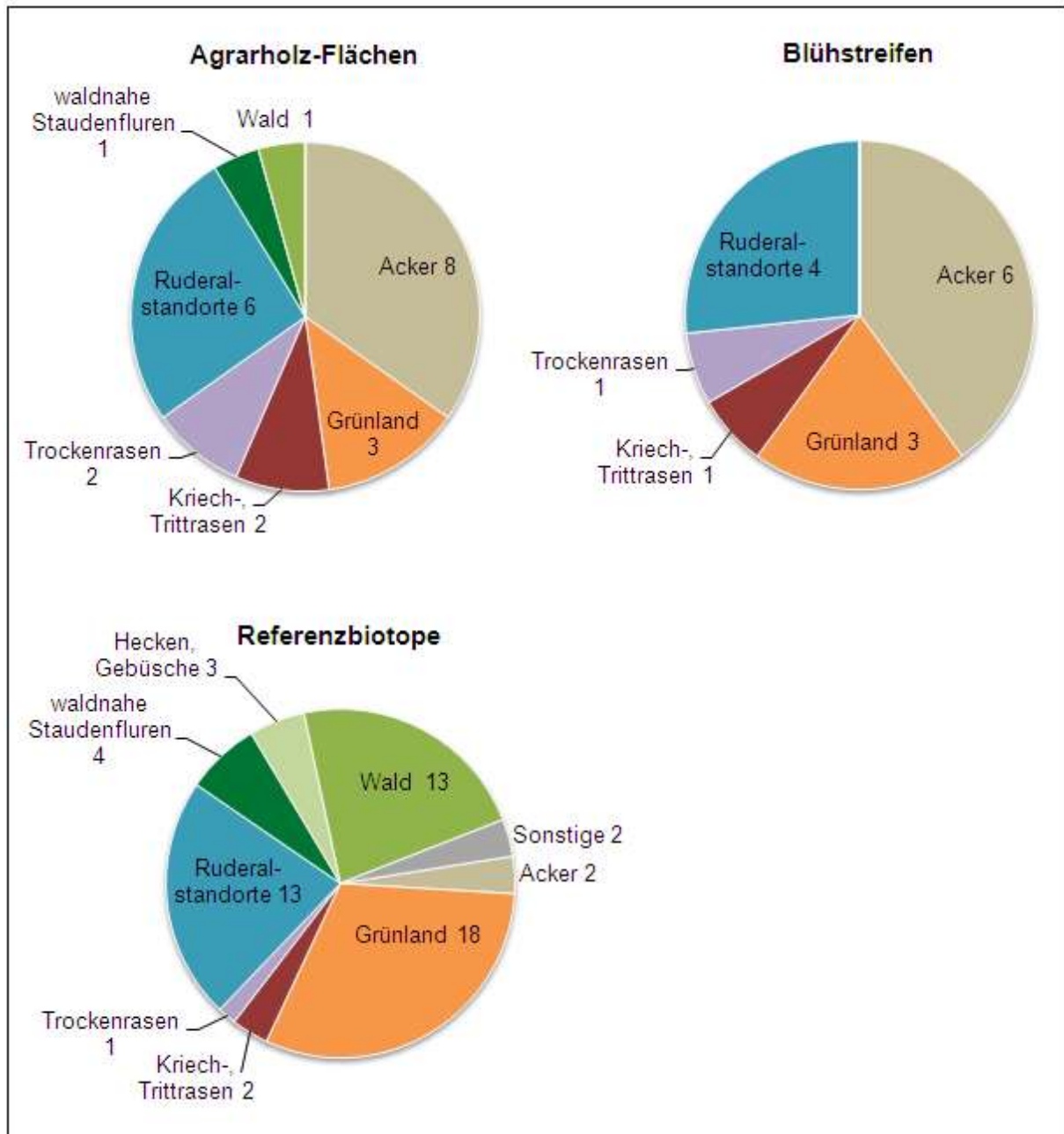


Abbildung 98: Potenzialanalyse Spelle – Exklusiv-Vorkommen von Arten unterschiedlicher ökologischer Artengruppen in den verschiedenen Landnutzungs-Systemen bezogen auf die Referenzbiotope.

Rote Liste

Von den auf der NawaRo-Fläche erfassten Arten wird keine in der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen (Garve 2004) geführt.

Diskussion

In Spelle ließ sich die Entwicklung von Flora und Vegetation in einer Agrarholz-Pflanzung auf einem ehemals konventionell bewirtschafteten Ackerstandort vom Zeitpunkt der Pflanzung der Agrargehölze an beobachten. Die Tatsache, dass an diesem Standort die Artenzahlen der Agrarholz-Pflanzung und des Blühstreifens in 2011 noch in der Größenordnung des benachbarten konventionell genutzten Maisackers lagen, lässt sich dadurch erklären, dass hier nach der Saatbettbereitung der Boden

nahezu vegetationsfrei war und es naturgemäß einer gewissen Zeit zum (Wieder)Auflaufen der Vegetation bedurfte. Aufgrund der durch die extensive Nutzung eingetretenen Bodenruhe liegen die Artenzahlen auf der Agrarholzfläche und im Blühstreifen nach einem Jahr jedoch schon deutlich über denen des konventionell genutzten Maisackers und auch des artenarmen Kiefern-Bestandes und erreichen vergleichbare Größenordnungen wie die übrigen Referenzbiotope. Die Beobachtung, dass die Gesamtartenzahl auf der Agrarholz-Fläche über der des Waldbestandes liegt, deckt sich mit den Ergebnissen von Baum et al. (2012): Bei einem Vergleich der Pflanzenvielfalt von 15 Weiden- und Pappel-KUP in Norddeutschland und Mittelschweden mit derjenigen der angrenzenden Äcker, Grünländer und Wälder wurden in KUP höhere Artenzahlen als in angrenzenden Ackerflächen, Nadelwäldern und deutschen Mischwäldern festgestellt, während die Artenzahlen sich nicht von denen der Grünländer unterschieden. Der Vergleich mit dem Pflanzenreichtum von naturnahen Wäldern fällt allerdings nach Weih et al. 2003 (zitiert nach Bielefeld 2008) zu Ungunsten der Energiehölzer aus.

Insgesamt betrachtet, liegen die Gesamtartenzahlen auf der NawaRo-Fläche in Spelle mit 61 Arten im Agrarholz und 34 Arten im Blühstreifen über beide Jahre verglichen mit den Ergebnissen von Zöphel (2010) mit bis zu 115 Arten (drittes Standjahr) oder Heilmann et al. (1995) mit 145 Arten (Untersuchungen über fünf Vegetationsperioden) niedrig. Allerdings beruhen die Zahlen für Spelle auf einer deutlich geringeren Stichprobenanzahl. Zum bisherigen für Agrarholz-Pflanzungen nur sehr kurzen Untersuchungszeitraum ist auch hier eine deutliche, positive Tendenz hinsichtlich des Artenreichtums zu verzeichnen, zumal im 2. Untersuchungsjahr – wie auch in vielfältigen Untersuchungen zur Besiedlung von KUP dokumentiert (siehe hierzu u.a. Feldwisch 2011) – die Artenzahl deutlich über der des konventionell bewirtschafteten Ackers liegt.

Wie in Marpingen, so zeigt sich auch am Standort Spelle in den Agrarholz-Pflanzungen und im Blühstreifen in zwei Jahren Entwicklung nach der Anlage eine Erweiterung des Artengruppen-Spektrums im Vergleich zum konventionell bewirtschafteten Acker. Die beobachteten Unterschiede zwischen dem Blühstreifen und den Agrarholz-Pflanzungen, die ja auf ein und demselben Standort wachsen, lassen sich wohl hauptsächlich durch die Aussaat von Wildkrautgemenge auf dem Vorgewende erklären (zum Einfluss der Kulturauswahl auf Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse in der Beikrautflora siehe Willms et al. 2009). Weitere Ursachen hierfür sind sicherlich auch Maßnahmen zur Beikrautregulierung, welche nur in den Pflanzstreifen durchgeführt worden sind. Durch eine mechanische Bodenbearbeitung und dem damit verbundenen Anriss des Bodens kann das Aufkommen der Ackerarten befördert worden sein (siehe hierzu auch Zöphel 2010).

Die Blühstreifen in Spelle nehmen zwei Jahre nach der Anlage eine Zwischenstellung zwischen Acker und Grünlandsaum ein, während die Agrarholz-Pflanzungen zum entsprechenden Zeitpunkt aufgrund ihrer Struktur eher einer jungen, lichten Hecke auf offenem Sandboden im frühen Sukzessionsstadium entsprechen, wobei deren Begleitflora noch stark von Ackerarten geprägt wird.

Wie am Standort Marpingen, so bieten auch in Spelle die noch jungen neuartigen ELKE Landnutzungssysteme (ELKE-Biotope) vorwiegend Arten der Äcker, die in den Referenzbiotopen des Umlandes nicht nachgewiesen wurden, ein Entwicklungspotenzial. In vergleichsweise stärkerem

Maße als in Marpingen, aber weniger ausgeprägt als bei den Ackerarten, gilt dies hier auch für Arten der Ruderalstandorte. Die Frage, inwieweit es im Laufe der weiteren Entwicklung noch zu Verschiebungen der Verhältnisse kommt, indem z.B. weitere Arten aus der Diasporenbank des Bodens auflaufen und/oder Samen aus dem Umfeld in die ELKE-Biotope eingetragen werden, lässt sich nur durch eine Fortführung der Untersuchungen über einen längeren Zeitraum beantworten.

Der Modellstandort Spelle liegt in einer Veredelungsregion, die durch die Produktionsschwerpunkte Schweine- und Hähnchenmast sowie Ferkelerzeugung geprägt wird. Entsprechend wird in dieser Region vorwiegend Futtergetreide und Mais angebaut und der Waldanteil ist insgesamt sehr gering. Bei der flächendeckenden Erfassung der Biotoptypen und -strukturen im Untersuchungsraum in 2010/2011 auf rund 246 ha wurden insgesamt 77 unterschiedliche Biotoptypen abgegrenzt und damit deutlich weniger als in Marpingen. Die Kartierung spiegelt dabei sehr gut die an Biotoptypen und Strukturen insgesamt relativ arme Kulturlandschaft des Samtgemeindegebietes wider: Diese zeichnet sich durch einen hohen Anteil an landwirtschaftlichen Flächen, hauptsächlich Äcker, aus. Auch die verhältnismäßig wenigen Grünlandflächen werden i.d.R. intensiv bewirtschaftet. Eine stärkere Untergliederung erfährt der Raum durch linienförmige Gehölzbestände (Baumreihen, Hecken), entlang von Straßen, Wegen und Gräben, teils mit vorgelagerten Saumstrukturen. Flächige Gehölzbestände sind im gesamten Gebiet dagegen sehr selten. Im Südwesten wurde ein größerer, zusammenhängender Kiefern-Mischwaldkomplex als einziger größerer Waldbestand bzw. Forst in der Umgebung in das Untersuchungsgebiet einbezogen. Als größeres Gewässer durchfließt die Giegel Aa den Raum (näheres hierzu siehe 1. Zwischenbericht ELKE Phase 3 vom 27.04.2011). Die Etablierung der Energieholzfläche am Standort Spelle ist somit ein erster Ansatz zur Erhöhung des Anteils an flächigen Gehölzbeständen im Samtgemeindegebiet. Andererseits sind die Einwanderungsmöglichkeiten für Pflanzenarten aufgrund der vergleichsweise armen Habitatausstattung des Raumes begrenzt. So sind hier für eine Etablierung von Arten aus umgebenden Wald- und Grünlandbeständen in der Agrarholzfläche deutlich größere Entfernungen zu überwinden als beispielsweise in Marpingen. Eine weitere Etablierung von ELKE NawaRo-Flächen im Raum könnte sich in diesem Zusammenhang fördernd auf den Biotopverbund auswirken, da diese wahrscheinlich eine Funktion als Verbindungs- und/oder Quellbiotop übernehmen können.

4.4.2 Spezielle Botanik (FSU Jena: Thomas Rohde, Frank Hellwig)

4.4.2.1 Zielsetzung & Hypothesen

Für die Erzeugung energetisch zu nutzender Biomasse spielt der Anbau auf landwirtschaftlichen Flächen eine herausragende Rolle (BMELV 2012). Neben neuartigen Anbaukulturen wie Miscanthus werden ganz aktuell überwiegend landwirtschaftlich tradierte Kulturen einem veränderten Verwertungsweg zugeführt. Bedingt durch die politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen werden in der Praxis vor allem ertragreiche und stoffumsatzintensive ackerbauliche Anbaukulturen wie Mais, Raps und Weizen wegen der damit erzielbaren Energieausbeute pro Flächeneinheit bevorzugt. In Folge dessen haben sich bundesweit innerhalb weniger Jahre die Flächenanteile der Fruchtarten auf landwirtschaftlichen Flächen stark in Richtung dieser Intensivkulturen verschoben. Im

nichtwissenschaftlichen Sprachgebrauch wird dies häufig als „Vermaisung der Landschaft“ bezeichnet. Zunehmend werden die beobachteten negativen Effekte dieser Entwicklung mit den allgemein möglichen Umweltauswirkungen des Energiepflanzenanbaus gleichgesetzt (siehe auch LEOPOLDINA 2012, UBA 2012). Neben den genannten intensiv geführten Kulturen (Mais, Raps, Weizen) bestehen jedoch eine Reihe weiterer Anbaukulturen, für die positive Effekte auf den Naturhaushalt oder die Naturausstattung bekannt oder anzunehmen sind (NABU 2008, 2012). Das Bundesamt für Naturschutz teilt die Auffassung, dass die regionale Vielfalt durch neue Nutzungsoptionen für Biomasse erhalten und gefördert werden kann (BfN 2012a).

Wesentliche und für das Vorkommen von Pflanzenarten in landwirtschaftlichen Anbaukulturen nach den Klima- und Bodenbedingungen entscheidende Habitatbedingungen werden durch das Anbau- und Bewirtschaftungsregime ausgebildet (Arlt et al. 1991). Die Art, Häufigkeit und Zeitpunkt(e) der Bodenbearbeitung, Bestellung, Kulturpflege und Ernte sowie die Kulturdauer (Standzeit der Kultur) und auch der vorgesehene Verwertungsweg haben wesentlichen Einfluss auf die Regulierung von so genannten Beikräutern (Begleitarten: Wildkräuter, Unkräuter). Verunreinigungen des Ernteguts durch Beikräuter und deren Diasporen/Samen werden bei einer vorgesehenen Verwertung als Nahrungsmittel als negative Beeinflussung des Ertrags angesehen. Bei einer vorgesehenen energetischen Verwertung des Ernteguts bleiben solche Beimengungen hingegen qualitativ unschädlich, während eine ggf. korrelierte (energetische) Ertragseinbuße kalkulierbar ist. Veränderte Anbau-, Bearbeitungs- und Erntezeiten führen zu veränderten effektiven Zeitfenstern für die Keimung, den Aufwuchs, das Blühen, das Fruchten und die Samenreifung von Beikräutern.

Neben den genannten Faktoren ist für das tatsächliche Auftreten/Auflaufen von Begleitarten ebenfalls entscheidend, welche Arten in der Bodensamenbank der Fläche niedergelegt sind („Flächenpotenzial“), auf natürliche oder anthropogen bedingte Weise aus der Umgebung eingetragen werden („Umgebungspotenzial“) und durch die ausgewählte Anbaukultur geeignete Keimungs- und Wuchsbedingungen erfahren („Kulturpotenzial“).

Die Bodensamenbank, der Ein- und Austrag von Diasporen/Samen und das Kulturpotenzial einer Anbaukultur werden jeweils durch das aktuelle und vorausgehende Anbau- und Bewirtschaftungsregime beeinflusst.

Der Beitrag des Instituts für Spezielle Botanik der Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU Jena) ist darauf gerichtet, mögliche Auswirkungen und Potenziale des Anbaus energetisch zu verwertender Kulturen auf die pflanzliche Biodiversität der Anbaustandorte zu untersuchen. Dabei werden die Wechselwirkungen zwischen Energiepflanzenanbau und Bodensamenbank sowie die Möglichkeiten zur Förderung von Ackerwildkräutern in den Fokus gerückt.

Die Untersuchungen bauen auf folgenden grundlegenden Hypothesen auf:

1. Die natürliche Biodiversität²² der betrachteten Untersuchungsstandorte ist ein Abbild der gegenwärtigen Bedingungen und der vorausgegangenen, durch Landnutzungssysteme geprägten Standortgenese.

²² Elemente dieser biologischen Vielfalt sind beispielsweise:

2. Durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe wird die natürliche Biodiversität der betrachteten Untersuchungsstandorte beeinflusst. Unter definierten Bedingungen können zielgerichtet und wiederholbar bestimmte Elemente dieser biologischen Vielfalt (Biodiversität) reaktiviert oder verbessert werden.

Aus Satz 2 wurden im Hinblick auf die im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) niedergelegten Grundsätze, Ziele und Anforderungen und die dort benannten Schutzgüter folgende grundlegende Thesen abgeleitet, deren Richtigkeit durch die folgenden Untersuchungen bestätigt oder widerlegt werden sollen:

- 2.1. In neuartigen, extensiv bewirtschafteten Landnutzungssystemen zur Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen lassen sich unter bestimmten Maßgaben im Vergleich zu konventionell geführten landwirtschaftlichen Kulturen regelmäßig weitergehende Biodiversitätsleistungen realisieren.
- 2.2. Extensiver (ackerbaulicher) Energiepflanzenanbau kann unter bestimmten Maßgaben die pflanzliche Biodiversität (Phytodiversität) erhöhen.
- 2.3. Die beabsichtigte energetische Verwertung der Biomasse führt als verändertes landwirtschaftliches Produktionsziel u.a. zu veränderten Bearbeitungs-, Anbau- und Erntezeitpunkten sowie zu veränderten Erntequalitäten der Feldkulturen. Hierdurch können seltene oder nur früher nachgewiesene Begleitarten begünstigt oder reaktiviert werden.

Im Ergebnis lassen sich durch entsprechende Landnutzungssysteme auch solche Pflanzenarten fördern, welche im Hinblick auf das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) von besonderem Interesse sind (geschützte und gefährdete Arten).

- 2.4. Die Förderung dieser Pflanzenarten lässt sich regelmäßig und zielgerichtet in entsprechende Landnutzungssysteme integrieren („räumliche Wiederholbarkeit“).
- 2.5. Innerhalb solcher Landnutzungssysteme lassen sich die vorstehenden Thesen langfristig und dauerhaft realisieren („zeitliche Wiederholbarkeit“).

Für die Untersuchungen wurden folgende Aspekte ausgewählt:

- A) Einfluss vorausgegangener Landnutzungssysteme auf das Diversitätspotenzial,
- B) Zustand und Veränderung der Bodensamenbanken,
- C) Identifizierung geeigneter Indikatoren („Trägerarten“),

(a) die Vielfalt der genetischen Unterschiede innerhalb einer Art (intraspezifische Diversität),
(b) die Vielfalt morphologischer Unterschiede zwischen Individuen einer Art (morphologische Diversität),
(c) die Vielfalt der verschiedenen Tier- und Pflanzenarten (innerspezifische Diversität),
(d) die Vielfalt der differierenden Vergesellschaftung dieser Arten,
(e) die Vielfalt der von Pflanzen u.a. gebildeten Raumstrukturen (strukturelle Diversität),
(f) die Vielfalt der Lebensbedingungen und artspezifischen Lebensräume (Habitatdiversität),
(g) die Vielfalt der Naturhaushaltsfunktionen (funktionelle Diversität)
sowie weitere. Die Realisierung jedes einzelnen Elements wird im Folgenden allgemein als (eine) Biodiversitätsleistung verstanden. Im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes werden diese Biodiversitätsleistungen u.a. durch die Bewertungsgüter „Landschaftsbild“, „Struktureichtum“, „innerartliche Diversität“, „interspezifische Diversität“, „Bestandsverbesserung von Zielarten“ reflektiert. Sofern die Biodiversitätsleistungen an Pflanzen gebunden sind, wird dies im Folgenden als pflanzliche Biodiversität oder Phytodiversität bezeichnet.

- D) Populationsentwicklung und Diasporenaufkommen ausgewählter Pflanzenarten (Einzelpflanzen- und Dichtekartierung),
- E) populationsgenetische Untersuchungen ausgewählter Pflanzenarten.

Den Untersuchungen der vorstehenden Aspekte liegen folgende Einzelhypothesen zu Grunde:

A) Landnutzungssysteme:

Aus der Analyse der Landnutzungssysteme lassen sich wertvolle Rückschlüsse auf die Biodiversitätspotenziale der Standorte und Anbaukulturen, auf die erwartete Bodensamenbank, auf funktionelle Aspekte sowie hieraus folgend für die ökologische Ausgestaltung künftiger Anbausysteme ziehen.

B) Bodensamenbank:

B.1) Landnutzungsgedächtnis, Aufwertungspotenzial:

Die Bodensamenbank spiegelt die pedologische Entwicklung des Bodens wider, welche auf den untersuchten Standorten wesentlich durch die Bewirtschaftung beeinflusst wird („Landnutzungsgedächtnis“). Die Zusammensetzung der Bodensamenbank lässt wesentliche Rückschlüsse auf das floristische Aufwertungspotenzial der Flächen zu.

B.2) Zielarten:

Durch Analyse der Bodensamenbank können auch solche Pflanzenarten belegt werden, die in der aktuellen Vegetation nicht (mehr) vertreten sind. Diese Arten oder die von ihnen repräsentierten Standortbedingungen können durch abgestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen gefördert werden.

B.3) Abgrenzung aufwertungsrelevanter Bereiche:

Aus der räumlichen Verteilung der Bodensamenbank und dem örtlichen Verhältnis bestimmter Artengruppen können besonders geeignete Bereiche (Flächen, Bearbeitungstiefen) sowie notwendige Bearbeitungsmaßnahmen abgeleitet bzw. räumlich eingegrenzt werden.

B.4) Verfügbarkeit:

Das Bodensamenpotenzial ist den landwirtschaftlichen Bearbeitungsmethoden beim Anbau energetisch zu verwertender Kulturen hinreichend zugänglich.

B.5) „Biologisches Sparbuch“:

In der aktuellen Vegetation auftretende Arten tragen wesentlich zum Eintrag von Samen in die Diasporenbank bei. Ein im extensiven Energiepflanzenanbau erhöhter Diasporeneintrag trägt zu einer Verbesserung des (re-)aktivierbaren Potenzials der Bodensamenbank bei.

B.6) Horizontale Verlagerung (covering seed bank)

Die Verbreitungseinrichtungen der Pflanzen (Diasporen, „Samen“) verhalten sich im Boden zunächst wie physikalische Körper und biologische Masse – sie werden im verfügbaren Kapillarraum passiv verlagert, durch Tiere oder Pflanzenwachstum umgelagert, als Nahrung

aufgenommen oder zersetzt. Dies führt zu einer horizontalen Ausdifferenzierung der Bodensamenbank. Die maßgeblichen Prozesse können durch die angebauten Kulturen, die Qualität und Dauer der Bodenruhe und die Bodenbearbeitung beeinflusst werden.

Der Anbau verschiedener energetisch zu verwertender Pflanzenarten oder Gemenge kann daher möglicherweise eine Ausdifferenzierung der horizontalen Bodensamenbank fördern, unterschiedlich auf den Abbau oder die Verfügbarkeit von Diasporen bestimmter Pflanzenarten wirken oder bestimmte Diasporen vor Abbau schützen.

Mehrfährige Energiepflanzenkulturen können möglicherweise eine Konservierung wertvoller Bodensamenbanken bewirken (covered seed bank). Sofern unter solchen Kulturen mit langjähriger Bodenruhe eine Verlagerung von Diasporen erfolgt, könnten mit der anschließenden Beerntung und Bodenbearbeitung ggf. unterschiedliche Archivschichten aktiviert werden. Dies ist möglicherweise auch dazu geeignet, Populationsschwankungen bestimmter Pflanzenarten über längere Zeiträume auszugleichen.

C) Populationsentwicklung von Beikräutern:

Die beabsichtigte energetische Verwertung der Biomasse stellt andere Anforderungen an die Qualität und zeitliche Bereitstellung des Ernteguts als etwa eine Verwertung als Nahrungs- oder Futtermittel. Damit verbunden können Veränderungen in den Zeitpunkten und Methoden der Bodenbearbeitung, des Anbaus (Aussaat oder Anpflanzung), der Kulturpflege, der Bewässerung sowie der Ernte sein, die sich insgesamt als veränderte Standortbedingungen für Beikräuter auswirken. Diese beeinflussen die Bestandsentwicklung der Arten, die unter anderem anhand der pro Fläche aufgefundenen Individuen (Individuenzahl), ihres Wuchstyps und ihrer Vitalität sowie anhand der von den Individuen besiedelten Flächenanteile erfasst werden kann.

C.1) Bestandsverbesserung:

Der Anbau von ackerbaulichen Kulturen zur energetischen Verwertung kann die Bestandsentwicklung von erwünschten Ackerwildkraut-Arten unter bestimmten Maßgaben verstärkt fördern.

C.2) Blühangebot:

Der Anbau von ackerbaulichen Kulturen zur energetischen Verwertung kann zu einem veränderten Blütenangebot, das heißt zu Verschiebungen der Blühzeit oder zur Ausbildung mehrerer Blühschwerpunkte von bestimmten Ackerwildkräutern führen.

C.3) Fruchtfolge:

Durch geeignete Anbaukulturen können bestimmte Begleitarten so gefördert werden, dass zunächst deren Bestand und Samenaufkommen gefördert und eine verbesserte Möglichkeit zur Überdauerung ungünstigerer Anbaukulturen geschaffen wird.

D) Innerartliche Diversität:

Die innerartliche Verschiedenartigkeit umfasst beispielsweise die Verschiedenartigkeit von Wuchstypen (morphologische Diversität) wie auch die Vielfalt verschiedener Erbinformationen (genetische Diversität) innerhalb einer Art. Die genetische Verschiedenartigkeit kann unter anderem ein Maß für fortschreitende Anpassungen an verschiedene Lebensbedingungen oder für die Trennung unterschiedlicher Populationen der gleichen Art sein. Sie ist damit wichtiger Teil und Ergebnis der Evolution (Artbildung). Innerhalb gleicher Lebensgemeinschaften einer Art (Populationen) können durch verschiedenartige Lebensbedingungen einzelne genetische Typen (Genotypen) besonders gefördert werden.

D.1) Differenzierung von Populationen:

Zwischen Populationen von bestimmten Ackerwildkräutern bestehen regionale Unterschiede.

D.2) Förderung der genetischen Diversität zwischen Standorten

Durch ein verändertes Anbau- und Bewirtschaftungsregime energetisch zu verwertender Ackerbaukulturen können regionale genetische Unterschiede der Populationen stabilisiert oder gefördert werden (Eigenständigkeit der Populationen).

D.3) Förderung der genetischen Diversität an den Standorten

Durch eine geeignete Kombination des Nebeneinanders verschiedener Anbaukulturen für die energetische Verwertung und deren zeitlich differenzierte Nutzungen kann die Ausbildung genetischer Unterschiede zwischen Individuen innerhalb gleicher Populationen gefördert werden.

Für die vorstehenden Thesen werden folgende Voraussetzungen definiert:

- 1.) Es werden ausschließlich standortgerechte Anbaukulturen verwendet und extensiv bewirtschaftet (siehe Kapitel 2.4, insbesondere 2.4.1).
- 2.) Die Begründung und Bewirtschaftung der Anbaukulturen erfolgt nach vorstehender Maßgabe entsprechend der landwirtschaftlich lokal/regional üblichen Praxis.

4.4.2.2 Stand des Wissens

Bodensamenbanken und Bewirtschaftungsregime

Es ist insbesondere für so genannte Ackerwildkräuter bekannt, dass bestimmte Pflanzenarten nur in ausgewählten Anbaukulturen vorkommen und die aktuelle Bewirtschaftung das Vorkommen bestimmter Begleitkräuter begünstigt oder einschränkt (Hanf 1999, DVL 2010). Weiter ist bekannt, dass die Verbreitungseinrichtungen der Pflanzen (Diasporen, Samen) unter verschiedenen Lagerungsbedingungen unterschiedlich lange Zeit überdauern können (Bonn/Poschlod 1998). Für im Boden gelagerte Diasporen konnten anhand datierbarer Nutzungsartenänderungen zum Teil mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte keimungsfähiger Lagerungszeit ermittelt werden (Wäldchen 2004; Wäldchen et al. 2005). Für Halbtrockenrasen konnte gezeigt werden, dass sich Diasporen bestimmter Pflanzenarten auch nach mehreren Jahren/Jahrzehnten zielgerichtet aus der Diasporenbank isolieren

und in vitro aktivieren lassen (Poschlod 1991, Poschlod/Jackel 1993). Für Teichböden die bis ca. 1920 oder 1960 regelmäßig einer periodischen ackerbaulichen Bodenbearbeitung unterlagen, konnte im Rahmen des Projektes „Himmelsteiche“ (vgl. Rohde 2006, Rohde/Auerswald 2006 und Rohde et al. 2006) nachgewiesen werden, dass sich definierte Zielarten auch in situ durch zielgerichtete Bodenbearbeitung innerhalb der Diasporenbank nach langen Zeiträumen (19-80 Jahre) und anaeroben Abbauprozessen durch Wasserüberstauung reaktiven lassen. Beobachtungen bisher verschollener und in der Umgebung nicht vorkommender Pflanzenarten, die auf der ehemaligen Trasse der BAB-4 an den Hörselbergen bei Eisenach nach Rückbau der Autobahn nachgewiesen wurden, lassen sich nur mit einer jahrzehntelangen Überdauerung von Diasporen (Persistenz) im überbauten Boden erklären (Klug 2012). Kurtz/Heinken (2011) haben die Idee aufgegriffen, die Bodensamenbanken von Halbtrockenrasen zu analysieren, um die Entwicklungspotenziale der Flächen bei einer möglichen Reaktivierung der früheren ackerbaulichen Nutzung abschätzen zu können. Auch hierbei wurde das so genannte Auflaufverfahren (Keimungsmethode) angewendet.

Für die in bisherigen Zusammenstellungen reflektierten Überdauerungszeiten von Diasporen (vgl. Wäldchen 2004 sowie Wäldchen et al. 2005) ist bekannt, dass die Lagerungsbedingungen für die erzielbare Nachweisdauer entscheidenden Einfluss haben. In situ werden diese durch die pedologischen Bedingungen einschließlich der Bodengenese geprägt, welche wiederum wesentlich durch klimatische Faktoren und die Bewirtschaftung beeinflusst werden.

Im Zusammenhang mit einer Betrachtung der Landnutzungssysteme fokussieren bisherige Untersuchungen und Interpretationen von Bodensamenbanken im Wesentlichen auf die Unterscheidung der katasteramtlichen Hauptnutzungsarten (Acker, Grünland, Wald, Brache/Unland). Nur selten werden frühere Bewirtschaftungsabläufe berücksichtigt, etwa um einen möglichen Diasporenaustrag zu rekonstruieren. Eine systematische und vergleichende Untersuchung zu Zustand und Veränderung von Bodensamenbanken in Abhängigkeit zu den aktuellen und vorausgegangenen Landnutzungssystemen oder Anbaukulturen liegt bislang nicht vor.

Im Unterschied zu anderen aktuell bekannten Untersuchungen von Bodensamenbanken wird diese im vorliegenden Fall nicht durch das Auflaufverfahren (Keimungsmethode), sondern durch Makrorestanalyse (analog der Schlämm-Methode, vgl. Dierschke 1994) erfasst und ist damit nicht auf die unter standardisierten Bedingungen keimfähigen Diasporen beschränkt. Zudem werden jeweils ca. 2,7 l große Proben erhoben und jeweils einzeln, also nicht nach Vereinigung zu sogenannten Mischproben, untersucht (siehe Methodik 4.4.2.3).

Interpretation von Landnutzungssystemen

Allgemein wird der Begriff des Landnutzungssystems sehr uneinheitlich verwendet und dient zumeist der Beschreibung einer Fruchtfolge und/oder eines Nutzungsregimes. Abweichend hiervon wird der Begriff vom Autor zur Beschreibung einer örtlich und zeitlich definierten Abfolge von zusammenhängenden Bewirtschaftungsmaßnahmen eines definierten Handlungsträgers auf land-, forst- und sonstigen wirtschaftlich genutzten Grundflächen verwendet. Zur Interpretation und Auswertung werden daher auch frühere und historische Quellen zu Siedlungsentwicklung,

Landnutzung und Austausch (Handel, Verkehr), Flur- und Ortsnamen und alte Florenwerke etc. herangezogen und zusammengeführt.

Potenzialabschätzung

Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung von Flächen sind zumeist darauf gerichtet, aktuell im Florenbestand enthaltene Arten und die von ihnen gebildeten Lebensgemeinschaften (Pflanzengesellschaften) in ihrem Bestand und ihrer Ausprägung zu fördern (Biotop- oder bestandsverbessernde Pflegemaßnahmen) oder gewünschte Lebensgemeinschaften und Biotope durch Einbringen bestimmter Arten herzustellen (Neuanlage: Pflanzung und/oder Ansaat). Zu Pflegemaßnahmen in diesem Sinne besteht eine kaum überschaubare Anzahl von Veröffentlichungen und Erfahrungen. Zur Neuanlage von Biotopen und insbesondere der Ansaat oder Neueinsaat wurden insbesondere in den vergangenen Jahren weitreichende Forschungs- und Erprobungsvorhaben abgeschlossen (vgl. etwa Kirmer et al. 2012). Eine Abschätzung des natürlichen Entwicklungspotenzials einer ehemaligen Ackerfläche unter Berücksichtigung der Bodensamenbank haben Kurtz/Heinken (2011) vorgenommen. Zur Abschätzung und Aktivierung des natürlich vorhandenen Diversitätspotenzials im Rahmen der Etablierung heute neuartiger Landnutzungssysteme bestehen hingegen naturgemäß kaum aktuelle Kenntnisse.

Trägerarten

Sowohl in der wissenschaftlichen Literatur wie auch in der praktischen Anwendung gibt es verschiedene Konzepte zur modellhaften Betrachtung von Tier- und Pflanzenarten und an ihnen ausgerichteten Maßnahmen. Im Rahmen der Landschaftspflege, der naturschutzrechtlichen Bilanzierung von Eingriffen in Natur und Landschaft oder der Planung von Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist das Konzept der „Zielarten des Naturschutzes“ etabliert. Als Zielarten werden dabei in der Regel mindestens stark gefährdete Tier- oder Pflanzenarten verstanden, auf die planmäßige Maßnahmen zur Verbesserung von Populationen dieser und/oder anderer mit ihr korrelierter Arten oder Lebensgemeinschaften und Habitate angewendet werden (vgl. Mühlenberg 1993). Daneben gibt es in Abhängigkeit der Fragestellung oder des angestrebten Zwecks weitere Modelle zur herausgehobenen Betrachtung einzelner Arten wie „Leitart“ (repräsentativ für eine bestimmte Lebensgemeinschaft oder Arten gleichartiger Habitatansprüche), „Bindegliedart“ (funktionell wichtige Art, welche mehrere Artbeziehungen verknüpft), „Zeigerart“ (Anzeiger für bestimmte Umwelt- oder Bodenzustände), „Indikatorart“ (Anzeiger für bestimmte Umweltveränderungen), „Schirmart“ (Art in deren ökologischen „Windschatten“ eine Reihe weiterer Arten auftreten), „Schlüsselart“ (Art mit zentraler Bedeutung für ein Lebensraumgefüge oder eine Lebensgemeinschaft), „Charakterart“ (charakterisiert bestimmte Lebensgemeinschaften/Vegetationseinheiten bzw. Standorte), „Trennart“ (trennt in der pflanzensoziologischen Systematik bestimmte Vegetationseinheiten von anderen), „Flaggschiffarten“ (Arten die als Sympathieträger wirken) und andere. Eine zusammenfassende Übersicht hat beispielsweise Schulte (2001) gegeben.

Abweichend von diesen Konzepten soll das in ELKE verfolgte Konzept der Trägerarten sowohl vorstehend genannte wie auch landwirtschaftliche Kriterien reflektieren und vereint in sich ausgewählte Komponenten der „Schirmart“, „Flaggschiffart“ sowie weitere Merkmale (siehe Methodik).

Einzelpflanzen- und Dichtekartierung

Aktuell sind außer den eigenen Untersuchungen keine mehrjährigen feldstücksbasierten Erfassungen ausgewählter ackerbaulicher Begleitarten bekannt, die sich auf eine Erfassung der Individuen und die Ermittlung des Blüten- und Diasporenaufkommen stützen.

Populationsgenetische Untersuchungen

Die in ELKE für populationsgenetische Untersuchungen ausgewählte Kornblume (*Cyanus segetum*) gehört einer morphologisch, ökologisch und systematisch sehr gut untersuchten Gruppe an. Der nähere Verwandtschaftskreis (*Centaurea* s.l., *Cyanus* u.a.) ist insbesondere in jüngerer Zeit von verschiedenen Autoren mit unterschiedlichen populationsgenetischen Methoden untersucht worden (siehe dazu Löser 2013). Hierbei standen jedoch die außeralpine Besiedlungsgeschichte sowie die verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten untereinander (Abstammungsgeschichte, Phylogenie) im Vordergrund. Für einzelne Arten der Ackerwildkräuter wurden von Meyer (Göttingen) auf der Ackerwildkraut-Tagung am 21.06.2012 einzelne populationsgenetische Vergleiche vorgestellt, für die jeweils 2-4 Standorte mit jeweils 6-10 Individuen herangezogen wurden.

Mehrjährig wiederholte in-situ-Beprobungen gleicher Probestandorte und/oder vergleichende Untersuchungen der Kornblume mit einem ähnlichen wie in ELKE ausgeführten Probenumfang von mindestens 150 Individuen und/oder einem Bezug auf landwirtschaftliche Anbausysteme sind nicht bekannt.

4.4.2.3 Allgemeine Methodik

Analyse der Landnutzungssysteme

Für die Standorte Allendorf (Haine), Marpingen, Scheyern und Spelle (Bramhof) wurden die vorausgegangenen Landnutzungssysteme innerhalb des jeweiligen Gemeindegebietes sowie der Versuchsstandorte anhand von Originalquellen, Flurkarten und topografischen Kartenwerken analysiert. Aus den verfügbaren Veröffentlichungen und Quellen zur Siedlungs-, Kultur- und Nutzungsgeschichte, die topografischen und katasterlichen Gegebenheiten sowie die Kataster- und Ortsbezeichnungen wurden Rückschlüsse auf vorausgegangene Landnutzungssysteme und deren pflanzliches Biodiversitätspotenzial (Arten, Strukturen, räumliche Verteilung, Häufigkeitsklassen etc.) abgeleitet. Aus dem Vergleich der früheren und in ELKE realisierten Anbausysteme wurden Empfehlungen für die landschafts- und standortgerechte Ausgestaltung der Anbaukulturen abgeleitet.

Als landschaftsgerecht wurde die Ausgestaltung der Anbaukulturen dann verstanden, wenn sie Landschaftselemente erhält, verbessert oder wieder einrichtet, die (a) für die nähere Umgebung charakteristisch und (b) für die örtlich und regional typischen Landnutzungssysteme kennzeichnend sind sowie (c) in einen Verbund solcher Elemente, bezogen auf das Landschaftsbild und die ökologische Funktionalität, gut einzufügen sind.

Als standortgerecht wird hier die Ausgestaltung von extensiven Anbaukulturen verstanden, wenn sie darauf ausgerichtet ist, (a) die natürliche Ertragskraft des Bodens unter Beachtung seiner Exposition und Lage sowie seines Lokalklimas ohne Zufuhr anorganischen Düngers, ohne Nettozufuhr von organischem Dünger und ohne Einsatz von Bioziden optimal auszunutzen und (b) eine Verfälschung der standortheimischen Flora und Fauna zu vermeiden, indem eine Übertragung genetischer Informationen auf verwandte Pflanzengruppen (Auskreuzung) ausgeschlossen wird.

Die aus der Analyse der Landnutzungssysteme gewonnenen Informationen wurden weiterhin bei der Ermittlung der floristischen Potenziale (Potenzialabschätzung, siehe unten) und der Ableitung von Anbauempfehlungen sowie bei der Hypothesenbildung und Interpretation der populationsgenetischen Untersuchungsergebnisse berücksichtigt.

Potenzialabschätzung

Am 15.10.2009 stellte der Erstautor das Konzept der Potenzialabschätzung auf einem Workshop der Arbeitsgruppe Feldbiologie vor. Nach diesem Konzept wird das natürliche, durch Änderung des Bewirtschaftungsregimes gegebenenfalls aktivierbare pflanzliche Diversitätspotenzial von folgenden Arten gebildet:

- a) Pflanzenarten der in Anspruch zu nehmenden Flächen, die in der aktuellen Flora oder in der Bodensamenbank vertreten sind („Flächenpotenzial“),
- b) Pflanzenarten der Umgebung, insbesondere aus mit der Anbaukultur vergleichbaren Landschaftstypen („Umgebungsarten“, ihre Gesamtheit bildet das „Umgebungspotenzial“),
- c) Pflanzenarten aus vergleichbaren Anbaukulturen („Begleitarten“, ihre Gesamtheit bildet das „Kulturpotenzial“).

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Flora vorausgegangener Landnutzungssysteme für die Standorte Marpingen und Scheyern anhand von Originalliteratur und/oder Sekundärquellen wie der Datenbank zur Floristischen Kartierung des Saarlandes ermittelt. Die Nomenklatur und Systematik der so nachgewiesenen Sippen wurde unter Verwendung der Standardlisten der Gefäßpflanzen Deutschlands (Wisskirchen/Haeupler 1998) sowie des Index Synonymique de la Flore de France (Kerguélen 1999) an die aktuell von Jäger (2011) verwendete Nomenklatur und Systematik angepasst und kritisch überarbeitet. Die so generierten Florenlisten wurden mit den Ergebnissen der aktuellen floristischen Erfassung (siehe Kapitel 4.4.1) sowie den eigenen Analysen der Bodensamenbank verglichen.

Die aus dem direkten Vergleich der neuen ELKE-Kulturen mit den dementsprechenden Referenzbiotopen der Umgebung auszuführende Ermittlung der floristischen Sättigung und des daraus resultierenden Entwicklungspotenzials wurde von den Projektpartnern vorgenommen (siehe Kapitel 4.4.1).

Ermittlung der Bodensamenbank

1. Untersuchungsstandorte, Auswahl der Probepunkte

Zur Ermittlung des Bodensamenpotenzials wurden in allen Modellregionen repräsentative Bodenproben erhoben. Die auf jeweils mehreren Einzelflächen mit möglichst unterschiedlichen Flächeneigenschaften (Anbauziele, Fruchtfolge, Standorteigenschaften) erhobenen Proben sind wie folgt auf die Modellstandorte verteilt:

1. Allendorf: Haine
2. Marpingen
- 3.a Scheyern: konventionell bewirtschaftete Flächen
- 3.b Scheyern: ökologisch bewirtschaftete Flächen
- 4.a Spelle: Brahmhof
- 4.b Spelle: Zur Mühle

An allen genannten Modellstandorten mit Ausnahme von Allendorf-Haine wurden jeweils Punktproben und Profilproben erhoben, die der Beantwortung unterschiedlicher Fragestellungen dienen. In Allendorf-Haine wurden ausschließlich Punktproben erhoben.

Am Standort Scheyern wurden zusätzlich Rasterproben erhoben, um einen methodischen Abgleich mit den realisierten Punktproben vornehmen zu können.

Die Beprobungsstandorte wurden so gewählt, dass an den jeweiligen Modellstandorten sowohl die Modellflächen selbst wie auch ausgewählte Flächen der Umgebung erfasst wurden, die dem gleichen Nutzungs- oder Biotoptyp zugeordnet sind oder direkt an die Modellflächen angrenzen. Innerhalb der Modellflächen wurden die Beprobungsstandorte möglichst so gewählt, dass unterschiedliche Erosions- und Verlagerungsverhältnisse (Ober- und Unterhang, morphologische Hangmitte, geografischen Senken) und Strukturbesonderheiten erfasst und die landwirtschaftlichen Vorgewende ausgeschlossen wurden.

Nach Abzug des durchwurzeltten Horizonts verbleibt in der Regel eine Schichttiefe von ca. 27 cm bis zur Basis des ackerbaulichen Pflughorizontes A_p (Pflugsohle). Um etwaige Verlagerungen innerhalb des A_p und tieferen Bodenschichten erfassen zu können, wurden Profilproben ausgeführt (siehe unten) und in diesen der A_p in 3 Abschnitte zu je 9 cm Probentiefe geteilt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde die Profiltiefe von 9 cm auch für weitergehende Profiltiefen sowie für die anderen Probearten (Rasterproben, Punktproben) beibehalten.

2. Probenerhebung: Probearten

Bei der Rasterbeprobung werden entlang eines Transekts innerhalb mehrerer Raster jeweils mehrere kleinere Einzelproben à 50-100 g mittels Bohrstock erhoben und einzeln oder zu Mischproben vereinigt weiter untersucht.

Für die in der Modellregion Scheyern erhobenen Rasterproben wurden 2 Transekte angelegt. Je nach den örtlichen Gegebenheiten wurde an 3 bzw. 5 Punkten des Transekts jeweils ein rechtwinklig aufstehendes 5x5-Raster von 1,0 m² Größe und einer Kantenlänge der Rasterfelder à 20 cm angelegt. Innerhalb der Raster wurden jeweils 9 gleiche symmetrisch verteilte Rasterfelder mittels Bohrstock beprobt. Das mit dem Bohrstock gewonnene Material wurde jeweils in mindestens 10 Profiltiefen à 9 cm geteilt.

Bei der von uns ausgeführten Erhebung von Punktproben werden jeweils Stichproben mit einer repräsentierten Grundfläche von 20x15 cm mit einer Tiefe von 9 cm und einem Probenvolumen von ca. 2,7 l innerhalb des A_p mittels Stecheisen gewonnen. Der durchwuzelte Horizont (3-5 cm) wurde jeweils getrennt erfasst oder verworfen, da er vorrangig den aktuellen Florenbestand widerspiegelt.

Punktproben können je nach weiterer Bearbeitung und Auswertung unter anderem zur Ermittlung für folgende Sachverhalte herangezogen werden:

- (a) die Gesamtheit der in der Bodensamenbank vertretenen Pflanzenarten,
- (b) die Häufigkeit bestimmter Pflanzenarten,
- (c) die vertikale Verteilung bestimmter Pflanzenarten und Artengruppen.

Punktproben wurden an allen Untersuchungsstandorten mindestens einmal jährlich erhoben.

Bei der Profilprobe werden an einem Probenpunkt entsprechend der Punktprobenmethode mehrere untereinander liegende Probennahmen stockwerkartig über ein ganzes Bodenprofil in die Tiefe ausgeführt. Die Probennahme wird also jeweils über den ackerbaulichen Pflughorizont A_p hinaus in die Tiefe fortgesetzt und innerhalb gleicher Bodenhorizonte in 9 cm-Abschnitte unterteilt. Pedologisch deutlich abgrenzbare Bereiche innerhalb einer 9 cm-Profiltiefe werden gesondert als Teilproben ausgeschieden. Profilproben sind insbesondere geeignet, die horizontale Verteilung von Diasporen und deren Veränderungen abzubilden. Der durchwuzelte Horizont (3-5 cm) wurde wie bereits bei den Punktproben jeweils getrennt erfasst und als Schicht 01 in das Profil eingeordnet. Profilproben wurden jeweils in mindestens zwei Jahren an allen untersuchten Standorten mit Ausnahme von Allendorf erhoben (Marpingen, Scheyern, Spelle: Brahmhof und Zur Mühle).

3. Probenaufbereitung

Während die vorstehend beschriebenen Probenerhebungen noch mit relativ geringem apparativem Aufwand durch ein bis drei Arbeitskräfte realisiert werden konnten, waren bei der anschließenden Probenaufbereitung zeitgleich bis zu 10 Arbeitskräfte gebunden. Denn die Probenaufbereitung erfolgte in 10 Arbeitsschritten: Zunächst wurde jeweils das gesamte Probenmaterial portionsweise in handwarmem Wasser aufgelöst und unter Rühren und Wasserzugabe wiederholt aufgeschlämmt (Aufschlämmen). Der aufschwimmende Überstand wurde jeweils in eine Kaskade von 4-5 Analysesieben mit 5,0 mm, 2,0 mm, (1,0 mm), 0,5 mm und 0,2 mm abgegossen und manuell oder mittels Siebmaschine (Vibrations-Siebmaschine FRITSCH Analysette-3) gesiebt. Dabei wurden alle organischen Bestandteile >0,2 mm abgeschieden (Sieben). Das so gewonnene organische Probematerial wurde nicht wie beim Auflaufverfahren üblich unter standardisierten Bedingungen zum Auskeimen der enthaltenen Samen auf eine Nährlösung ausgebracht um eine spätere Determination

der aufgelaufenen Pflanzen zu ermöglichen, sondern auf Trockenfließ getrocknet, um eine nachfolgende Ermittlung aller, also auch der nicht (mehr) keimfähigen Diasporen zu ermöglichen (Trocknen). Diese Verfahrensweise wird üblicherweise bei der Analyse kleinerer Probemengen in der Archäologie angewendet (archaeobotanische Makrorestanalyse) und ist bisher wegen des damit verbundenen Aufwands nie in so großem Maßstab zur Anwendung gekommen. Für jede Ursprungsprobe wurde das getrocknete organische Material zur späteren Weiterbearbeitung (Klassieren und Sortieren) in 4-5 nach Siebweiten getrennten Grobgemengen (Konvoluten) abgepackt. Das in den einzelnen Konvoluten enthaltene Probematerial wurde dann im Steigsichter (Windsichter, modifizierter Steigsichter RUMED Typ 5851) mittels Luftstrom nach Dichte in 2-5 Klassen getrennt (Klassieren). Eine Ursprungsprobe bestand nach Abschluss der Klassierung aus $1 \times 4 \times 2 = 8$ Probeteilen. Bei kleineren Probenumfängen wurde zum Teil auf das Klassieren verzichtet. Beim anschließenden Vorsortieren wurden aus jedem einzelnen Probenteil unter dem Stereomikroskop alle enthaltenen Diasporen manuell isoliert und in Diasporengemengen mehrerer Arten zusammengeführt. Im nächsten Arbeitsschritt wurden die in diesen Gemengen enthaltenen Diasporen nach Formengruppen/Sippen mit jeweils einheitlichen Merkmalen getrennt und in Mikroreagenzgläser überführt (Sortieren). Die Mikroreagenzgläser wurden entsprechend der enthaltenen Diasporen in Rasterkästen mit vorgegebenem Raster einsortiert (Rastern). Die enthaltenen Diasporen wurden rasterpositionsweise nochmals unter dem Stereomikroskop überprüft und bestimmt (Determinieren), fotografisch dokumentiert (Fotografieren) und sippenweise ausgezählt (Zählen).

Je nach Fragestellung wurden beim Sortieren entweder alle Diasporen oder aber nur alle optisch unversehrt erscheinenden Diasporen erfasst. Aus der Erfassung aller Diasporen, unabhängig von ihrer Unversehrtheit oder Keimungsfähigkeit (also auch Bruchstücke), lassen sich Rückschlüsse auf die Landnutzungsgenese und Bodeneigenschaften ziehen. Wird die Erfassung auf optisch unversehrte Diasporen eingegrenzt, steht die Betrachtung aktuell aktivierbarer Potenziale im Vordergrund.

Insgesamt variieren die jeweils enthaltenen Anzahlen an Sippen und Diasporen in den Proben sehr stark. Davon unabhängig überstiegen sie regelmäßig die zu Projektbeginn aufgestellten Erwartungen. Die nach marktüblicher Kalkulation anzusetzenden Kosten für die Erhebung und Aufbereitung der Proben ist mit ca. 500,- bis 700,- € pro Punktprobe oder Profilprobenschicht um ein Vielfaches höher als zunächst kalkuliert.

Da die erhobenen Proben die kalkulierte Anzahl und die kalkulierten Probenumfänge jeweils um ein Mehrfaches überschritten, können mit dem vorliegenden Bericht nicht alle Proben ausgewertet werden. Die Proben stehen jedoch für eine Fortführung der Untersuchungen zur Verfügung.

Die am Modellstandort 2010 erhobenen Proben wurden von M. Krauss (Jena) bearbeitet.

Die Determination der bestimmungsfähigen Diasporen erfolgte unter Verwendung der Schlüssel von Brouwer/Stählin (1975) sowie Partzsch et al. (2006), der Atlanten von Bojaňský/Fargašová (2007), Cappers et al. (2006, 2012), Knapp (2006a, 2006b, 2010) Berggren (1981), Heinisch (1955), Kiffmann (1958, 1960a, 1960b, 1960c, 1989) und Martin/Barkley (1960, 2000), der Übersicht über die

Ackerunkräuter von Hanf (1999) sowie der Vergleichssammlungen von Maren Hellwig (Kahla), Thomas Rohde (Jena) und der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL, Jena). Frau Maren Hellwig (Kahla) gilt ein besonderer Dank für die Überlassung ihrer Vergleichssammlung und die freundliche Unterstützung bei der Determination kritischer Diasporen.

4. Interpretation

Anhand der Verteilung der aufgefundenen Sippen über die Probepunkte des Standorts Marpingen wurde geprüft, ob sich anhand der räumlichen Verteilung der Bodensamenbank aufwertungsrelevante Bereiche abgrenzen und Hinweise zur Bewirtschaftung ableiten lassen.

Für die weiteren Projektstandorte wurde das Verhältnis zwischen sonstigen und landwirtschaftlich problematischen Diasporen in den Proben zur Abschätzung eines etwaigen landwirtschaftlichen Risikos, durch die Aktivierung der Bodensamenbank landwirtschaftlich problematischer Pflanzenarten (Massenunkräuter) zu fördern, herangezogen. Als „problematische Diasporen“ oder „Problemsippen“ wurde die Gesamtanzahl derjenigen Diasporen bzw. Sippen zugeordnet, an deren Regulierung etwa aus landwirtschaftlicher Sicht wegen ihres häufigen und zumeist massenhaften Auftretens ein wirtschaftlich begründetes Interesse besteht (Massenunkräuter). Zugeordnet wurden hier der Weiße Gänsefuß (*Chenopodium album*), der Kleine Sauerampfer (*Rumex acetosella*), der Krausblättrige Sauerampfer (*Rumex crispus*) und die Echten Vögelknöteriche (*Polygonum aviculare agg.*) Ein vergleichbares Interesse des Naturschutzes könnte etwa bei Arten bestehen, die sich zu Lasten seltener oder gefährdeter Arten und Lebensgemeinschaften ausbreiten oder vermehren.

Das Mengenverhältnis der Diasporen sonstiger Sippen zu den problematischen Sippen kann nach Auffassung der Autoren als Indikator für das landwirtschaftliche Risiko gelten, unerwünschte Arten durch Aktivierung der jeweiligen Bodensamenbank-Lokalität zu fördern (Risiko-Index). Je niedriger der Wert des Risiko-Index ist, umso unwahrscheinlicher erscheint es, bei Aktivierung der betreffenden Diasporenbank landwirtschaftlich kritische Sippen (Arten) zu fördern. Entscheidend ist hierfür in erster Linie, ob die entsprechende Störung/Bodenbearbeitung innerhalb der Keimungszeit der betreffenden landwirtschaftlich problematischen Arten erfolgen soll (vergleiche Tabelle 68). In Zeiten der Keimungsruhe oder verminderten Keimfähigkeit bzw. verminderten Keimungshäufigkeit dieser Arten besteht grundsätzlich ein entsprechend vermindertes Risiko, diese Arten unbeabsichtigt zu fördern.

Tabelle 68: Keimungszeiten und Blühzeiten ausgewählter landwirtschaftlich problematischer Pflanzenarten (Massenunkräuter). Die Blütezeit ist gelb markiert; „K“ kennzeichnet typische, „(K)“ fakultative Keimungszeiten (nach Wäldchen 2004).

Art	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
<i>Chenopodium album</i> Weißer Gänsefuß			K	K	K				((K))	((K))	((K))	
<i>Rumex acetosella</i> Kleine Sauerampfer			K	K	K				(K)	(K)	(K)	
<i>Rumex crispus</i> Krausblättrige Sauerampfer			K	K	K				(K)	(K)	(K)	
<i>Polygonum aviculare agg.</i> Echte Vögelknöteriche			K	K	K							

Definition und Abgrenzung von Trägerarten

Die beabsichtigte energetische Verwertung der Biomasse führt häufig zu veränderten Bearbeitungs-, Anbau- und Erntezeitpunkten sowie zu veränderten Erntequalitäten der NawaRo-Feldkulturen gegenüber der Nahrungsmittelproduktion. Neben der Beeinflussung von Einzelindividuen und Populationen kann dies unter Umständen auch zur Veränderung oder Neukombination von ökologischen Gruppen oder Pflanzengesellschaften der Begleitkräuter führen. Um die Auswirkungen des veränderten Bewirtschaftungsregimes in geeigneter Weise abbilden und weitere Merkmale für die Auswahl geeigneter Arten heranziehen zu können, waren die bekannten Modelle nicht ausreichend. In Abgrenzung zu diesen wurde das Modell der Trägerart formuliert und entsprechend des Erkenntnisstandes im Projektverlauf weiterentwickelt.

Als Trägerart soll im Folgenden eine Art verstanden werden, die:

- (1.) selbst wertgebend²³ oder mit wertgebenden Arten stetig vergesellschaftet ist,
- (2.) ein Element des aus historischem Potenzial, Flächen- und Umgebungspotenzial bestehenden (floristischen) Gesamtpotenzials repräsentiert,
- (3.) auf ein verändertes Anbau- und Bewirtschaftungsregime sensibel durch Veränderung ihres Bestands und/oder ihrer genetischen Diversität reagiert,
- (4.) für entsprechende Zustandsänderungen weiterer Arten repräsentativ ist,
- (5.) für eine ökologische Zustandsbewertung geeignet ist,
- (6.) leicht kenntlich ist und in der Praxis auch vom Landwirt angesprochen werden kann.

Um eine hinreichende Vergleichbarkeit der Projektregionen zu ermöglichen, soll die Art

- (7.) an jeweils mindestens zwei Standorten Vorkommen aufweisen.

Einzelpflanzen- und Dichtekartierung

Mit der ausschließlich am Modellstandort Marpingen (Saarland) ausgeführten Einzelpflanzen- bzw. Dichtekartierung wurde eine allgemein anerkannte Methode zur Ermittlung der Abundanz (Anzahl der Individuen in der Aufnahme­fläche) angewendet (vgl. etwa Frey/Lösch 2010). Dazu wurden die Bestände der Kornblume (*Cyanus segetum*, syn. *Centaurea cyanus*), des Acker-Löwenmauls (*Misopates orontium*) und des Gemeinen Leinkrauts (*Linaria vulgaris*) auf ausgewählten Modellflächen erfasst.

Bei der Dichtekartierung wurden auf weiteren Flächen des Modellstandorts Marpingen Räume unterschiedlicher Individuendichte der Kornblume gegeneinander abgegrenzt und die mittlere Individuendichte und Samentracht der so abgegrenzten Räume ermittelt.

Bei der Einzelpflanzenkartierung wurden jeweils alle innerhalb der abgegrenzten Untersuchungsfläche aufgefundenen Individuen erfasst, mittels Foto dokumentiert und die Blüten- bzw. Samenstände der

²³ Als wertgebend werden hier solche Arten angesehen, an deren Erhaltung oder Förderung aus Sicht des Naturschutzes ein besonderes Interesse liegt. Hierzu gehören insbesondere solche Arten, (a) deren Bestand gefährdet ist, (b) die nur wenige Vorkommen aufweisen, (c) die ein geografisch begrenztes Verbreitungsgebiet besitzen, (d) denen eine besondere ökologische Bedeutung zugewiesen ist (vgl. „Schlüssel-Arten“ etc., siehe Stand des Wissens).

erfassten Individuen nach Anzahl aufblühender, blühender, abblühender und fruchtender Blüten oder Früchte ausgezählt.

Zusätzlich wurden die aufgefundenen Individuen mittels GPS in einem relativen Bezugssystem lagegenau zu einem dauerhaft markierten und eingemessenem Punkt eingemessen. Für die Ermittlung von flächenbezogenen Bestandsentwicklungen sind die GPS-Daten zunächst nicht erforderlich. Sie stehen für künftige weitergehende Fragestellungen zur Verfügung. Die Erfassung der GPS-Daten erfolgte 2010 und 2011 mittels GPS-Handgerät Garmin Oregon-550t in und gleichzeitiger Foto-Dokumentation mit GPS-Daten (Exif). Auf Grund militärisch bedingter Störungen und Ausfall des GPS mussten die mehrtägigen Erfassungen im Jahr 2011 komplett wiederholt werden. Ausgehend von diesen Erfahrungen wurde die GPS-Erfassung im Jahr 2012 mit einem im Submeterbereich arbeitenden TRIMBLE GeoXH-6000 begonnen. Nachdem jedoch eine durchgehende Inanspruchnahme der über den SAPOS-Dienst bereit gestellten Echtzeitkorrektur und auch ein durchgehender Abgleich mit dem Globalen Navigations-Satelliten-System (GNSS) nicht realisiert werden konnte, wurde auch 2012 wieder mittels dem 2010 und 2011 verwendeten GPS-Handgerät gearbeitet. Die so erhobenen Daten bedürfen eines Abgleichs und der Korrektur mit den Daten des Bezugssystems. Da die Daten für die unmittelbare Fragestellung zunächst nicht relevant sind, erfolgte keine weitere Bearbeitung.

Populationsgenetische Untersuchungen

Vorbemerkung

Die Projektregionen weisen in Bezug auf die Bewirtschaftungskonstanz und Saatgutvermehrung unterschiedliche Besonderheiten auf, die auf Populationen von Ackerwildkräutern als Isolationseffekte gewirkt haben könnten. Es erschien daher interessant, in einem ersten Schritt festzustellen, ob genetische Unterschiede zwischen den Populationen bestehen. Nach Maßgabe des Fördermittelgebers sollten dazu zunächst die methodischen Erfolgsaussichten geprüft werden, um die Untersuchungen gegebenenfalls in einer nächsten Projektphase oder einem eigenständigen Projekt im Hinblick auf die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus weiter zu untersuchen.

1. Probenerhebung

Abweichend von der Bewilligung wurden für die populationsgenetischen Untersuchungen an jedem und nicht nur an einem Modellstandort geeignete Bestände der ausgewählten Träger-Arten (Kornblume, Acker-Löwenmaul und Gemeines Leinkraut) ermittelt und jeweils an möglichst 3-10 deutlich voneinander abgegrenzten landwirtschaftlichen Schlägen beprobt. Für jeden Probepunkt wurden jeweils 10 einzelne Individuen entnommen. Von jedem ausgewählten Individuum wurden ca. 5 optisch intakt erscheinende (Trag-)Blätter besammelt und mittels Silica-Gel innerhalb einer Stunde getrocknet. Die Beprobung wurde in jedem Untersuchungsjahr wiederholt.

Aufgrund des vom Probeumfang zunächst unabhängigen erheblichen Aufwands der Methoden Anpassung und weil bereits mit dem für die Kornblume erhobenen und aufbereiteten Probenmaterial ein Mehrfaches des durch Bewilligung genehmigten Untersuchungsumfangs realisiert war, wurde die nachfolgende populationsgenetische Untersuchung mittels AFLP ausschließlich für die

Kornblume realisiert. In die Auswertung wurden ca. 150 Proben einbezogen. Für die verbleibenden beiden Arten (Acker-Löwenmaul und Gemeines Leinkraut) stehen diese Untersuchungsschritte noch aus.

Nach Identifizierung einer für die Kornblume geeigneten Primerkombination wurde zunächst ein Vorversuch mit 5 Individuen aus Scheyern und 5 Individuen aus Marpingen durchgeführt, um die Erfolgsaussichten weitergehender Untersuchungen abzuschätzen. In den anschließenden Laborarbeiten wurden insgesamt 4 geeignete Primerkombinationen identifiziert (siehe: selektive PCR) und die damit in der anschließenden Elektrophorese entstandenen Bandenmuster auf signifikante Unterschiede untersucht.

Die dazu erforderlichen Laborarbeiten (DNA-Isolation, AFLP) wurden von Frau Elisa Klapproth ausgeführt und nachfolgend in den Punkten 2 sowie 3.1/2 bis 4.3 beschrieben.

2. DNA-Isolation

Aus dem Probenmaterial wurde jeweils DNA isoliert. Dazu wurde das in Silica-Gel getrocknete Pflanzenmaterial mit etwas Seesand gemörsert und anschließend mit dem handelsüblichen „peqGOLD Plant DNA Mini Kit“ der PEQLAB Biotechnologie GmbH die DNA extrahiert. Bei der Herauslösung (Elution) wurde anstatt des Elutionsbuffers jeweils 50µl steriles, deionisiertes Wasser verwendet.

3. AFLP

Aus der extrahierten DNA wurde für jedes beprobte Individuum ein genetischer Fingerabdruck mittels Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) erstellt. Vereinfacht besteht das Verfahren der AFLP aus folgenden Arbeitsschritten:

- 3.1) Restriktion: DNA-Doppelstränge werden durch bestimmte Enzyme in Bruchstücke („Fragmente“) mit versetzt überstehenden Enden geschnitten,
- 3.2) Ligation: Anbringen definierter DNA-Adapterstücke („Adapter“) an die überstehenden Enden der Schnittstellen,
- 3.3) 1. Amplifikation (Präamplifikation): gezielte Vervielfältigung eines Teils der Fragmente nach Anlagerung einzelsträngiger Gegensequenzen der Adapter, die als Startpunkt für die Vervielfältigung dienen (= „Primer“),
- 3.4) 2. Amplifikation (selektive Amplifikation, selektive PCR): nochmalige gezielte Vervielfältigung eines Teils der in der 1. Amplifikation vermehrten Fragmente mit besonders gekennzeichneten Primern („gelabelte Primer“ mit definiert nachweisbaren Eigenschaften wie durch einen fluoreszent oder farblich detektierbaren Anhang),
- 3.5) Elektrophorese: Auftrennung der markierten Fragmente nach ihrer Länge (Basenpaarlänge) in gegeneinander vergleichbare Banden.

Die genaue Ausführung wird folgend beschrieben:

3.1/2) Restriktion/Ligation

Die Restriktion und Ligation wurden in einem Schritt durchgeführt. Dazu wurde der unten aufgeführte Ansatz verwendet und immer auf Eis gearbeitet:

Tabelle 69: Labordaten der Restriktion/Ligation.

H ₂ O (bid., autokl.)		21,25 µl
DNA	300 ng	3 µl
10x Y-Tango-Puffer		3 µl
EcoR1	3 units	0,3 µl (10 u/µl)
Mse1	3 units	0,3 µl (10 u/µl)
10x Ligationspuffer (mit 5 mM ATP)		1,1 µl
EcoR1-Adapter (5 pmol/µl)		0,5 µl
Mse1-Adapter (50 pmol/µl)		0,5 µl
T4-DNA-Ligase	0,5 units	0,05 µl (10 u/µl)
		30 µl total

Der Mastermix wurde entsprechend der Anzahl an Proben erstellt und aliquotiert. Dem Ansatz wurde jeweils die DNA hinzugefügt und bei 37°C über Nacht inkubiert. Die verdaute DNA wurde bei -20°C gelagert.

Die verwendeten Ligationsadaptoren haben folgende Sequenz:

EcoR1-Adaptor

5´-CTC GTA GAC TGC GTA CC-3´ (EcoR1a)

5´-AAT TGG TAC GCA GTC TAC-3´ (EcoR1b)

Mse1-Adaptor

5´- GAC GAT GAG TCC TGA G-3´ (Mse a)

5´-TAC TCA GGA CTC AT-3´ (Mse b)

3.3 Präamplifikation

Nach der Restriktion/Ligation erfolgte die Präamplifikation nach folgendem Ansatz.

Tabelle 70: Labordaten der Präamplifikation.

H ₂ O (bid., autokl.)	5,5 µl
10x PCR-Puffer	1 µl
MgCl ₂ (25 mM)	0,8 µl
2mM dNTPs	1 µl
Eco-R1+1-Primer (10 ng/µl)	0,3 µl
Mse1+1-Primer (10 ng/µl)	0,3 µl
Taq-Polymerase (5 u/µl)	0,1 µl [0,5 u]
	9 µl
Ligationsansatz	1 µl
10 µ total	

Es wurde Fermentas Taq-Polymerase (10x Puffer ohne MgCl) verwendet und auch hier wurde die ganze Zeit auf Eis gearbeitet.

Als Eco-R1+1-Primer wurden EcoR1+C mit der Sequenz GAC TGC GTA CCA ATT CC und der Primer EcoR1+A GAC TGC GTA CCA ATT CA verwendet. Der Mse1+1-Primer war Mse1+C mit der Sequenz GAT GAG TCC TGA GTA AC. Alle Primer sind ungelabelt.

PCR-Bedingungen (für Eppendorf Gradient Mastercycler)

Das Programm enthielt zu Beginn einen 2-minütigen Denaturierungsschritt, dem sich 20 PCR-Zyklen anschlossen. Ein Zyklus setzte sich wie folgt zusammen: 30s bei 94°C, 30s bei 60°C und 60s bei 72°C. Zum Schluss wurde auf 4°C abgekühlt. Die Präamplifikate wurden 1:20 mit H₂O (bid., autokl.) verdünnt.

3.4 Selektive PCR (FSU)

Der nachfolgende Ansatz wurde ebenfalls mit Fermentas Taq-Polymerase (10x Puffer ohne MgCl₂) durchgeführt (auf Eis).

Tabelle 71: Labordaten Selektive PCR.

	IRD 700 oder 800
H ₂ O (bid., autokl.)	4,2 µl
10x PCR-Puffer (ohne MgCl ₂)	1 µl
MgCl ₂ (25 mM)	0,8 µl
2 mM dNTPs	1 µl
EcoR1+3-Primer	0,2 µl (50 ng/µl)
Mse1+3-Primer	0,2 µl (10 ng/µl)
Taq-Polymerase	0,1 µl (5 u/µl)
Präampl.-Lsg 1:20	2,5 µl
10 µl total	

Dem Mastermix wurde zuletzt die gelabelten Primer hinzugefügt, da diese sehr lichtempfindlich sind und anschließend die verdünnten Präamplifikate (1:20) dazu pipettiert.

Als EcoR1+3-Primer wurden EcoC2 (-CA A), EcoC4 (-CC A), EcoC8 (-CG T) und EcoA7 (-AG G) verwendet. Diese wurden mit Mse1 (-CA C), Mse3 (-CA T), Mse4 (-CC A) und Mse5 (-CC T) kombiniert. Die EcoC-Primer sind IRD 700 und der EcoA-Primer ist IRD 800 markiert.

Folgende Primer wurden miteinander kombiniert:

EcoC2 mit Mse1, EcoC4 mit Mse3, EcoC8 mit Mse5 und EcoA7 mit Mse4.

PCR-Bedingungen in der Selektiven PCR

Es wurde erneut zu Beginn ein 2-minütiger Denaturierungsschritt durchgeführt. Es schließen sich ein Zyklus mit 30s bei 94°C, 30s bei 65°C und 60s bei 72°C, 11 Zyklen mit stufenweiser Reduzierung der Annealingtemperatur (je Zyklus ca. 0,7°C niedriger) und weitere 24 Zyklen zu je 30s bei 94°C, 30s bei 56°C und 60s bei 72°C an. Nach den insgesamt 36 Zyklen wird auf 4°C gekühlt.

4. Sequenzierung

4.1 Elektrophorese (FSU)

Zur Herstellung eines 25 cm Acrylamid-Gels wurden folgende Substanzen verwendet:

Tabelle 72: Labordaten Elektrophorese.

Harnstoff	12g
Acrylamid (40%ig)	3,75 ml
TBE Long Run (10x)	2,5 ml
H ₂ O	Ad 25 ml Lösung filtrieren und entgasen 3 ml abnehmen und 40µl AMPS und 4 µl TEMED zugeben; Gel abdichten
AMPS (10%ig)	175 µl
TEMED	25 µl
Leistung	35 W
Temperatur	45°C
Spannung	1500 V

Nach ca. 20-30-minütigem Auspolymerisieren des Sockels wurde zu den restlichen 22 ml Lösung die oben angegebene Menge AMPS und TEMED zugegeben und das Gel gegossen. Die Polymerisationszeit betrug ca. 2,0 h bis 2,5 h.

Nachdem die Gelplatten gereinigt und für die Elektrophorese vorbereitet wurden, sind jeweils 1 µl der Selektive-PCR-Produkte mit 1 µl AFLP-Dye-Puffer 1:1 versetzt worden. Anschließend wurden die Proben für 2 Minuten bei 72°C auf einem Thermoblock denaturiert, auf Eis gestellt und jeweils 0,8 µl der Probe in die Geltaschen pipettiert. Zuletzt wurde der Größenstandard ebenfalls auf 72°C erhitzt und aufgetragen.

Für den verwendeten AFLP-Dye wurden folgende Reagenzien verwendet:

Tabelle 73: Reagenzien für die AFLP-Dye.

Ansatz für 50 ml:

98% Formamid	49 ml
10 mM EDTA	0,5 ml (einer 0,5M-Lösung)
0,025% Pararosanilin)	12,5 mg

Da die Ergebnisse nur mäßig zufriedenstellend waren, wurde in der Folge auf eine Kapillarsequenzierung durch LGC Forensics umgestellt.

4.2 Kapillarsequenzierung durch LGC Forensics

Da die Firma LGC Forensics mit einem anderen Sequenzierer arbeitet, mussten einige Schritte verändert werden. Restriktion/Ligation und Präamplifikation wurden weiterhin wie beschrieben durchgeführt. Die Selektive PCR musste wiederholt und dabei die Labels der Primer auf das System der Firma abgestimmt werden.

4.2.1 Selektive PCR – Wiederholung

Es wurde mit dem „DS-33 Matrix Standard Set für den Genetic Analyser“ von Applied Biosystems gearbeitet. Die Primer EcoC2 und C8 wurden 6-FAM gelabelt. Bei den Primer EcoC4 und EcoA7 wurden VIC, NED und PET ausprobiert. Die besten Ergebnisse wurden mit VIC erzielt.

Der Vorteil dieses Systems ist, dass die verschieden gelabelte Primer(-kombinationen) miteinander gepoolt werden können. So wurden jeweils 2 Primerkombinationen der gleichen DNA-Probe (je 5 µl) miteinander kombiniert (= 10 µl) und an LGC Forensics verschickt. Jeder Probe wurde ein interner Standard hinzugefügt.

Der verwendete Größenstandard war „GeneScan™-600 LIZ® Size Standard“ der Firma Applied Biosystems.

4.2.2 Verwendete Primerkonzentrationen

Die Primer hatten eine Konzentration von 10 nmol/µl und wurden auf 50 pmol/µl verdünnt und diente als Stammlösung. Die Arbeitslösung hatte eine Endkonzentration 1 pmol/µl. Die Stammlösung der Mse-Primer der Selectiven-PCR hatte eine Konzentration von 100 pmol/µl und wurde für die Arbeitslösung auf 10 pmol/µl verdünnt.

4.3 Auswertung der Gel-Bilder

Die Gel-Bilder wurden mit Hilfe des Programms „Genographer“ erzeugt und ausgewertet.

Erfassung morphologischer Merkmale

Für die Kornblume wurden an etwa 150 in der populationsgenetischen Untersuchung oder der Einzelpflanzen- oder Dichtekartierung erfassten Individuen der Standorte Marpingen, Scheyern und Spelle weitere morphologische Parameter erhoben (Höhe, Wuchstyp, Anzahl und Verteilung der Verzweigungen, etc.). Diese stehen für spätere morphologische Vergleiche sowie für die Berechnung des maximal möglichen Diasporen-Austrags aus den Flächen zur Verfügung.

Standortbezogene Untersuchungsprogramme

In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten, den Anbaukulturen und Fragestellungen wurde der Umfang des Untersuchungsprogramms für jeden einzelnen Modellstandort angepasst. Das an den einzelnen Standorten ausgeführte Untersuchungsprogramm ist Tabelle 74 zu entnehmen:

Tabelle 74: Übersicht der standortbezogenen Untersuchungsprogramme.

Untersuchungsprogramm	Modellstandort				
	Allendorf-Haine	Scheyern	Marpingen	Spelle-Bramhof	Spelle-Zur Mühle
Analyse der Landnutzungssysteme	*	*	*	*	--
Potentialanalyse	--	*	*	--	
vergleichende Betrachtung der Bodensamenbanken aller Projektstandorte	*	*	*	*	*
flächige Diversität der Bodensamenbank (Punktpuben)	*	(*)	*	*	*
horizontale Verteilung der Diasporen in der Bodensamenbank (Profilprobe)	--	*	(*)	*	*
Methodenvergleich (Rasterprobe)	--	*	--	--	--
Einzelpflanzenkartierung der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>), des Acker-Löwenmauls (<i>Misopates orontium</i>) und des Gemeinen Leinkrauts (<i>Linaria vulgaris</i>) auf zwei ausgewählten Feldstücken	--	--	*	--	--
Dichtekartierung von Beständen der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>) innerhalb zwei weiterer Feldstücke	--	--	*	--	--
Erfassung und Beprobung von Individuen der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>), des Acker-Löwenmauls (<i>Misopates orontium</i>) und des Gemeinen Leinkrauts (<i>Linaria vulgaris</i>) für populationsgenetische Untersuchungen	*	*	*	*	
populationsgenetische Untersuchung von Individuen der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>)	--	*	*	*	
Erfassung morphologischer Parameter von Individuen der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>) (fakultativ)	--	(*)	(*)	(*)	

Die Erhebung von Profilproben war am Standort Allendorf-Haine aufgrund der Flachgründigkeit und Härte des Bodens wenig erfolgversprechend.

4.4.2.4 Ergebnisse & Diskussion

4.4.2.5 Standortübergreifende Ergebnisse

Analyse der Landnutzungssysteme

Aus der Analyse der Landnutzungssysteme ließen sich die Projektstandorte durch folgende historisch belegte Anbauformen ermitteln (Tabelle 75):

Tabelle 75: Historisch belegte Anbauformen.

	Allendorf Haine	Marpingen	Scheyern	Spelle Bramhof	Spelle Zur Mühle
Gehölze: streifenförmig	(Lohwald)	(Niederwald)	(ja)	---	---
Gehölze: flächig	Lohwald	Niederwald	Holzacker	---	---
Getreide	ja	Getreide	ja	Getreide	ja
Hackfrucht	---	(ja)	(ja)	Hackfrucht	(ja)
Sonderkulturen	---	(ja)	Hopfen	ja	
Kombinierte Kulturen, z.B. Agroforstsysteme	---	Obstacker, (Obstwiese)	(Obstweide)	---	---
Grünland/Krautschicht	ja/Lohwald Waldweide	(Obstwiese)	(Obstweide)	Kleinviehweide, Feldgras	(?)
korrespondierender Energiepflanzenanbau	flächiger Energieholz- anbau (KUP)	Alley Cropping, streifenförmige Gehölze, Agroforstsysteme, flächiger Energieholz-anbau	kleinflächiger Gehölzanbau, Alley Cropping, Agroforstsysteme	Feldkulturen Acker/Grünland	(?)

Mit den in Tabelle 75 aufgeführten korrespondierenden Anbausystemen bietet der Energiepflanzenanbau in allen untersuchten Regionen unter bestimmten Bedingungen Möglichkeiten, zur Wiederherstellung oder standortgerechten Verbesserung des Landschaftsbildes und des Strukturreichtums.

Im Einzelnen wird auf die Ausführungen zu den einzelnen Projektstandorten verwiesen.

Potenzialanalyse

Im Rahmen der im Projekt ausgeführten floristischen Erfassung der Gefäßpflanzen wurden 582 Sippen (Arten, Artengruppen, Unterarten und Varietäten) für die Projektregionen ermittelt. Nach Auswertung früherer Kartierungsergebnisse und Veröffentlichungen für Marpingen und Scheyern steigt diese Anzahl unter Berücksichtigung ehemals oder potentiell vorkommender Sippen auf 825. Aus den zusätzlich ermittelten Arten lassen sich wertvolle Hinweise für die Anbaugestaltung der Standorte ableiten (siehe Ergebnisse der Standorte Marpingen und Scheyern).

Methodenvergleich zur Ermittlung der Bodensamenbank

Am Standort Scheyern wurden in zwei Transekten Rasterbeprobungen vorgenommen (siehe Methodik) und mit dem durch Punktproben erzielbaren Diasporenaufkommen verglichen. In den Rasterbeprobungen wurden ca. 10-100 optisch unversehrte und gleichgewichtige Diasporen pro 9er-Mischprobe ermittelt, während in den Punktproben ein Vielfaches der Diasporen aufgefunden wurde.

($\varnothing_{(19 \text{ Proben})} \approx \text{ca. 600}$ optisch unversehrte und gleichgewichtige Diasporen/Probe). Im weiteren Verlauf wurde deshalb die Erhebung von Punktpuben präferiert. Im Gegensatz zur weitaus aufwändigeren Erhebung von Rasterproben besteht mit der Methode der Punktpubenerhebung eine in der Praxis realisierbare Möglichkeit zur Ermittlung des standörtlichen Diasporenpotenzials (Bodensamenbank). Im Hinblick auf die für die Planung von Kompensationsmaßnahmen übliche Zeitabfolge bietet die Ermittlung des standörtlichen Diasporenpotenzials wesentliche Vorteile. Sie ist geeignet, das pflanzliche Biodiversitätspotenzial einer Fläche (α -Biodiversität) jahreszeitlich unabhängig abzuschätzen und aktuelle Erhebungen zur Flora zu ergänzen.

Träger-Arten

Für die Bewertung etwaiger Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf Populationen von Wildpflanzen (Begleitarten) wurden mit der Kornblume (*Cyanus segetum*), dem Acker-Löwenmaul (*Misopates orontium*) und dem Gemeinen Leinkraut (*Linaria vulgaris*) insgesamt 3 geeignete Arten identifiziert, die gleichzeitig landwirtschaftliche Hauptkulturen (Sommer- und Wintergetreide, Hackfrucht, mehrjährige Anbaukulturen) widerspiegeln.

Die Kornblume tritt schwerpunktmäßig in Getreideäckern auf lehmigen und sandigen, meist kalkarmen Böden auf. Sie zeigt in ihrem Auftreten aktuelle und frühere Ränder (Grenzlinien: Feldränder, Flurstückränder; vgl. Marpingen Feldstück 34464) wie auch Vorgewende (innere Ränder) an.

Die lichtbedürftige Art kann insbesondere innerhalb gleichartiger Schläge zur Lokalisierung ökologisch sensibler oder für eine Aufwertung geeigneter Räume herangezogen werden. Innerhalb des Halmfruchtanbaus zeigt die Art ein ähnliches Verhalten wie andere als schützenswert geltende Ackerwildkräuter (z.B. Kornrade (*Agrostemma githago*), Finkensame (*Neslia paniculata*), Acker-Röte (*Sherardia arvensis*), Spießblättriges Tännelkraut (*Kickxia elatine*) u.a.; vgl. DVL 2010). Sie darf damit als Trägerart für diese Arten gelten. Die Art weist trotz ihrer geringen Nachweisdichte in der Bodensamenbank auch nach einer Änderung der Anbaukultur oder einer Nutzungsänderung ein mehrjähriges Beharrungsvermögen auf (vgl. Ergebnisse Marpingen, Einzelpflanzenkartierung in Miscanthus-Kultur). Sie ist vom Landwirt leicht zu erfassen.

Das ebenfalls durch Wind verbreitete Acker-Löwenmaul weist im Gegensatz zur Kornblume seine Häufungsschwerpunkte nach Oberdorfer (1949, 1990) in Hackfrucht-Äckern (Polygonon-Chenopodietalia) auf lehmigen (und kalkarmen) Böden in wintermilden Ortsklimata auf, wo es jeweils zerstreut vorkommt. Auf sandig-lehmigen, sauren aber nicht nährstoffarmen Böden wärmerer Lagen kommt die Art auch unter Getreide vor (vgl. Hanf 1999). Tatsächlich sind die Hackfrucht- und Getreideäcker der entsprechenden Standorte als sich ehemals in der Dreifelderwirtschaft abwechselnde Fruchtfolgeglieder durch gemeinsame Arten wie den Stechenden Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) und den Acker-Spergel (*Spergula arvensis*) miteinander verbunden. Unabhängig hiervon tritt das Acker-Löwenmaul fast nie in größeren Beständen auf. Auch diese Art ist als Modellart zur Bestandsabschätzung anderer seltener Ackerwildkräuter der Hackfrucht-Äcker wie dem Acker-Ziest (*Stachys arvensis*) und dem Acker-Leinkraut (*Linaria arvensis*) geeignet.

Das Gemeine Leinkraut wiederum ist auf offenen Unkrautfluren, Äckern, Kahlschlägen und vergleichbaren Habitaten ruderaler und nährstoffreicherer Standorte verbreitet. Die mehrjährige, mit

einer tiefen Hauptwurzel und einem weiten Wurzelwerk mit Wurzelsprossen ausgestattete Art ist im Vergleich zu den vorgenannten Arten nicht so lichtbedürftig und zeigt innerhalb der Äcker recht gut auch längere Phasen der Bodenruhe auf nährstoffreichen, ruderal beeinflussten Standorten an. Sie bietet damit für die Beobachtung und Bewertung von Bestandstrends mehrjähriger Ackerbaukulturen, wie *Miscanthus*, von Brachen und Ruderalstellen eine gute Vergleichsbasis. Aufgrund ihrer größeren Häufigkeit und weiten Verbreitung ist sie zudem für einen größeren Raumvergleich geeignet. Auch ihr Bestand kann vom Landwirt leicht abgeschätzt werden.

Während die Bestände und Entwicklungszustände der Kornblume und des Acker-Löwenmauls nach einheitlicher Methodik erfasst und beurteilt werden konnten, sind beim Gemeinen Leinkraut auf Grund ihres klonalen Wachstums die Individuen nur schwer zu erfassen und voneinander abzugrenzen. Auf eine Erfassung von Individuen und Blüten musste daher verzichtet werden. Stattdessen wurden die Wuchsorte und Blühzustände der aufgefundenen Triebe erfasst und dokumentiert (sowie für künftige populationsgenetische Untersuchungen beprobt).

4.4.2.6 Ergebnisse Allendorf

Analyse der Landnutzungssysteme

Für den Standort Allendorf-Haine (Hessen) sind großflächige Gehölzanbausysteme mit mehrjährigem Umtrieb (Nieder- und Mittelwald: Lohwald) belegt. Noch in der Karte von Becker et al. (lith. Kling ca. 1870) wird der Standort als Breitelohe bezeichnet.



Abbildung 99: Karte von 1870 mit Bezeichnung des heutigen Modellstandorts als Breitelohe.

Typischerweise werden entsprechende Lohwälder (oder auch Eichenschälwälder) durch die Stiel-Eiche als zumeist angepflanzte Hauptbaumart gekennzeichnet (bei den einheimischen Trauben-Eichen der Mittelgebirge wurde ein geringerer Gerbstoffgehalt vermutet). Nach Erlbeck et al. (1998: 471) handelt es sich um Eichen-Hainbuchenwälder, in denen die Rotbuche als Schattenbaumart in

der Regel fehlt. Früher wurden entsprechende Wälder regelmäßig streifenförmig und in Zeitabständen von ca. 10 Jahren beerntet, das heißt zur Gewinnung der Gerbrinde (Lohe) auf den (Wurzel-)Stock gesetzt. Nach Aufgabe ihrer typischen Nutzungsform weisen diese ehemaligen Buschwälder heute in der Regel eine deutliche Schichtung auf, bei der die oberste Baumschicht neben der Hauptbaumart aus Gemeiner Esche, Hainbuche, Berg-Ulme und Wildbirne, die untere Baumschicht hingegen aus Hainbuche und Traubenkirsche gebildet wird. Kennzeichnende Arten der Strauchschicht dieser Wälder sind die Haselnuss (*Corylus avellana*), verschiedene Weißdorn-Arten (*Crataegus spec.*) und das Pfaffenhütchen. Typisch waren früher eine streifenförmige Fällung der ca. 8 cm starken Bäume im April bis Mai sowie ein streifenförmiges Wuchsbild in Reihen („Lohhecken“). Entsprechend werden diese Wälder durch eine artenreiche Krautschicht mit einem hohen Anteil an Frühjahrsgeophyten geprägt.

Bereits in der auf Basis der Preussischen Landesaufnahme von 1908 gefertigten Topographischen Karte TK-25, Ausgabe 1970, wird das Untersuchungsgebiet nicht mehr als Lohberg oder Breitelohe ausgewiesen, sondern als Hainer Berg bezeichnet und durch fehlende Signatur als Acker gekennzeichnet.

Unter Berücksichtigung der Nutzungsgeschichte und früherer Landnutzungstypen kann ein großflächiger Anbau jährlich abschnittsweise streifenförmig zu beerntender Holzpflanzen bei geeigneter Gehölzauswahl und Bestandspflege grundsätzlich geeignet sein, eine Aufwertung oder funktionale Wiederherstellung des Landschaftsbilds zu bewirken.

Potenzialanalyse

Becker et al. haben 1996 eine umfassende Übersicht über die Pflanzenwelt zwischen Eder und Diemel vorgelegt, auf die unter Punkt 4.4.1.9 dieses Berichts bereits von Engelbach (BfU) eingegangen wurde.

Bodensamenbank

Am Standort Allendorf-Haine wurden an 16 Probeorten jeweils Punktproben zur Analyse der Bodensamenbank erhoben. Der Boden wies an allen Stellen eine nur geringe Mächtigkeit bei nur schwach ausgebildetem A_n bzw. A_p auf. Er war wie das flach anstehende Grundgestein von besonderer Festigkeit und Härte sowie durch einen relativ hohen Skelettreichtum gekennzeichnet (ca. 10-20%). Auf die Erhebung von Profilproben wurde daher verzichtet.

Im Vergleich zu den anderen Untersuchungsregionen wiesen die Proben nur eine relativ geringe Diasporen- und Sippendichte auf (siehe Tabelle 76). In Tabelle 76 und Abbildung 100 werden die Verteilungsverhältnisse der Diasporen in den untersuchten Punkten der Bodensamenbank wiedergegeben.

Tabelle 76: Übersicht über die Anteile von Diasporen in den untersuchten Proben.

A	B	C	D	E	F	G
Punktproben	Formen- gruppen (Sippen)	Diasporen gesamt	Diasporen problematis.	Risiko-Index D/C	Sippendichte/l (V=2,7 l)	Diasporen- dichte/l (V= 2,7 l)
AI_2011_001	9	193	183	0,9482	3,33	71,48
AI_2011_002	37	221	102	0,4615	13,70	81,85
AI_2011_003	20	182	37	0,2033	7,41	67,41
AI_2011_004	21	64	24	0,3750	7,78	23,70
AI_2011_005	38	123	51	0,4146	14,07	45,56
AI_2011_006	26	82	25	0,3049	9,63	30,37
AI_2011_007	22	161	53	0,3292	8,15	59,63
AI_2011_008	2	2	1	0,500	0,74	0,74
AI_2011_009	17	101	3	0,0297	6,30	37,41
AI_2011_010	13	208	163	0,7837	4,81	77,04
AI_2011_014	20	170	88	0,5176	7,41	62,96
AI_2011_015	10	42	25	0,5952	3,70	15,56
AI_2011_016	22	193	105	0,5440	8,15	71,48
Summe: 13	257	1742	860			
Mittelwert:	20	134	66	0,4621	7,32	49,63

Die Anzahl aufgefundener Sippen ist mit durchschnittlich 20 pro Probe wie auch die Anzahl der insgesamt enthaltenen Diasporen mit durchschnittlich 134 pro Probe sehr gering.

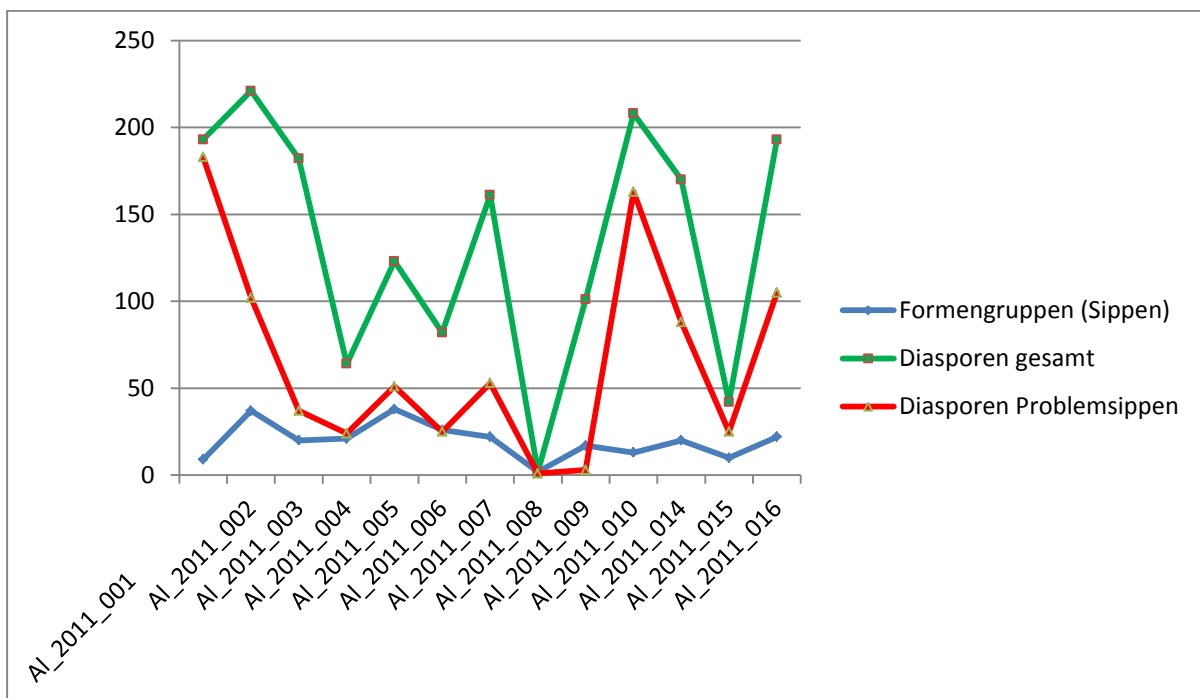


Abbildung 100: Verteilung der Diasporen-Mengen in den Einzelproben von Allendorf-Haine 2011.

Die geringen Anzahlen der in den Proben aufgefundenen Sippen und Diasporen legt zunächst die Vermutung nahe, dass die Diasporenbank für die mit unserer Methode nachweisbaren Arten im Vergleich zu den anderen Projektregionen (Marpingen, Scheyern und Spelle) hinsichtlich der Gesamtbesiedlung mit standorttypischer Flora einen geringeren Beitrag leistet. Für die floristische

Ausstattung der Flächen am Projektstandort Allendorf-Haine spielt demnach die (Wieder-)Besiedlung aus der Umgebung bzw. aus angrenzend beernteten Streifen eine größere Rolle. Dies entspricht zugleich der Charakteristik der für die frühere Loh-Nutzung (siehe Landnutzungssysteme) typischen Arten. Diese sind überwiegend an eine hohe Standortdynamik angepasst wie sie durch eine räumliche Dynamik streifenförmiger Nutzungen erzeugt wird (vgl. Ellenberg/Leuschner 2010).

Auffällig ist der hohe Anteil von Pflanzenarten der Familie der Korbblütler (Asteraceae) in den untersuchten Proben. Diese können nicht dem aktuellen Biotoptyp zugeordnet werden. Unter Bezug auf weitere Autoren weist jedoch bereits Manegold (2007) darauf hin, dass die Samenbanken von Wäldern häufig nur eine geringe Übereinstimmung mit der aktuell auftretenden Flora, sehr wohl aber Bezüge zu vorausgegangenen Nutzungen zeigen.

Aus den insgesamt geringen Anzahlen der in den Proben aufgefundenen Sippen und Diasporen könnte weiterhin geschlussfolgert werden, dass die Diasporenbank auch im Hinblick auf die Regeneration einer artenreichen Flora nur von untergeordneter Bedeutung ist. Nach Meinung der Autoren ist hierfür jedoch nicht die absolute Menge oder die Dichte der Diasporen oder Sippen entscheidend, sondern das Mengenverhältnis von unproblematischen und problematischen Diasporen bzw. Sippen (vergleiche: Methodik Risiko-Index).

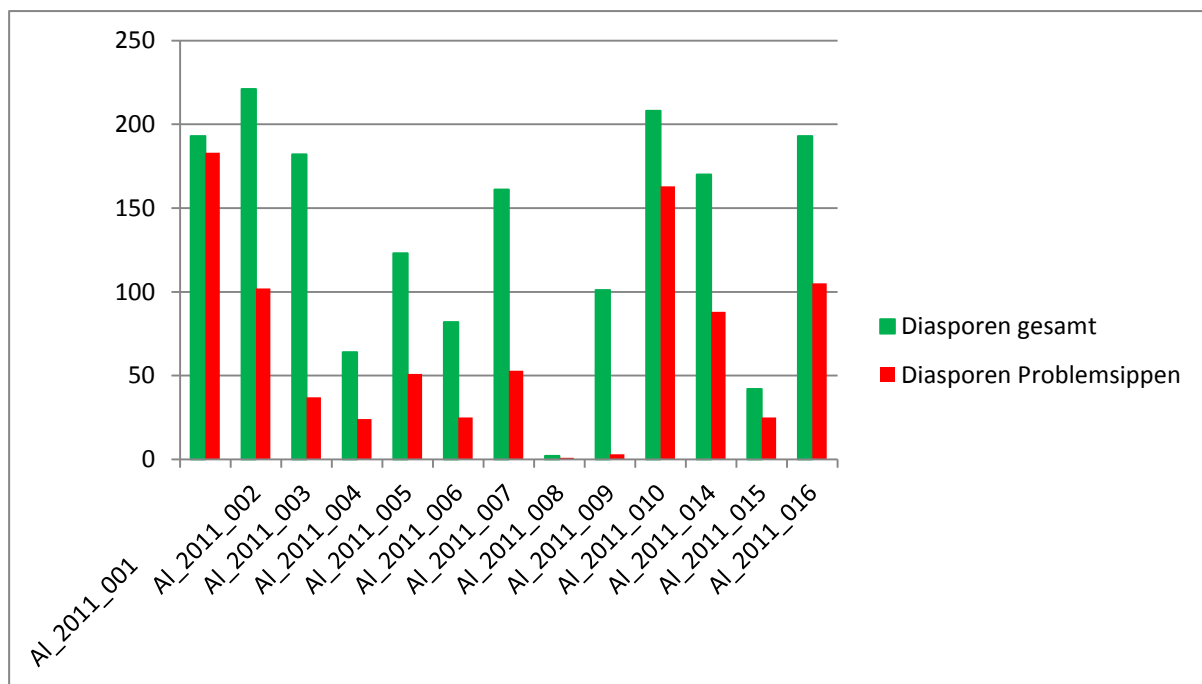


Abbildung 101: Verhältnis der Diasporen sonstiger und landwirtschaftlich problematischer Sippen in den Einzelproben Allendorf-Haine 2011.

Bei der Betrachtung der Abbildung 101 und Abbildung 102 wird deutlich, dass im Jahr der Probenerhebung mit Ausnahme der Probenorte AI-001 und AI-010 an allen anderen Erhebungsorten nur ein gutes (AI-002 bis AI-009) bis ausgeglichenes (AI-014 bis AI-016) Verhältnis zwischen den Diasporen der sonstigen und der landwirtschaftlich problematischen Sippen besteht. Dementsprechend besteht nur ein geringes (AI-002 bis AI-009) bis vertretbares Risiko (AI-014 bis AI-

016), bei einer Aktivierung des Bodensamenpotenzials landwirtschaftlich problematische Arten zu fördern (vgl. auch Tabelle 68). Da die genannten Arten hauptsächlich im Frühjahr keimen und bei einem späten Auskeimen im Herbst gegebenenfalls nicht mehr zur Samenreife gelangen, ist dies insbesondere für Sommerkulturen (Sommergetreide) beachtlich.

Sofern die vorstehende Aussage auch auf längere Zeiträume und Erntezyklen übertragbar ist, könnten oberflächennahe Bodenstörungen wie etwa beim Räumen des Ernteguts für eine Regeneration der floristischen Ausstattung und des Bodensamenpotenzials hinreichend sein.

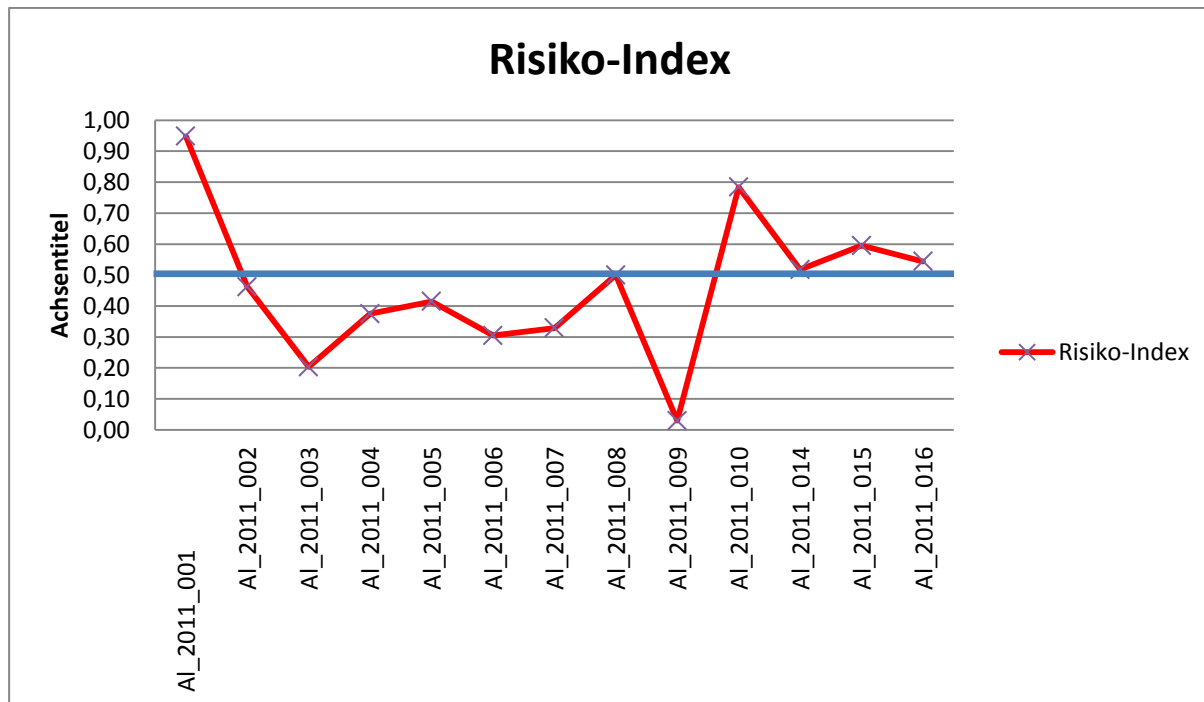


Abbildung 102: Landwirtschaftlicher Risiko-Index der Bodensamenbank Allendorf-Haine 2011 für 13 Probenpunkte. Die blaue Linie markiert ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Diasporen sonstiger und landwirtschaftlich kritischer Arten.

4.4.2.7 Ergebnisse Scheyern

Landnutzungssysteme

Die untersuchten Flächen gehören zum sogenannten Prielfhof, der mit den umgebenden Flächen das landwirtschaftliche Gut des Klosters Scheyern bildet. Das Kloster der Benediktiner ist um 1119 auf der ehemaligen Burg Scheyern, derer von Scheyern-Wittelsbach, eingerichtet worden, welche diese etwa im 11. Jahrhundert als Stammsitz zugunsten Wittelsbachs aufgegeben hatten (Bosl 1965). Der Name Scheyern wird von den Sciten, einem alten germanischen Volksstamm abgeleitet, die sich in diesem Raum (mindestens) bis in das 6. Jahrhundert zurück verfolgen lassen und vielfältige Beziehungen in das heutige Ungarn unterhielten (Reichhold 1998). Der Prielfhof selbst wird etwa um 1186 erwähnt (Reichhold 1998). Nach Lage und Art der Teiche ist zu vermuten, dass diese etwa im 15./16. Jahrhundert in ihrer heutigen Form angelegt oder umgestaltet wurden. Dies wird durch die für den Zeitraum von 1490-1600 bekannten Rodungen und Vergrößerungen des Ackerlands am Prielfhof (Reichhold 1998) gestützt, die eine umfassende Neuordnung der Bodennutzungen nahelegen. Nach der Säkularisation im Jahr 1803 wurde das Kloster bereits 1838 und damit lange vor der Separation

und Flurneuordnung (ca. ab 1850) wieder eingesetzt, so dass es wahrscheinlich keiner wesentlichen Neuordnung der Flur unterlag.

Das untersuchte Klostergut Scheyern repräsentiert damit in einzigartiger Weise ein Landnutzungssystem, das in wesentlichen Teilen auf eine ca. 900 Jahre alte und etwa seit 400 Jahren unveränderte räumliche Struktur zurückzuführen und fast durchweg als eine Wirtschaftseinheit geführt worden ist. In Wirtschaftseinheiten solcher Größe sind das Saatgut und damit begleitende Segetalarten über lange Zeiträume betriebsintern vermehrt worden. Kern des Acker-Teichsystems ist der über lange Zeiträume mehr oder weniger kontinuierliche, aber nicht zu starke Eintrag von Feinmaterial und Nährstoffen in die Teiche. Dies legt nahe, dass an den Hangfüßen der landwirtschaftlichen Schläge ein jahrhundertlang durch Sedimentation aufgewachsener mächtiger Pflughorizont A_p erwartet werden kann. Während der Eintrag von Nährstoffen dem Aufbau so genannter Naturnahrung im Teich dient, besteht andererseits das Interesse eine zu schnelle Verkleinerung des verfügbaren Wasserkörpers durch den Sedimenteintrag (Verlandung) zu vermeiden. Als Erosionsbremse wurden dazu allgemein häufig streifenförmige Feldgehölze angelegt.

Hinsichtlich der früheren Flächennutzungen der untersuchten Schläge sind eine 3- bis 4-gliedrige ackerbauliche Fruchtfolge sowie der Anbau von Hopfen (insbesondere auf dem heutigen Schlag A13 bis A12) bekannt. Auf Teilen des Schlags A12 konnte durch Analyse historischer Flurkarten ab etwa 1810 ein früherer Anbau von Bauholz nachgewiesen werden, der mit dem Bau der großen Scheune des Klosterguts im Zusammenhang stehen könnte („Fichtenacker“). Der so genannte große Getreidestadel wurde 1910 errichtet (Reichold 1998). Die floristische Ausstattung des Gebiets um die vorletzte Jahrhundertwende herum ist durch die Aufstellungen von Popp (1886, 1888, 1890) gut belegt.

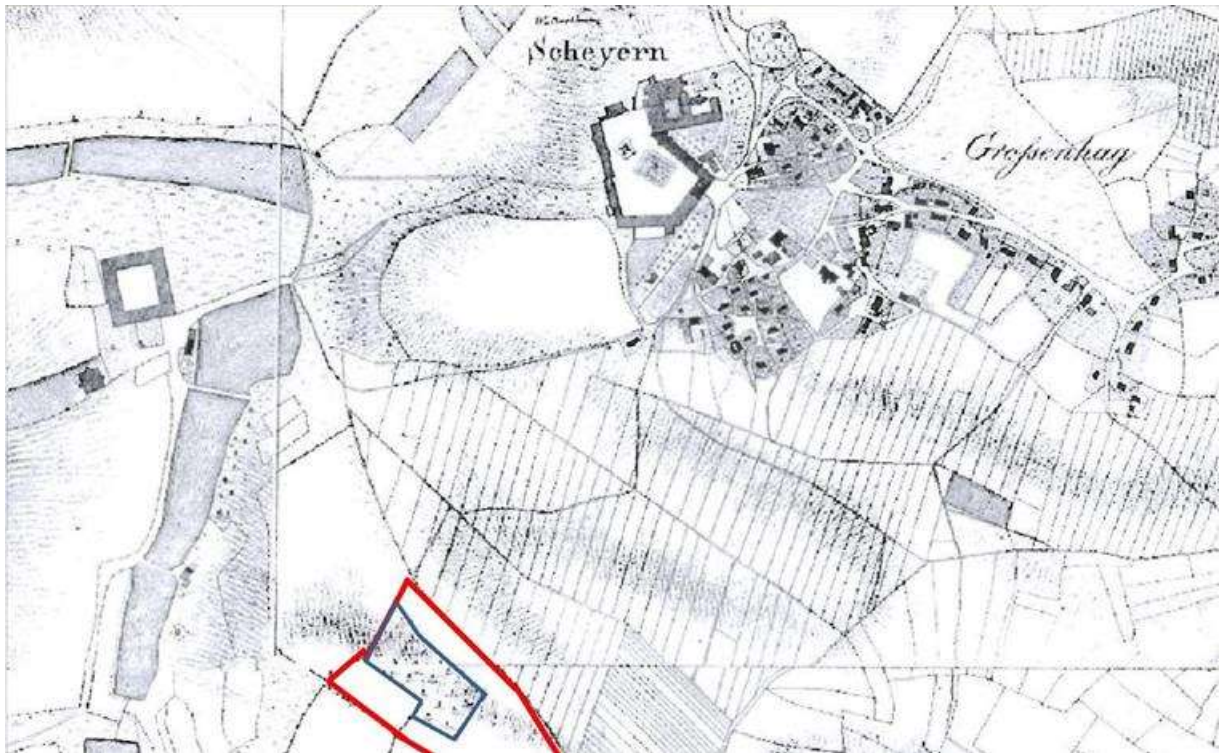


Abbildung 103: Auszug aus der Topographischen Karte von Scheyern um 1810. Deutlich zu erkennen ist die Holznutzung (blau umgrenzt) auf dem Flurstück des heutigen Schlages A12 (Ausschnitt rot umgrenzt).

Potenzialanalyse

In der aktuellen floristischen Kartierung wurden für den Projektstandort Scheyern 289 Sippen erfasst. Weitere 152 Sippen sind nach Popp (1886, 1888, 1890) der Flora des Untersuchungsraums hinzuzurechnen. Bei dem Vergleich der ehemals aufgefundenen Arten wird deutlich, welche Habitattypen die stärksten Verluste innerhalb des Untersuchungsraums aufweisen: 44 Sippen sind den Äckern inklusive Acker- und Wegrändern, 30 Sippen den Wiesen, 45 Sippen den Feuchtwiesen, Gräben und Gewässern und 30 Sippen den Wäldern und Hecken zuzuordnen. Für weitere 3 Sippen kann keine eindeutige Zuordnung vorgenommen werden. Hinsichtlich der nicht mehr nachgewiesenen Sippen folgen den Feuchtwiesen, Gräben und Gewässern (45 Sippen) überraschenderweise unmittelbar die Äcker, Acker- und Wegränder (44 Sippen). Die Äcker gehören damit zu den im Untersuchungsgebiet am stärksten von einem Artenrückgang betroffenen Lebensräumen (Abbildung 104).

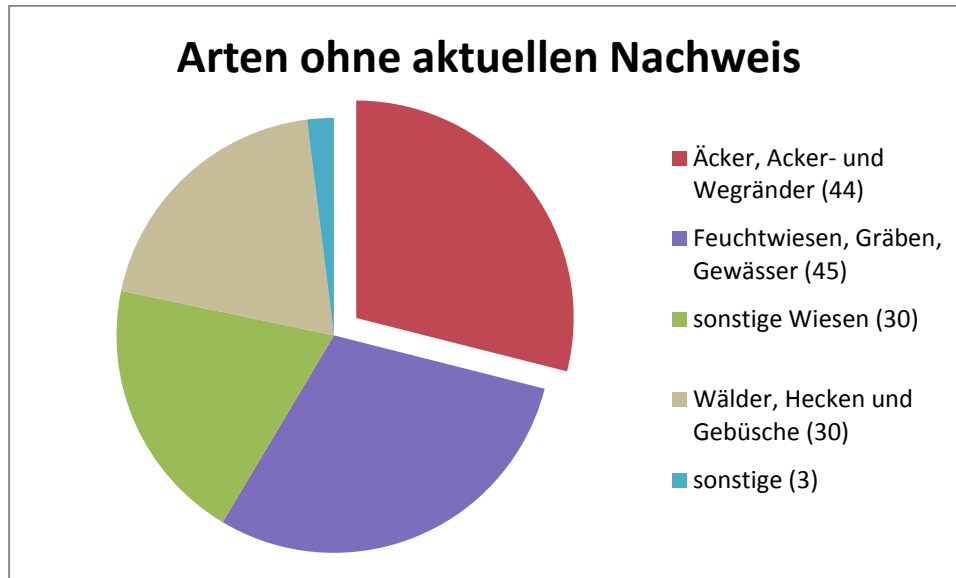


Abbildung 104: Floristische Kartierung der in Scheyern erfassten Sippen.

Folgende Arten sind aus heutiger Sicht hervorzuheben (Tabelle 77):

Tabelle 77: Übersicht über frühere Nachweise heute als gefährdet geltender Arten am Untersuchungsstandort Scheyern; LF bezeichnet die bekannte Überdauerungszeit lebensfähiger Diasporen (nach Wäldchen 2004; bei den mit Fragezeichen gekennzeichneten Werten handelt es sich um Vergleichsangaben von verwandten Sippen). Der heutige Gefährdungsstatus wurde nach Ludwig/Schnittler (1996) angegeben.

Art		ehemalige Vorkommen (Popp 1886, 1888, 1890)	LF (y)	RLD
<i>Agrostemma githago</i>	Kornrade	vereinzelt in allen Äckern	1-5	1
<i>Arnoseris minima</i>	Kleines Lammkraut	Äcker gegen Gneisdorf, häufiger gegen Schabenberg	5	2
<i>Chenopodium murale</i>	Mauer-Gänsefuß	an Wegen	? (C.alb.>60-x*100)	3
<i>Filago vulgaris</i>	Deutsches Filzkraut	häufig in Feldern um Scheyern		2
<i>Gagea villosa</i>	Acker-Gelbstern	häufig in Äckern	<1	3
<i>Gypsophila muralis</i>	Mauer-Gipskraut	sandige Äcker bei Gneisdorf, Fernhag, Strassenrand gegen Windten		3
<i>Legousia speculum-veneris</i>	Gemeiner Frauenspiegel	überall in Äckern	? (L.hyb.: 20)	3
<i>Lolium remotum</i>	Lein-Lolch	in Leinäckern bei Mitterscheyern, gegen Gneisdorf häufig	? (L.mult.>7)	0
<i>Lolium temulentum</i>	Taumel-Lolch	hin und wieder in Feldern	<1 (L.mult.>7)	0
<i>Lotus maritimus</i>	Spargelerbse	Klostergut, angebaut		3
<i>Misopates orontium</i>	Acker-Löwenmaul	erst einmal im Kg. beobachtet	k.A.	3
<i>Neslia paniculata</i>	Finkensame	vereinzelt in bebauten Äckern		3
<i>Orchis morio</i>	Gemeines Knabenkraut	sehr häufig an Ackerrändern, besonders bei Froschbach, Gurnöbach		2
<i>Ranunculus arvensis</i>	Acker-Hahnenfuß	bebaute Felder oft	<1-12	3
<i>Valerianella rimosa</i>	Gefurchtes Rapünzchen	häufig, in Äckern	<1-12	3

Bei der Betrachtung der bekannten Überdauerungszeit lebensfähiger Diasporen (LF) ist zu beachten, dass diese stark von den jeweiligen Lagerungs-, also Bodenverhältnissen, abhängig ist. Bei ungestörter Lagerung können – sicher auch wegen ausbleibender Aktivierung – allgemein höhere Überlebensraten nachgewiesen werden (Wäldchen 2004).

Bodensamenbank

Am Standort Scheyern wurden Punkt-, Profil- und Rasterproben erhoben. Während die Rasterproben vorrangig dem methodischen Vergleich mit der Punkt- und Rasterbeprobung dienten, geben die Profilproben gegebenenfalls einen Aufschluss über die vertikale Verteilung der Diasporen sowie über den Ab- und Eintrag durch sekundäre Verlagerung (Erosion und Akkumulation). Hierzu wurden 2011 im Schlag A12 vier Profilproben mit insgesamt 28 Profilschichten (= Einzelproben) sowie im Schlag A13 drei Profilproben mit insgesamt 24 Profilschichten (= Einzelproben) erhoben. Diese werden nachfolgend vorgestellt.

Bodensamenbank A12 (siehe Tabelle 78)

Die Anzahl aufgefundener Sippen ist mit durchschnittlich 15 über alle Probenteile (alle Schichtproben aller Profile) der auf A12 erhobenen Proben noch geringer als in den in Allendorf-Haine erhobenen Punktproben (durchschnittlich 20 Sippen). In der direkten Gegenüberstellung der den Punktproben entsprechenden Profiltiefen mit mittlerem Ziffernkürzel 002 mit den Punktproben von Allendorf-Haine weisen die Proben von Scheyern A12 jedoch höhere Sippenzahlen auf (25, 35, 13, 34; Durchschnitt rd. 27).

Die Anzahl der insgesamt enthaltenen Diasporen ist mit durchschnittlich 266 pro Schichtprobe etwa doppelt so hoch wie im Durchschnitt Allendorfs (134 pro Probe).

Tabelle 78: Schlag A12 - Übersicht über die Anteile von Diasporen in den untersuchten Proben.

A	B	C	D	E	F	G
Profil- schicht- proben Sc_2011	Formen- gruppen (Sippen)	Diasporen gesamt	Diasporen problematisch	Risiko- Index D/C	Sippendichte/l (V=2,7 l)	Diasporendichte/l (V= 2,7 l)
12-001-01	12	231	60	0,26	4,44	85,56
12-001-02	25	372		0,00	9,26	137,78
12-001-03	14	147	69	0,47	5,19	54,44
12-001-04	11	421	298	0,71	4,07	155,93
12-001-05	12	47	13	0,28	4,44	17,41
12-001-06	4	6	2	0,33	1,48	2,22
12-002-01	25	255	72	0,28	9,26	94,44
12-002-02	35	788	534	0,68	12,96	291,85
12-002-03	17	365	291	0,80	6,30	135,19
12-002-04	30	1.970	1.550	0,79	11,11	729,63
12-002-05	8	22	6	0,27	2,96	8,15
12-002-06	7	21	12	0,57	2,59	7,78
12-002-07	6	11	6	0,55	2,22	4,07
12-003-01	10	59	0	0,00	3,70	21,85
12-003-02	13	72	1	0,01	4,81	26,67
12-003-03	17	46	0	0,00	6,30	17,04
12-003-04	7	10	0	0,00	2,59	3,70
12-004-01	102	1.521	280	0,18	37,78	563,33
12-004-02	34	691	515	0,75	12,59	255,93
12-004-03	11	251	176	0,70	4,07	92,96
12-004-04	4	99	75	0,76	1,48	36,67
12-004-05	3	24	20	0,83	1,11	8,89
12-004-06	3	6	0	0,00	1,11	2,22
12-004-07	3	3	0	0,00	1,11	1,11
12-004-08	2	2	0	0,00	0,74	0,74
12-004-09	3	21	5	0,24	1,11	7,78
12-004-10	1	1	0	0,00	0,37	0,37
12-004-11	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Summen						
28	419	7.462	4.124			
Mittelwerte						
12-001	13	204	97	0	5	76
12-002	18	490	353	1	7	182
12-003	12	47	0	0	4	17
12-004	15	238	97	0	6	88

Die Verteilung der Sippen- und Diasporenzahl zeigt in den Profiltiefen mit Ziffernkürzel 01 bis 05 der untersuchten Profile jeweils ein uneinheitliches Verhalten. Spätestens nach Erreichen der Profilschicht 05 fallen sowohl die Gesamtdiasporenzahl als auch die Sippenzahl in allen Bodenprofilen deutlich ab (Abbildung 105 und Abbildung 106). Die Profilschicht 05 entspricht einer Tiefe von ca. 40 cm. Die Profilschichten 01 bis 05 repräsentieren damit den gesamten aktuellen Pflughorizont (Tiefe wendende Bodenbearbeitung). Die meisten Sippen und Diasporen sind damit der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung zugänglich.

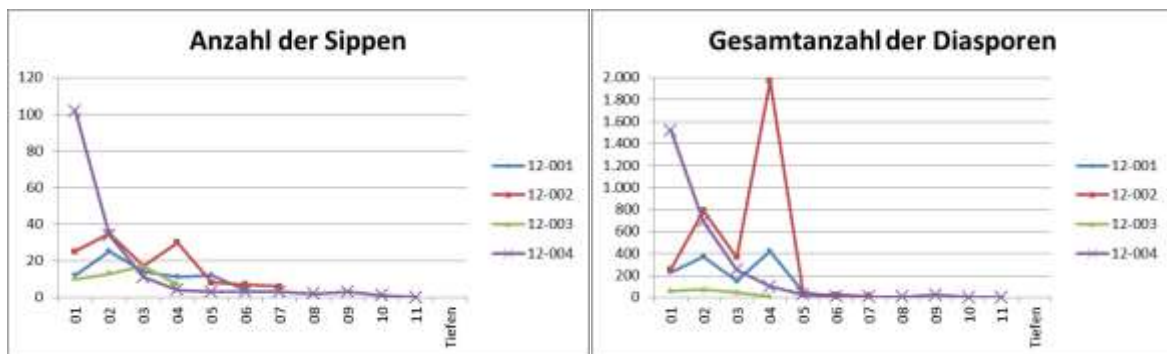


Abbildung 105: Sippen- und Gesamtdiasporenanzahl in den Profilen 12-001 bis 12-004 im landwirtschaftlichen Schlag Scheyern A12.

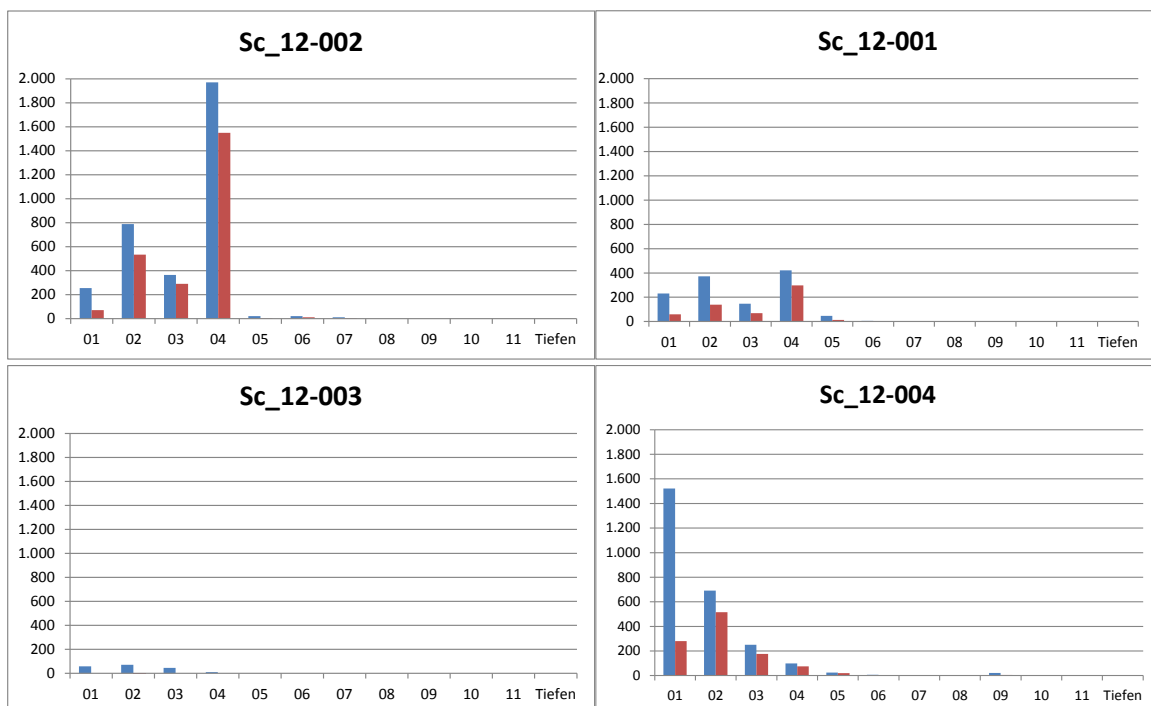


Abbildung 106: Verteilung der Diasporen-Anzahlen innerhalb der Profilproben im Schlag Scheyern A12 (blau: Gesamt-Diasporenzahl, rot: Diasporen landwirtschaftlich problematischer Sippen).

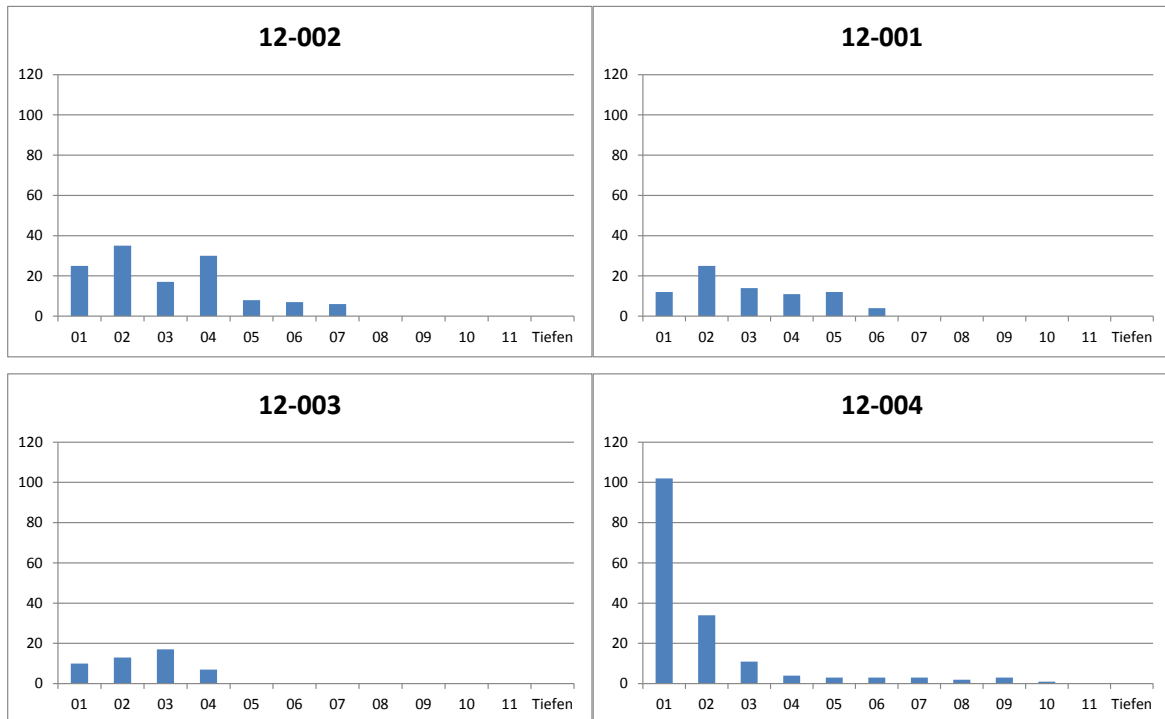


Abbildung 107: Verteilung der Sippen-Anzahlen innerhalb der Profilproben im Schlag Scheyern A12.

Aus dem Vergleich der vorstehenden Abbildungen wird deutlich, dass die für eine Reaktivierung der Bodensamenbank geeignetsten Schichten in den untersuchten Profilen unterschiedlich verteilt sind (siehe Abbildung 106 und Abbildung 107).

Die Verteilungsmuster der Diasporen in den Profilproben können unter anderem mit der topografischen Lage der Profilpunkte sowie ihrer relativen Lage zu den angrenzenden Energieholzstreifen in Beziehung gesetzt werden (siehe Abbildung 108).

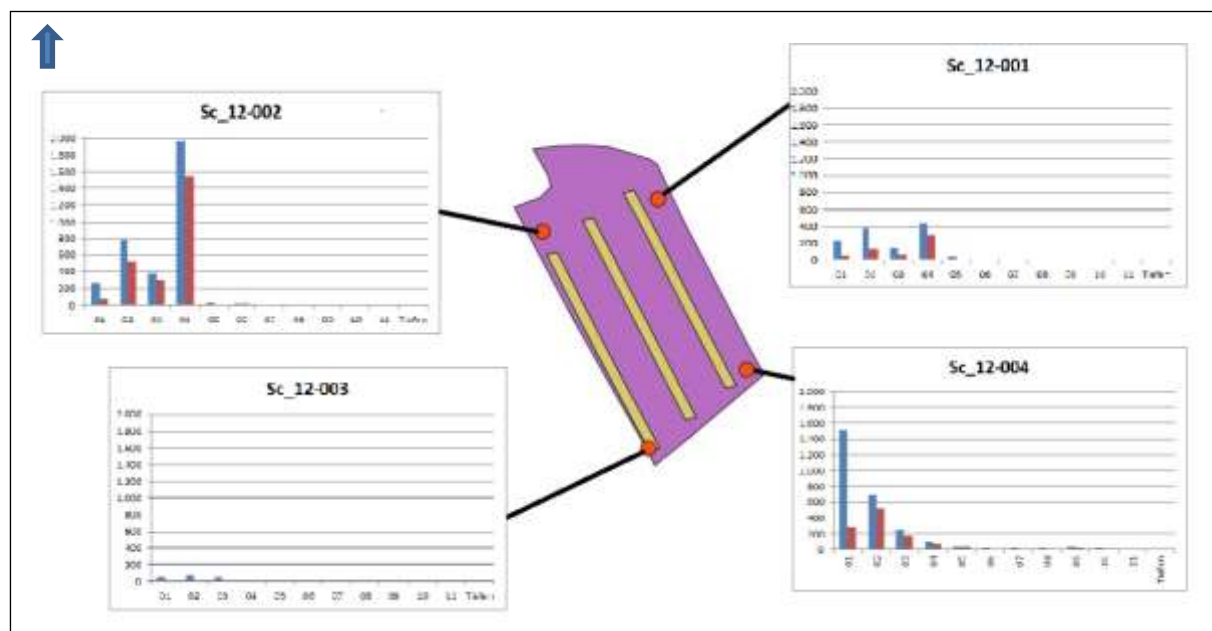


Abbildung 108: Topografische Lage und Diasporen-Verteilung der Profilproben in Scheyern A12: Sc_12-001 und Sc_12-004 befinden sich am Hangfuß, Sc_12-002 und Sc_12-003 auf dem Plateau erhoben, welches von Sc_12-003 zu Sc_12-002 leicht abfällt. Der Pfeil kennzeichnet die Nord-Süd-Richtung.

Nach ihrer topografischen Höhe und Lage am Hang kann für die Profilproben folgende Reihe abnehmender Erosion und zunehmender Akkumulation von Bodenmaterial und Diasporen angenommen werden („Erosionsreihe“ siehe Abbildung 109).

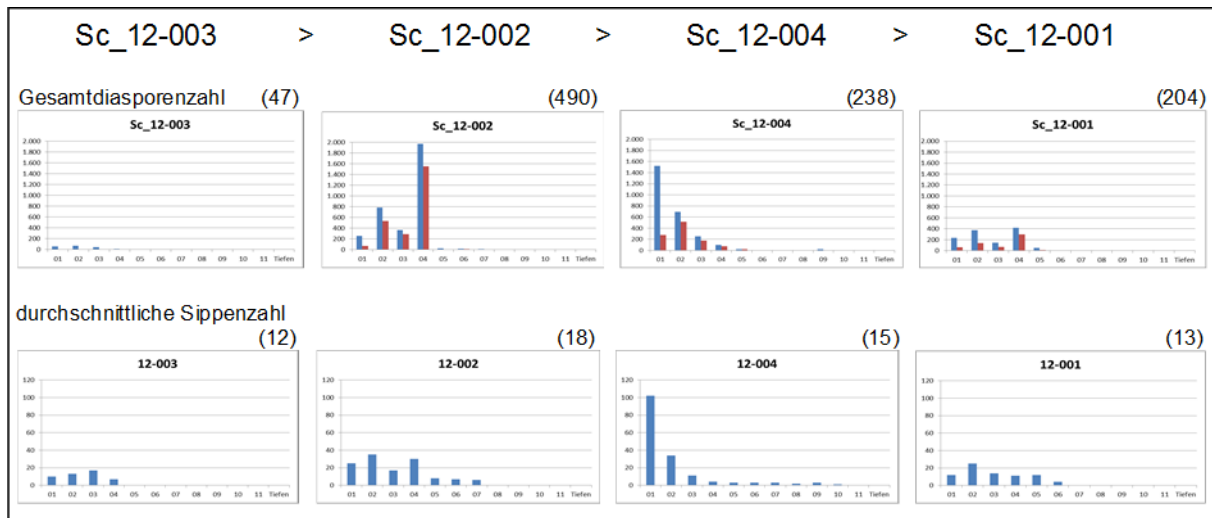


Abbildung 109: Erosionsreihe - Anordnung der Profilproben nach der Abtragsstärke in Scheyern A12.

Das topografisch höchstgelegene Profil Sc_12-003 weist im Vergleich der Profilproben das geringste Aufkommen an Sippen und Diasporen in der Bodensamenbank des Profils auf und zeichnet sich durch das Fehlen landwirtschaftlich kritischer Massenunkräuter aus.

Die in Hauptentwässerungsrichtung nördlich gelegenen Profile Sc_12-002 und Sc_12-001 unterscheiden sich deutlich nach den Anzahlen der Diasporen. Im oberen Profil Sc_12-002 ist die Diasporenanzahl pro Schicht jeweils ca. 4-mal so hoch wie im hangunteren Profil Sc_12-001. Davon unabhängig weisen beide Profile einen vergleichbaren Verlauf auf: die Gesamtdiasporenzahl nimmt in den Schichten 01, 02 zu 04 zu, wobei sich die Anzahl der Diasporen von landwirtschaftlich kritischen Diasporen in diesen Schichten stetig der Gesamtdiasporenanzahl annähert. In beiden Profilen weist jedoch die Schicht 03 (Bodentiefe ca. 14-23 cm) eine deutlich verringerte Anzahl von Diasporen auf. Die höchste Diasporenanzahl wird jeweils in der Profilschicht 04 (Pflugsohle) erreicht. Das günstigste Verhältnis zwischen sonstigen und landwirtschaftlich kritischen Diasporen weisen jeweils die Profilschichten 01 und 02 auf.

Das topografisch unterhalb Sc_12-003, aber oberhalb Sc_12-001 gelegene Profil Sc_12-004 weist eine von der obersten Schicht 01 ausgehend kontinuierliche Abnahme der Gesamtdiasporen auf, wobei in der Schicht 01 das günstigste Verhältnis von sonstigen zu landwirtschaftlich kritischen Diasporen erreicht wird. In Bezug auf die Hanglage weisen die Probenstandorte mittlerer Lagen (Sc_12-002 und Sc_12-004; mittlere Erosion/mittlere Akkumulation) die meisten Diasporen und Sippen auf.

Hinsichtlich der Verteilung der sonstigen Diasporen (Diasporen nicht landwirtschaftlich problematischer Pflanzenarten) weisen die Probestandorte am Hangfuß eine deutliche Häufung in den obersten Schichten auf, während in den Profilen auf dem Plateau eine deutliche Häufung in tieferen Schichten nachgewiesen wurde. In Abhängigkeit ihrer Nähe und ihrer topografischen Lage können die

Standorte der Profilproben auch von den Agroforststreifen bzw. Energieholzhecken unterschiedlich stark beeinflusst werden (Abbildung 110).

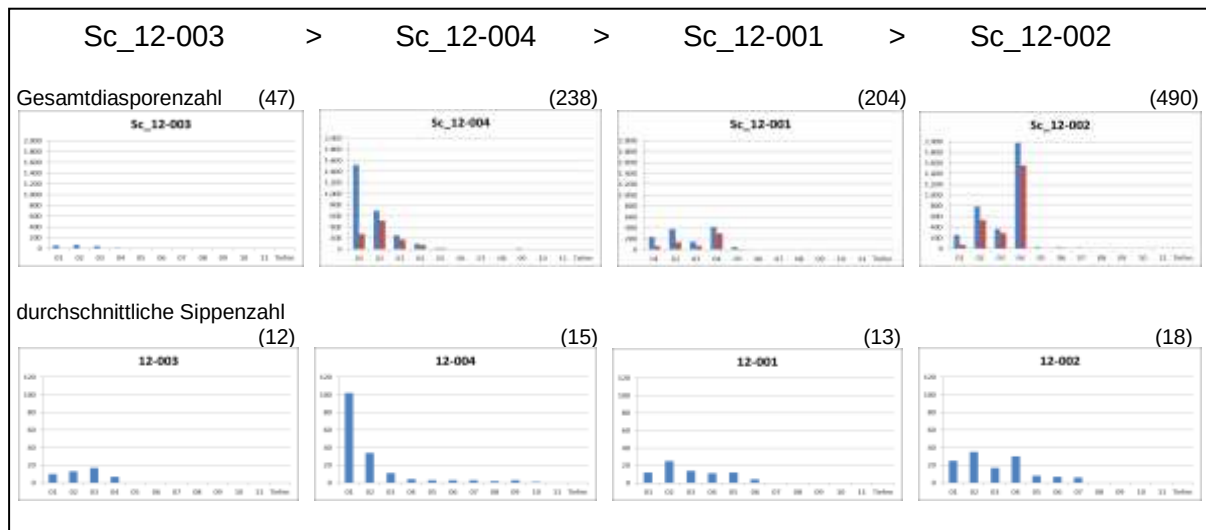


Abbildung 110: Anordnung der Profilproben in Scheyern A12 nach abnehmender Beeinflussungsstärke durch Energieholzhecken.

Mit sinkender Beeinflussung des Probestandorts durch die Energieholzhecke steigt der mittlere Risiko-Index (Abbildung 111).

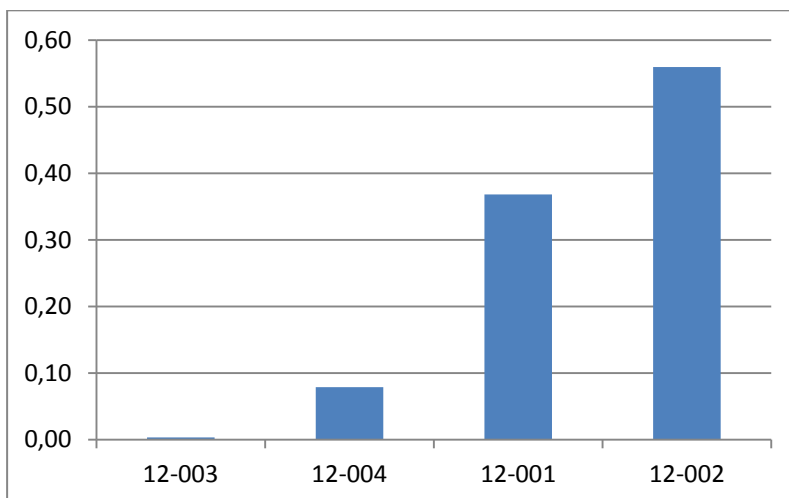


Abbildung 111: Mittlerer Risiko-Index der Profilproben 12-003, 12-004, 12-001 und 12-002 in Scheyern A12.

Aus der vorstehenden Abbildung 111 ist abzuleiten, dass das Diasporenaufkommen der landwirtschaftlich problematischen Ackerwildkräuter (insbesondere dem Weißen Gänsefuß (*Chenopodium album*)) mit zunehmender Nähe zur Energieholzhecke abfällt. Dies könnte einerseits durch verbesserte Keimungsbedingungen bedingt sein, die durch ein in der Folge verstärktes Aufkommen der betreffenden Arten im Rahmen der vegetationskundlichen Erfassungen dokumentiert worden wären. Andererseits könnte das Ergebnis darauf hindeuten, dass die Gehölzstreifen die Zusammensetzung und räumliche Verteilung der Bodensamenbank beeinflussen und im Hinblick auf landwirtschaftlich kritische Begleitkräuter eine phytosanitäre Wirkung entfalten. Zur Klärung dieser

Frage wären weitere Untersuchungen erforderlich, die verschiedene Anlagestrukturen (Pflanzverband, fotografische Ausrichtung etc.) und Gehölzarten erfassen sollten.

Bodensamenbank im Schlag A13 (siehe Tabelle 79)

Die Anzahl aufgefundenen Sippen entspricht mit durchschnittlich 20 über alle Probenteile (alle Schichtproben aller Profile) den ebenfalls in Scheyern auf A12 erhobenen Proben. In der direkten Gegenüberstellung der den Punktproben entsprechenden Profiltiefen 002 mit den Punktproben von Allendorf-Haine sowie den Profilschichten aus Scheyern A12 weisen die Probeorte von Scheyern A13 mit Abstand die höchsten Sippenzahlen auf (k.A., 70, 32; Durchschnitt aus 3 = 34, Durchschnitt aus 2 = 52).

Die Anzahl der insgesamt enthaltenen Diasporen ist mit durchschnittlich 463 pro Schichtprobe ca. 1,7-mal so hoch wie in den Proben aus Schlag A12 (266 Diasporen/Schichtprobe) und ca. 3,4-mal so hoch wie im Durchschnitt Allendorfs (134 pro Probe).

Tabelle 79: Schlag A13 - Übersicht über die Anteile von Diasporen in den untersuchten Proben.

A	B	C	D	E	F	G
Profilschicht- proben Sc_2011_	Formen- gruppen (Sippen)	Diasporen gesamt	Diasporen problematisch	Risiko- Index D / C	Sippen- dichte / l (V=2,7 l)	Diaspor- en- dichte / l (V= 2,7 l)
13-001-01	34	690	71	0,10	12,59	255,56
13-001-02	k.A.	k.A.				
13-001-03	k.A.	k.A.				
13-001-04	19	714	484	0,68	7,04	264,44
13-001-05	11	85	40	0,47	4,07	31,48
13-001-07	3	10	0	0,00	1,11	3,70
13-002-01	53	783	287	0,37	19,63	293,70
13-002-02	70	567	82	0,14	25,93	210,00
13-002-03	18	377	239	0,63	6,67	139,63
13-002-04	47	403	137	0,34	17,41	149,26
13-002-05	3	3	0	0,00	1,11	1,11
13-002-06	3	16	14	1,00	0,74	5,93
13-002-07	2	7	6	1,00	0,37	2,59
13-002-08	2	2	0	0,00	0,74	0,74
13-002-09	1	1	0	0,00	0,37	0,37
13-003-01	25	676	518	1	9,26	250,37
13-003-02	38	1.515	801	0,53	14,07	561,11
13-003-03	49	3.341	1.417	0,42	18,15	1.237,41
13-003-04 A+B	13	19	1	0,05	4,81	7,04
13-003-05	0	0	0	0,00	0,00	0,00
13-003-06	10	48	0	0,00	3,70	17,78
13-003-07	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Summen						
20	401	9.257				
Mittelwerte						
13-001	17	375	149	0,31	6	139
13-002	22	240	85	0,39	8	89
13-003	19	800	456	0,29	7	296

Die Verteilung der Sippen- und Diasporenzahl zeigt in den 3 Profilproben jeweils ein vollkommen anderes Bild. Allen Profilproben ist indes gemein, dass die wesentlichen Diasporenvorräte wiederum in den Profiltiefen 01 bis 04, also innerhalb des ackerbaulichen Pflughorizonts A_p , nachgewiesen wurden (siehe Abbildung 112).

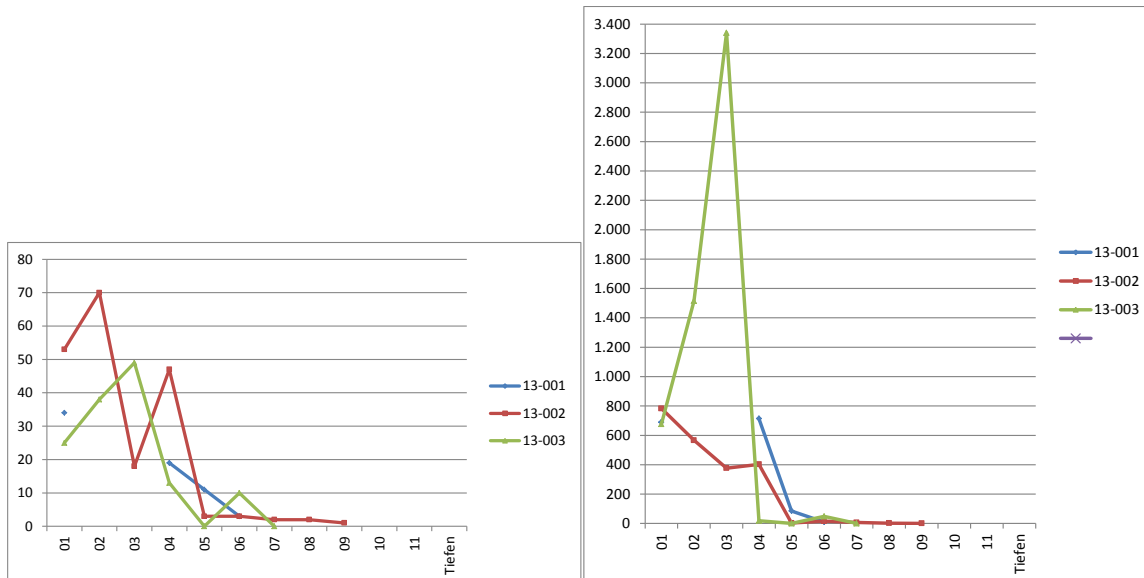


Abbildung 112: Sippen- (links) und Gesamtdiasporenanzahl (rechts) in den Profilen von Scheyern A12.

Die Gesamtdiasporenanzahl nimmt in der Profilprobe Sc_13-002 (Oberhang) mit der Tiefe stetig ab, während sie sich in der Profilprobe Sc_13-003 (Mittelhang) bis zur Schichttiefe 03 verdoppelt (siehe Abbildung 113).

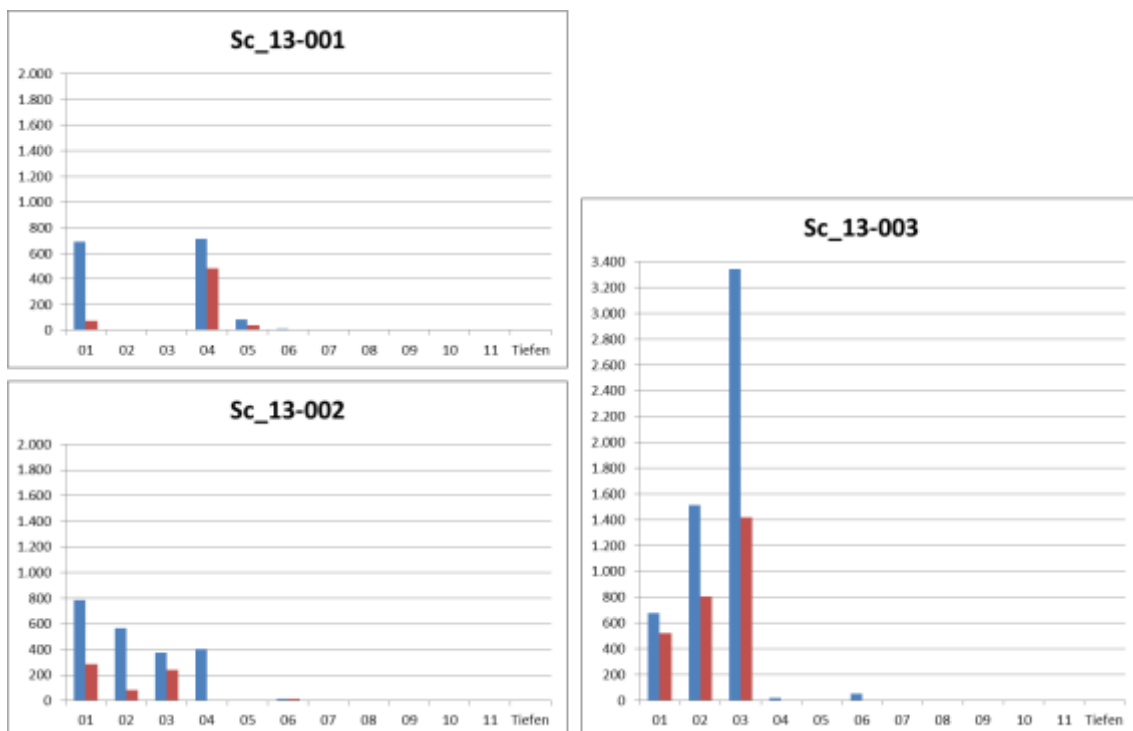


Abbildung 113: Verteilung der Diasporen-Anzahlen innerhalb der Profilproben Scheyern A13 (blau: Gesamtdiasporenzahl, rot: Diasporen landwirtschaftlich problematischer Sippen).

Die Verteilung der Sippenzahlen kann im Ist-Zustand insbesondere wegen des Fehlens der Schichtproben Sc_13-001-02 und Sc_13-001-03 weder im Hinblick auf die topografische Lage noch im Hinblick auf die Nähe zu den Agrarholzhecken mit dem vorliegenden Datenbestand hinreichend interpretiert werden. Die höchste Diasporen-Anzahl, nicht jedoch die höchste Sippen-Anzahl, wird im Profil Sc_13-003 am Mittelhang erreicht (siehe Abbildung 114 und Abbildung 115). Bei den Folgebeprobungen wurden bereits weitere Probepunkte ergänzt.

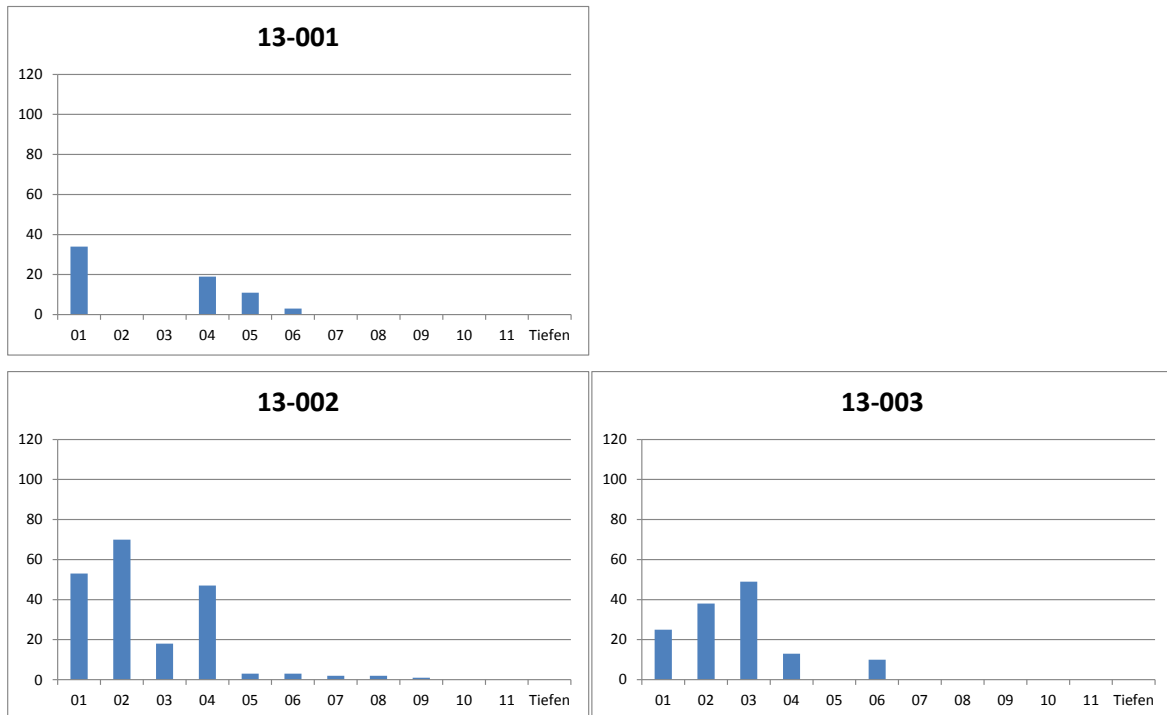


Abbildung 114: Verteilung der Sippen-Anzahlen innerhalb der Profilproben Scheyern A12.

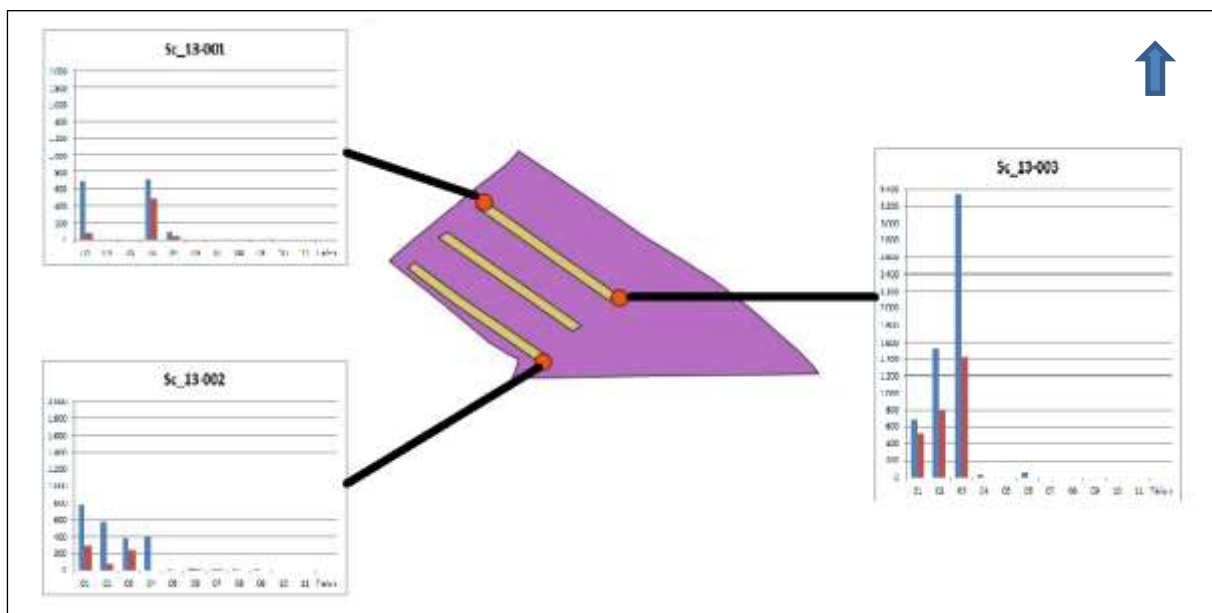


Abbildung 115: Topografische Lage und Diasporen-Verteilung der Profilproben im Schlag Scheyern A13: Sc_13-001 befindet sich am nördlichen Hangfuß, Sc_13-003 davon oberhalb am östlichen Hangfuß und Sc_13-002 am Oberhang. Der Pfeil kennzeichnet die Nord-Süd-Richtung.

Trotz einheitlicher Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzfläche weisen die Profilproben in ihrem Ist-Zustand sehr unterschiedliche Verteilungsmuster auf. Diese könnten mit den im Schlag A13 sehr stark wechselnden Bodenbedingungen in engerem Zusammenhang stehen.

Offen bleibt, ob und wie stark sich die Agrargehölze als Agroforststreifen auf eine Änderung der Diasporenbank auswirken und ob dabei trotz unterschiedlicher Ausgangsbeschaffenheit gleichartige Veränderungstendenzen feststellbar sind.

4.4.2.8 Ergebnisse Marpingen

Analyse der Landnutzungssysteme

Für Marpingen liegen mit den Veröffentlichungen von Bungert (1980, 1986) umfangreiche Veröffentlichungen zu Siedlungs- und Bewirtschaftungsgeschichte sowie zu historischen Landnutzungen und Flurnamen vor. Aus den Flurnamen Bastberg und Heidersheck (Heide und Hecke) kann geschlussfolgert werden, dass die südlichen Hänge des Untersuchungsgebiets vor längerer Zeit offensichtlich als niederwald- bis mittelwaldartige Bestände mit streifenförmiger Holzentnahme genutzt worden sind (vgl. Flurnamen in Bungert 1980). Nach Bungert (1980) handelt es sich beim Heidersheck um ein bis 1830 „unbebautes, wildgrünes mit Sträuchern, Ginstern und Weichhölzern bestandenes Gelände, das lediglich als Viehweide genutzt werden konnte.“ Erst um 1830 wurde es in 4 Fluren gegliedert und Marpinger Kleinbauern zur Kultivierung und landwirtschaftlichen Nutzung überlassen (Bungert 1980). Doch bereits nach dem ersten Weltkrieg begann ein großer Teil dieser Äcker und Wiesen durch ausbleibende Nutzung wieder brach zu fallen. Bis etwa 1970 prägte der gelb blühende Ginster weite Flächen des heutigen Modellstandorts (Bungert 1980). Erst nach der Landzusammenlegung wurden die Flächen am oberen Teil des Hanges und auf der Höhe von einem Aussiedlerhof bewirtschaftet (Bungert 1980).

Nach mündlicher Mitteilung des vormaligen Bewirtschafters Herrn Waschburger (Marpingen 2011), wurden die Flächen überwiegend zum Getreideanbau genutzt, um Futter für die Zucht von Schweinen zu erzeugen. Das erforderliche Saatgut – und damit die mit dem Getreide vergesellschafteten Ackerwildkräuter – wurden jeweils auf wechselnden Flurstücken selbst erzeugt.

Ausgehend von der Nutzungshistorie können streifenförmige oder kleinflächige Gehölze im Wechsel mit Ackerland als landschafts- und standortgerechte Anbausysteme gelten.

Potenzialanalyse

Für das Saarland liegen mit den Veröffentlichungen von Haffner et al. (1979) und Sauer (1993) umfangreiche Daten zum floristischen Inventar vor, die von der Naturforschenden Gesellschaft des Saarlandes DELATTINIA fortgeführt werden. Aufgrund der weitgehenden Übereinstimmung des Untersuchungsgebiets mit dem Rasterfeld 6508/131 sind die Daten bisheriger Erfassungen sehr gut für einen Vergleich geeignet. Die Sektion Gefäßpflanzen der DELATTINIA stellte dafür dankenswerter Weise die Daten der Datenbankabfrage vom 15.02.2012 zur Verfügung.

In der aktuellen floristischen Erfassung wurden 253 Arten der Gefäßpflanzen erfasst (siehe Kapitel 4.4.1.11). In der Datenbank zur Floristischen Kartierung der DELATTINIA 395 Arten mit

unterschiedlichen Nachweiszeiträumen für das Rasterfeld 6508/131 ausgewiesen, davon 193 nicht von der aktuellen Kartierung erfasste Sippen.

Im Hinblick auf die Anbauplanung sind folgende Sippen bemerkenswert (Tabelle 80):

Tabelle 80: Übersicht über frühere Nachweis heute gefährdeter oder geschützter Pflanzenarten am Untersuchungsstandort Marpingen; Angaben zu den Referenzbiotopen erfolgen nach Jäger (2011), Angaben zum heutigen Gefährdungsstatus (RLD) nach Ludwig/Schnittler (1996); DB: Nachweise in der Datenbank der DELATTINIA, aK: aktuelle Kartierungsergebnisse; Arten ohne Nachweis in DB und aK sind zusätzlich in der Bodensamenbank nachgewiesen worden.

Art	Referenzbiotope	RLD	DB	aK	
<i>Antennaria dioica</i>	Gewöhnliches Katzenpfötchen	mäßig trockene bis mäßig frische Silikatmagerrasen; lückige Heiden, kalkmeidend	3	*	*
<i>Centaureum erythraea</i>	Echtes Tausendgüldenkraut	wechselfeuchte bis mäßig trockene Waldränder, Halbtrocken- und Magerrasen, (mäßig) basenhold		*	*
<i>Chenopodium murale</i>	Mauer-Gänsefuß	trockene bis mäßig trockene stickstoffreiche Ruderalfluren	3	---	---
<i>Chenopodium vulvaria</i>	Stink-Gänsefuß	trockene stickstoffreiche Ruderalfluren, Hühnerhöfe, Hackfruchtäcker	2	---	---
<i>Galeopsis segetum</i>	Saat-Hohlzahn	extensiv genutzte, sandige bis steinige Äcker, Ackerbrachen, kalkmeidend	V	*	---
<i>Hypericum humifusum</i>	Liegendes Hartheu	krumenfeuchte, sandige bis lehmige Äcker, kalkmeidend	V	*	---
<i>Kickxia elatine</i>	Spießblättriges Tännelkraut	lehmige bis tonige Äcker (bes. Stoppelfelder), Brachen, basenhold	V	*	---
<i>Misopates orontium</i>	Acker-Löwenmaul	sandige bis lehmige Äcker, Weinberge, Brachen, kalkmeidend	3	*	*
<i>Stachys arvensis</i>	Acker-Ziest	sandige, lehmige Äcker, frische Ruderalstellen, Brachen, kalkmeidend	3	*	*

Bemerkenswert ist weiterhin die Vielzahl der im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Weiden-Arten (Tabelle 81):

Tabelle 81: Übersicht über die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Weiden-Arten.

Art	
<i>Salix aurita</i>	Ohr-Weide
<i>Salix caprea</i>	Sal-Weide
<i>Salix cinerea</i>	Grau-Weide
<i>Salix fragilis</i>	Bruch-Weide
<i>Salix triandra</i>	Mandel-Weide
<i>Salix viminalis</i>	Korb-Weide
<i>Salix x alopecuroides (S. fragilis x triandra)</i>	Fuchsschwanz-Weide
<i>Salix x rubens</i>	Hohe Weide
<i>Salix x smithiana</i>	Kübler-Weide

Zwischen Weiden-Arten ist die Bildung von Bastarden weit verbreitet (Jäger 2011). Aufgrund der fehlenden Kreuzungsbarrieren sollte daher grundsätzlich auf das Einbringen nah verwandter Sippen (inkl. so genannter Leistungssorten) aus nicht heimischen Herkünften im Rahmen des Energiepflanzenanbaus verzichtet werden (vgl. Hellwig 2000, Müller et al. 2009).

Bodensamenbank

Am Standort Marpingen wurden Punkt- und Profilproben erhoben. Zunächst standen dabei die Fragen im Vordergrund, ob sich mit einer in der landwirtschaftlichen Praxis umsetzbaren Beprobungsmethode (1.) Rückschlüsse auf die Abgrenzbarkeit sensibler Bereiche und (2.) Nachweise für seltene oder in der aktuellen Flora fehlende Pflanzenarten erbringen lassen.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden 2010 an 19 unterschiedlichen Aufnahmeorten Punktproben erhoben und die in ihnen enthaltenen optisch unversehrten Diasporen isoliert.

Insgesamt repräsentiert die Bodensamenbank der so untersuchten Ackerflächen ca. 1/5 der im gesamten Untersuchungsraum vorkommenden Pflanzenarten (Bodensamenbank: ca. 50 Arten, Floristische Erfassung IVÖR 2010-2012: 209-218 Arten) sowie ca. 1/10 bis 1/8 der von 1970 bis 2009 in den Floristischen Kartierungen im Rasterfeld 6508/131 insgesamt erfassten Pflanzenarten (Gesamtartenliste: 395 Arten).

Dabei konnten auch Arten nachgewiesen werden, die vorausgegangene Landnutzungssysteme und unterschiedliche Bodenzustände abbilden und in der aktuell erfassten Flora nicht vertreten sind. Hierzu gehören der Mauer-Gänsefuß (*Chenopodium murale*) und der Stinkende Gänsefuß (*Chenopodium vulvaria*). Beide Arten wurden in der Flurbezeichnung „Oben in der hintersten Heidersheck“, dem heutigen Feldstück 12, nachgewiesen. Ihr Vorkommen wird meist als Hinweis auf dörfliche Siedlungstätigkeit und Kleinviehhaltung (Hühnermist) verstanden (vgl. auch Jäger 2011). Andererseits spiegelt die an ausgewählten Probestandorten erfasste Bodensamenbank erwartungsgemäß nicht alle in der aktuellen Vegetation vertretenen Arten wider. Der nicht seltene Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*) wurde von den im Jahr 2010 erhobenen Punktproben nicht erfasst. Andere Arten lassen sich nur selten in der Bodensamenbank nachweisen, obwohl sie aktuell und in mehreren aufeinander folgenden Jahren hoch stetig im Bestand vertreten waren. So ist die näher untersuchte Kornblume (*Cyanus segetum*) in den Punktproben von Marpingen nur mit durchschnittlich 0,7 Individuen pro Probe nachweisbar.

Die für eine positive ökologische Bewertung relevanten Pflanzenarten treten in ca. 40% der Proben auf. Innerhalb der von diesen Arten besetzten Proben liegt jedoch eine Ungleichverteilung mit deutlichen Häufungsschwerpunkten verschiedener Arten innerhalb gleicher und zueinander benachbarter Proben vor. So wurden der Stechende Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*) und der Mauer-Gänsefuß (*Chenopodium murale*) in den zu einander am nächsten benachbarten Proben Ma-1-11, Ma-1-12 und Ma-1-13 aufgefunden (siehe Tabelle 82).

Im Ergebnis legt dies nahe, dass sich besonders für eine ökologische Aufwertung geeignete Bereiche innerhalb gleichartiger Flächen oder landwirtschaftlicher Schläge anhand der Bodensamenbank

lokalisieren und abgrenzen lassen. In diesem Falle könnten biodiversitätsfördernde Maßnahmen künftig bei gleichbleibender Erfolgsrate auf diese Bereiche konzentriert oder beschränkt werden.

Unter Berücksichtigung der zu den Träger-Arten gemachten Ausführungen (siehe Methodik) bedeutet dies im vorliegenden Fall, dass die in der Bodensamenbank durch den Stechenden Hohlzahn (*Galeopsis tetrahit*), den Mauer-Gänsefuß (*Chenopodium murale*) und andere Arten abgrenzbaren Probenpunkte diejenigen Bereiche kennzeichnen, in denen das Acker-Löwenmäulchen (*Misopates orontium*), der Acker-Ziest (*Stachys arvensis*) und das Spießblättrige Tännelkraut als gefährdete und für eine ökologische Aufwertung der Flächen geeignete Pflanzenarten mit besonders hohen Erfolgsaussichten gefördert werden können. Dies deckt sich mit der Beobachtung im Feld, dass sich die Bestände des Acker-Löwenmäulchens und des Acker-Ziests in aufeinanderfolgenden Jahren an jeweils gleichen Stellen abwechselten.

Tabelle 82: Cluster in der räumlichen Verteilung der Bodensamenbank (gleiche Arten-Cluster der räumlich benachbarten Beprobungspunkte Ma_1-11, Ma_1-1a2 und Ma_1-13 umrandet).

Art (wissenschaftlich)	Ma1-1	Ma1-2	Ma1-3	Ma1-4	Ma1-5	Ma1-6	Ma1-7	Ma1-8	Ma1-9	Ma1-10	Ma1-11	Ma1-12	Ma1-13	Ma1-14	Ma1-15	Ma1-16	Ma1-17	Ma1-18	Ma1-19
<i>Chenopodium album</i>	80	28	200	30	290	110	160	175	180	90	190	625	210	500	400	430	42	15	37
<i>F. convolvulus/P. aviculare</i>	70	45	330	400	115	28	135	250	84	150	60	230	102		200	90	85	67	63
<i>Viola arvensis</i>	25	30	18	53	18	22	45	27	17	14	150	150	180	105+1Kapsel		125	100	110	170
<i>Myosotis arvensis</i>	6	16	80	10	50	28	90	80	45	35	4			23	11	12	45	31	45
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	1	21	3	2	4		1	14	24	8		2	5	>1000	75	43		3	5
<i>Misopates orontium</i>			18		21	1	62	3		20	1	3	7	2	7	8			
<i>Persicaria maculosa</i>	14			9					8	2	107	130	40	32	3	4	3	6	3
<i>Avena fatua</i>	5	1					1				37	170	34	37	15	5		8	45
<i>Stellaria media</i>			3					6	4		2	1		1			10	1	3
<i>Galeopsis cf. tetrahit</i>				10	1						73	51	32	2	1	1			
<i>Chenopodium murale</i>		1								1	>1000	130	250			1			1
<i>Aphanes arvensis</i>	2		2		3	1		1	2	1						1	57	>1000	155
<i>Daucus carota</i>	1	1	85	2	140	18	12	115	38	36									
<i>Hypericum perforatum</i>	14	1		>1000	44	3	>1000	75	16							1			
<i>Fumaria cf. officinalis</i>	2	9	3		4	11	14	3	1	1									
<i>Linaria vulgaris</i>	1	1		1	1		6	8	20	250									
<i>Veronica spec.</i>	1		1				1	8		5							11	32	15
<i>Lamium spec.</i>	1		1		2		5	1	1								1		1
<i>Cirsium cf. arvense</i>	6	11	20				7	35											1
<i>Raphanus cf. raphanistrum</i>						5	8					3	1	2	3				
<i>Rubus idaeus</i>		2			1			2						1					2
<i>Euphorbia exigua</i>			4		1			2	1										
<i>Centaurea cyanus</i>		1												4	7		1		

Einzelpflanzen- und Dichtekartierung

Bestandsentwicklung der Kornblume (*Cyanus segetum*)

Der Vergleich der in 2010 und 2011 in Marpingen ermittelten Bestände der Kornblume zeigt, dass sowohl die Individuen- als auch die Blütenstandsanzahl im Anbau von *Miscanthus* (Feldstück 34028-Südteil p.p.) erwartungsgemäß deutlich abnehmen (Individuenanzahl 2010: 88, 2011: 32; Blütenstände 2010: 1.512, 2011: 118; Samentracht bei 25 Samen/Blütenstand 2010: 37.800, 2011: 2.950). Im nördlich angrenzenden Anbau einer früh beernteten Wildsaatmischung (Feldstück 34028-Nordteil) nehmen sie auf gleich großer Fläche nach vorausgehendem Getreideanbau hingegen signifikant zu (Gesamtflächenerfassung, Individuen 2010: 71, 2011: 16; Blütenstände 2010: 256, 2011: 1.677; Samentracht bei 25 Samen/Blütenstand 2010: 6.400, 2011: 41.925).

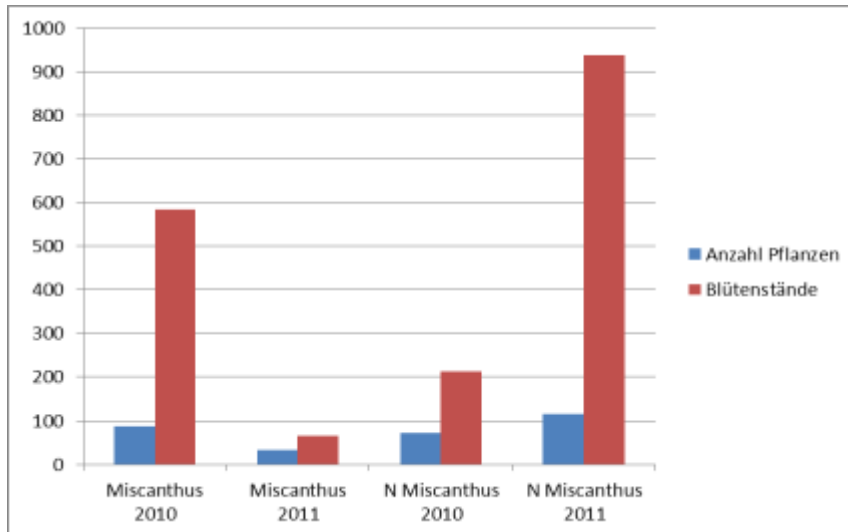


Abbildung 116: Bestandsentwicklung der Kornblume *Cyanus segetum* in einer Miscanthus-Anbaukultur und einer nördlich daran angrenzenden Ackerfläche am Modellstandort Marpingen 2010-2011. Beide Flächen sind durch Teilung aus einer ehemals einheitlich bewirtschafteten Fläche hervorgegangen.

Bemerkenswert ist die durch begleitende Stichprobenerfassungen festgestellte enorme Plastizität der Kornblume. Dazu wurden Individuen aufgesammelt, die besonders klein oder hoch gewachsen, wenig oder stark verzweigt, schmal- oder breitwüchsig, mit wenigen oder auffällig vielen Blütenständen ausgestattet oder in unterschiedlichen Höhen verzweigt waren. Für verschiedene Individuen dieser Art wurden Wuchshöhen von 8 cm bis ca. 120 cm, fehlende bis vielzählige und mehrfache Verzweigungen, eine Blütenstandsanzahl von 1 bis ca. 430 und damit eine potenzielle Samentracht von ca. 25 bis ca. 12.500 Samen pro Pflanze nachgewiesen. Eine Pflanze mit 12.500 Samen entspricht etwa einem Drittel des Gesamtaufkommens aller auf dem Feldstück 34028-Südteil im konventionellen Anbau 2010 ermittelten Individuen (Vergleichszahlen siehe oben). Die beobachteten Ausbreitungsmuster und Häufigkeiten der Kornblume weichen 2011 in dem früher beernteten Feldstück 34464 erheblich von den zu erwartenden Verteilungs- und Häufungsmustern ab. An den Wuchsplätzen vorjähriger Häufung war keine nochmalige oder zunehmende Häufung von Individuen feststellbar. Zugleich lassen sich die Pflanzen nach den beobachteten Vitalitätszuständen in drei Klassen (vertrocknet/fruchtend – blühend – ergrünend/knospend) zuordnen, die drei zeitlich aufeinanderfolgende Keimungsereignisse oder mehrere Generationen und damit zugleich mehrere Ausbreitungsereignisse repräsentieren können (Abbildung 118 und Abbildung 119). Wegen der unterschiedlichen Zeitpunkte der Samenreife der von ihnen produzierten Samen repräsentieren sie zugleich mehrere potenzielle Ausbreitungsereignisse und erhöhen damit die Überlebens- und Ausbreitungswahrscheinlichkeit ihrer Population.

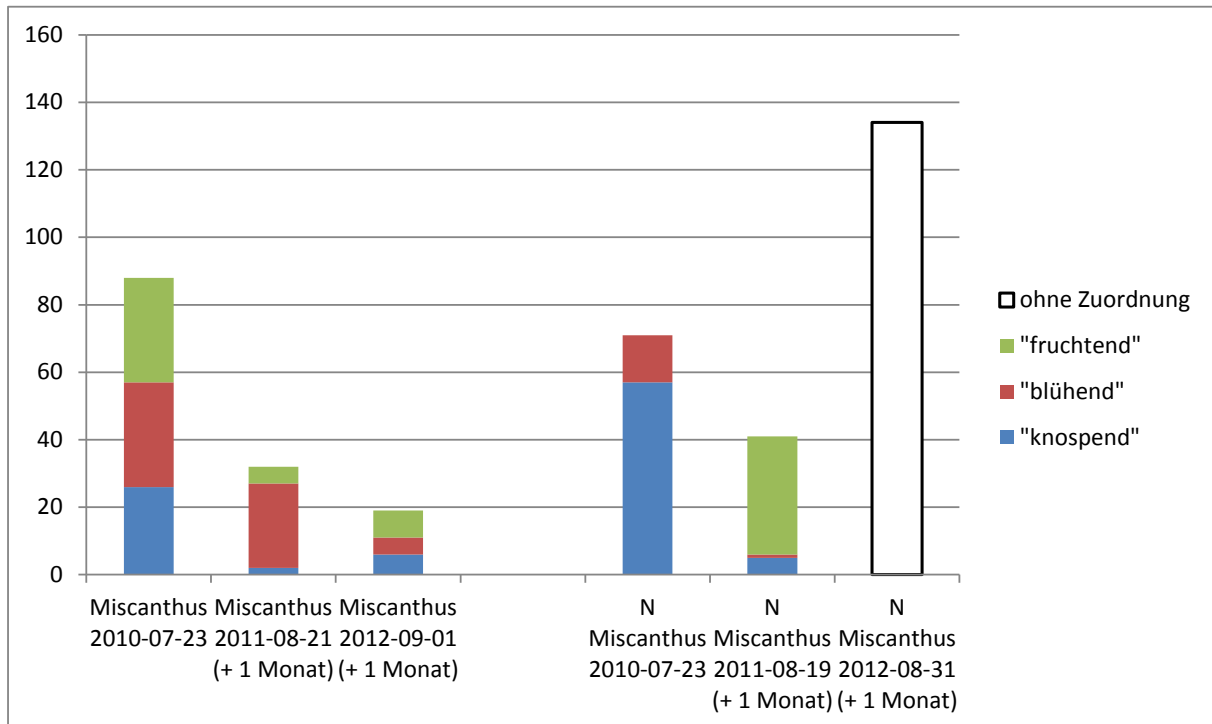


Abbildung 117: Jährliche Verteilung der knospenden, blühenden und fruchtenden Individuen der Kornblume (*Cyanus segetum*) in zwei benachbarten Anbaukulturen in der Projektregion Marpingen 2010-2012 – deutlich ist die Ausbildung eines 2. Blütenschwerpunkts der Kornblume nach früherer Beerntung eines Wildkräutergemenges im Spätsommer 2011 auf der Fläche „N Miscanthus“ zu erkennen: knospende und fruchtende Individuen sind deutlich voneinander getrennt, zwischen beiden Zuständen vermittelnde blühende Individuen fehlen weitgehend.

Die Annahme mehrerer Generationen ist geeignet, die beobachteten Verteilungsmuster in Übereinstimmung zum Ausbreitungspotenzial zu erklären. Zumindest unter der Annahme, dass die Kornblume nur eine einjährige Diasporenbank aufbaut, müssten auch mehrere Keimungsereignisse stärkere Ähnlichkeiten zum vorjährigen Verteilungsmuster aufweisen. Im vorliegenden Fall kann daher von folgendem Szenario ausgegangen werden: Durch eine frühe Bestandsbeerntung und das damit verbundene Kappen der Terminalknospen wird ein verstärktes Wachstum der Kornblume mit stärkerer Verzweigung angeregt. Gleichzeitig wird durch die Absenkung des Umgebungsbestandes mit der Ernte der realisierbare Ausbreitungsraum für die Kornblume und andere Ackerwildkrautarten signifikant erhöht. Reicht der nun verbleibende Zeitraum für einen weiteren Wachstums- und Vermehrungszyklus dieser Arten, kann im Ergebnis bereits in der aktuellen Vegetationsperiode eine mehrfache und weitere Ausbreitung in der Fläche (Bestandsverbesserung) sowie in angrenzende Flächen hinein (Ausbreitung) erfolgen. Die verbesserte Vitalität der sich in einen freien Wuchsraum entfaltenden Individuen führt daneben zu einer besseren Ausbildung größerer Blüten und Samen. Im Ergebnis weist die Kornblume neben der Häufung an alten und aktuellen Grenzlinien (≈ 48 Ind./16 m²) im gesamten Feldbestand eine auffällig höhere Individuendichte (≈ 24 Ind./16 m²) und damit auch Blütenstands- und Samenanzahl als im Vorjahr (Feldbestand ≈ 10 Ind./16 m²) auf (vgl. Abbildung 117).

Die bei früherer Beerntung normaler ackerbaulicher Anbaukultur zu beobachtende Erhöhung der Samentracht der Kornblume pro Flächeneinheit konnte bei der Begründung von Energieholzhecken nochmals erheblich gesteigert werden (Abbildung 118 und Abbildung 119). Während im normalen

Ackerbau 2.625 Diasporen pro Quadratmeter ermittelt wurden, konnte diese Anzahl durch frühere Beerntung auf 12.500 und durch die vorbereitenden Maßnahmen zur Anlage von Energieholzhecken („KUP-Vorbereitung“) auf 40.000 bis 90.000 Diasporen pro Quadratmeter erhöht werden. Der gleiche Effekt konnte in der Proberegion Spelle auf Flächen beobachtet werden, auf denen am Ackerrand Gehölzanpflanzungen im Rahmen klassischer naturschutzrechtlicher Ausgleichsmaßnahmen erfolgt waren (keine Zählung).

	Getreide normal	Getreide frühe Beerntung	"KUP-Vorbereitung"
Ind. / 16 qm	24-48		
Ind. / 1 qm	1,5-3,0	1,0-2,0	50 (-112)
Bltn/Stände / Ind.	35	260-430	25-40
Samen / BltnStände	25	25(-30)	25
Samentracht / qm	2.625	max. 12.500	40.000-90.000
			

Abbildung 118: Entwicklung der Samentracht der Kornblume (*Cyanus segetum*) pro Quadratmeter in verschiedenen Energiepflanzen-Kulturen.



Abbildung 119: Kornblume (*Cyanus segetum*) (1) in Miscanthus-Kultur, (2) in Getreideanbau, (3) in Wildblumenmischung.

Eine frühe Beerntung und nachfolgend längere Stoppelphase von geeigneten Energiepflanzenkulturen führt damit nach derzeitigen Beobachtungen zu:

- (a) einer verbesserten Vitalität der Pflanzen,
- (b) einer stärkeren Blüten- und Samentracht pro Pflanze,
- (c) mehrfachen Keimungsereignissen und
- (d) einer verbesserten Populationsstruktur sowie zu
- (e) einer nochmaligen Häufung späterer Blühereignisse.

Wie Tabelle 83 zeigt, könnten Pflanzenarten mit einer sommerlichen bis spätsommerlichen Blütezeit von einer früheren, möglichst hochhalmigen Beerntung mit anschließender längerer Stoppelruhe in

besonderer Weise gefördert werden. Eine so erhöhte Samenfrucht kann bei den im Frühjahr keimenden Arten bereits in der darauffolgenden Vegetationsperiode wirksam werden. Dazu sollte in der Fruchtfolge die Betonung auf dem Anbau von Sommergetreide und Hackfrüchten (kein Mais-Anbau!) liegen. Eine im Vergleich zur Nahrungsmittelproduktion frühere Beerntung der Bestände lässt sich mit dem Anbauziel einer energetischen Verwertung (Biogasproduktion durch Vergärung) gut vereinbaren.

Tabelle 83: Zusammenstellung ausgewählter Ackerwildkraut-Arten mit sommerlicher bis spätsommerlicher Blütezeit (gelb markiert). „K“ kennzeichnet typische, „(K)“ fakultative Keimungszeiten (nach Wäldchen 2004). In den Projektregionen vorkommende Pflanzenarten wurden blau hervorgehoben.

Art	RL-D	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
<i>Euphorbia falcata</i>	Sichel-Wolfsmilch	1		K	K	K				(K)	(K)	(K)	
<i>Linaria arvensis</i>	Acker-Leinkraut	1											
<i>Polycnemum arvense</i>	Acker-Knorpelkraut	1											
<i>Arnosotis minima</i>	Lämmersalat	2											
<i>Calendula arvensis</i>	Acker-Ringelblume	2											
<i>Chenopodium vulvaria</i>	Stink-Gänsefuß	2		K?	K?	K?							
<i>Filago germanica (vulgaris p.p.)</i>	Deutsches Filzkraut	2											
<i>Fumaria parviflora</i>	Kleinblütiger Erdrauch	2		K	K	K				(K?)	(K?)	(K?)	
<i>Hypochoeris glabra</i>	Kahles Ferkelkraut	2		K	K	K				(K)	(K)	(K)	
<i>Nigella arvensis</i>	Acker-Schwarzkümmel	2		K	K	K							
<i>Orobancha ramosa</i>	Ästige Sommerwurz	2											
<i>Polycnemum majus</i>	Großes Knorpelkraut	2											
<i>Chenopodium murale</i>	Mauer-Gänsefuß	3		K?	K?	K?							
<i>Filago arvensis</i>	Acker-Filzkraut	3											
<i>Fumaria schleicheri</i>	Schleichers Erdrauch	3		K	K	K				(K?)	(K?)	(K?)	
<i>Galium tricornutum</i>	Dreihörniges Labkraut	3		K	K	K							
<i>Gypsophila muralis</i>	Acker-Gipskraut	3											
<i>Misopates orontium</i>	Acker-Löwenmaul	3		K	K	K							
<i>Stachys annua</i>	Einjähriger Ziest	3		K	K	K							
<i>Stachys arvensis</i>	Acker-Ziest	3											
<i>Galeopsis segetum</i>	Saat-Hohlzahn	+											
<i>Hypericum humifusum</i>	Niederliegendes Johanniskraut	+											
<i>Kickxia elatine</i>	Spießblättriges Tännelkraut	+		K	K	K							
<i>Silene noctiflora</i>	Acker-Lichtnelke	+		(K)	(K)	(K)				K	K	K	
<i>Cyanus seetum (Centaurea cyansu)</i>	Kornblume	/		(K)	(K)	(K)				K	K	K	

Bestandsentwicklung des Acker-Löwenmauls (*Misopates orontium*)

Das in der Regel kleinere Acker-Löwenmaul weist in der früher beernteten Ackerkultur des Feldstücks 34464 grundsätzlich ähnliche Bestandstrends wie die Kornblume auf. Innerhalb des Wildkräutergemenges auf dem Feldstück 34028-Nordteil (N-Miscanthus) kann die Art im Jahre 2011 im Gegensatz zur Kornblume nicht von der früheren Beerntung profitieren, sondern weist auch hier einen negativen Bestandstrend auf. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Art in ackerbaulichen Hackfrucht- und Getreidekulturen, nicht jedoch in Anbaukulturen mit wiesenartigem Charakter, profitieren kann. Nach Umbruch und Getreideeinsaat profitiert die Art hingegen im Jahr 2012 in besonderer Weise (Abbildung 120).

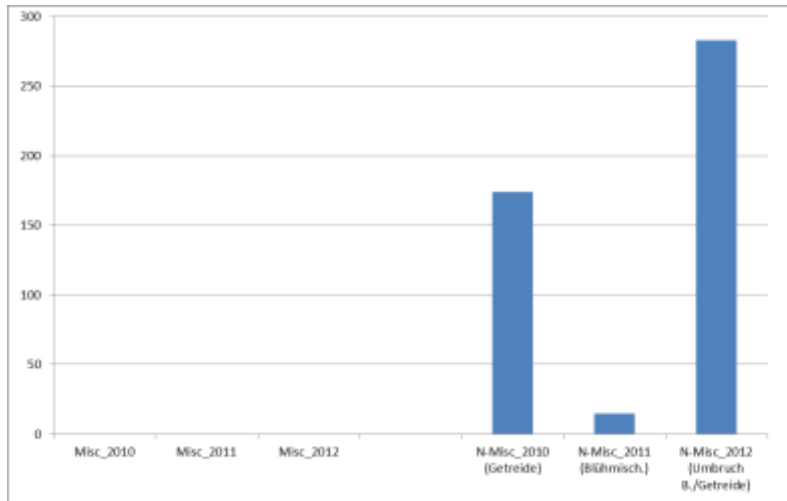


Abbildung 120: Bestandsentwicklung des Acker-Löwenmauls (*Misopates orontium*) in zwei benachbarten Anbaukulturen in der Projektregion Marpingen. Innerhalb der 2010 bereits seit 2 Jahren bestehenden Miscanthus-Kultur konnten jeweils keine Individuen der Art nachgewiesen werden.

Die auf dem Feldstück 34464 in den Jahren 2011 und 2012 beobachtete räumliche Verteilung des Acker-Löwenmauls deutet auf eine stärkere Bindung von Cyanus und Misopates in dieser Anbaukultur (Wickroggen) hin. Dies wird zunächst dahingehend gedeutet, dass die beobachteten Änderungsmuster für verschiedene Ackerwildkrautarten ähnlicher Verbreitungscharakteristik (hier: mediterran – kontinental) eine vergleichbare Relevanz aufweisen können.

Das Gemeine Leinkraut weist im Vergleich zur Kornblume und zum Acker-Löwenmäulchen deutlich abweichende Muster auf. Hinsichtlich des nach Einzeltrieben ermittelten Bestands weist die Art nach den Erfassungen in Marpingen zunächst einen gegenläufigen Trend auf. Da eine Zuordnung der klonal wachsenden Triebe zu einzelnen Individuen ohne genetische Untersuchungen nicht möglich erscheint, wurde an dieser Stelle auf eine Gegenüberstellung der ermittelten Bestandstrends auf der Basis der festgestellten Anzahl Triebe oder Anzahl Wuchsorte verzichtet.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass durch verschiedene Bewirtschaftungsmaßnahmen die modellhaften Trägerarten jeweils in unterschiedlichem Maße in ihrer Populationsstärke und Populationsstruktur gefördert werden können.

4.4.2.9 Ergebnisse Spelle

Landnutzungssysteme

Die Projektregion Spelle wird neben den dörflichen Siedlungen insbesondere durch Einzelgehöfte und Streusiedlungen (Gehöftgruppen mit maximal 3 Gehöften) geprägt, von denen aus die jeweils umliegenden Flächen bewirtschaftet wurden und werden. Mit Beschreibung der Flurbereinigung Spelle hat Brunklaus (2002) eine kurze Übersicht über die Strukturveränderungen in der Landwirtschaft des Raumes Spelle ab der Separation um 1850 gegeben. Die damit begonnene Neuordnung der Fluren wird bis in unsere Zeit als Flurbereinigung, insbesondere auch zur Optimierung landwirtschaftlicher Nutzungen, fortgesetzt. Ziel ist es unter anderem, die bis dahin bestehende Zersplitterung landwirtschaftlicher und forstwirtschaftlicher Flächen aufzuheben

(Brunklaus 2002). Charakteristisch war insbesondere früher eine stark parzellierte Flur mit einer entsprechend hohen Nutzungsvielfalt.

Der Projektstandort Spelle-Bramhof stellt eine typische Streusiedlung aus 3 Gehöften dar, die an 2 der 3 Seiten der Untersuchungsfläche angrenzen. Lage und Form dieser Fläche sowie ihre Gliederung durch parallel verlaufende Gräben legt nahe, dass es sich hierbei bis vor Kurzem um ein für verschiedene Kulturen parzelliertes Flurstück handelte. Entsprechend kann für die den Höfen zugewandte 3-eckige Spitze angenommen werden, dass auf diese Fläche häufiger Kleinvieh eingetrieben oder gehalten wurde. Die Gräben waren im Jahr 2010 trotz der seit ca. 3 Jahren bestehenden Feldgraskultur noch deutlich aufzufinden. Insgesamt waren 9 Feldstücke erkennbar.

Der Projektstandort Spelle-Zur Mühle befindet sich südlich an die Mühle angrenzend. Eine genauere Analyse der vorausgegangenen Landnutzungen konnte mangels genauerer Quellen oder Angaben nicht erfolgen.

Potenzialanalyse

Für den Projektstandort Spelle wurde keine Potenzialanalyse vorgenommen, weil die Untersuchungsflächen Brahmhof und Spelle räumlich voneinander getrennt gelegen und nur von relativ geringer Flächengröße sind. Mit den Veröffentlichungen von Loeffler (1897, 1904) liegen zwar für die Umgebung von Rheine räumlich zuzuordnende Daten vor, diese sind jedoch weitgehend unvollständig und nicht als Vergleichsbasis geeignet.

Bodensamenbank: Spelle-Brahmhof

Entsprechend der Gliederung der Fläche wurden am Standort Spelle-Bramhof insgesamt 16 Punktproben von den Parzellengrenzen und Parzellen erhoben. Größere Parzellen wurden jeweils mit insgesamt zwei Punktproben im Nordteil und Südteil beprobt. Isoliert wurden die optisch unversehrt erscheinenden Diasporen (keimfähiger Anteil).



Abbildung 121: Lage der Punktproben am Brahmhof 2010: die Punktproben sind beginnend von der rechten (hofseitigen) Ecke des grau markierten Feldstücks entgegen dem Uhrzeigersinn fortlaufend nummeriert.

Wie aus dem Vergleich der Sippenzahlen und Gesamtdiasporenzahlen deutlich wird, weisen die jeweils aus einer Parzelle stammenden Proben hinsichtlich der Sippenanzahlen deutliche Ähnlichkeiten auf, während sich Proben aus unterschiedlichen Parzellen stärker unterscheiden.

Hinsichtlich der Diasporengesamtzahl wird deutlich, dass innerhalb gleicher Parzellen jeweils im südlichen unteren Teil eine höhere Diasporendichte erreicht wird. In den hofnahen Bereichen (Punkte 01, 02 und 15; vermutete Kleintierhaltung) werden jeweils die höchsten Diasporendichten erreicht (Abbildung 122).

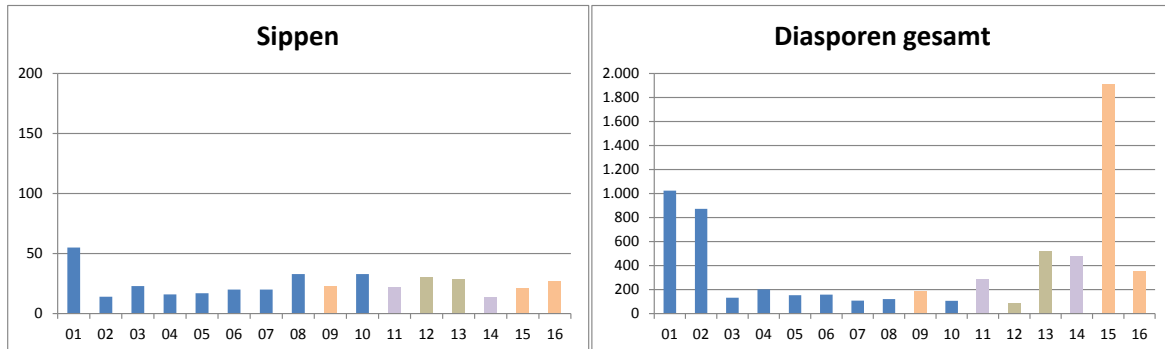


Abbildung 122: Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Punktpunkten am Brahmhof 2010: die Punktpunkte 12 & 13 kennzeichnen Parzelle 9 (N & S), die Punktpunkte 11 & 14 die Parzelle 8 (N & S), die Punktpunkte 9, 15 und 16 die Parzelle 7 (N & S).

Die starken Unterschiede in der Diasporenbank der Parzellen nach Sippen- und Gesamtdiasporenzahl legen nahe, dass ein funktionaler Zusammenhang von Nutzungsunterschieden (Nutzungsvielfalt) und Unterschieden in der Bodensamenbank besteht. Im Rahmen angestrebter ökologischer Verbesserungen muss daher ein besonderes Interesse darauf gerichtet sein, vorhandene Diversitätszustände zu erhalten und auszubauen. Es wurde daher 2011 empfohlen, entsprechende Bereiche nicht mit wesentlich anderen Anbaukulturen (flächig) zu überdecken. Als wesentlich anders werden Anbaukulturen verstanden, die sich hinsichtlich der Bodenbearbeitung (Pflug/pfluglos), der Dauer der Bodenruhe (ein-, zwei-, drei- bis fünf- oder mehrjährig), der Schichtung, des Bestandesbinnenklimas, ihrer Einordnung in die Fruchtfolge und weiterer Merkmale wesentlich voneinander unterscheiden, wie dies etwa bei mehrjährigen Gehölzanpflanzungen auf (ehemals) ackerbaulich genutzten Standorten der Fall ist. Sofern nach Abwägung unterschiedlicher Schutzgüter andere mit den Anbaukulturen verfolgte Ziele vorrangig sind, sollten die entsprechenden ehemaligen Nutzungsgrenzen möglichst nur winklig geschnitten werden, so dass die entsprechenden Bereiche zumindest in Teilen erhalten bleiben.

Ob mehrjährige Kulturen von Energiepflanzen wie Energieholzhecken durch die veränderte Bodenruhe, Beeinflussung durch Wurzelexudate, Stammbau etc. nachteilige oder vorteilhafte Auswirkungen auf die Bodensamenbank haben und wie diese Wirkungen zeitlich verlaufen, ist derzeit nicht abschätzbar (vergleiche die Ausführungen zum Standort Scheyern). Nachteilige Auswirkungen könnten durch den mehr oder weniger undifferenzierten Verlust von Diasporen und Sippen gegeben sein. Vorteilhafte Auswirkungen wären etwa beim Abbau von Diasporen landwirtschaftlich problematischer Massenunkräuter, bei einer vertikalen Differenzierung der Bodensamenbank oder durch das Konservieren wertvoller Bodensamenbankbestandteile gegeben.

Die besondere Bedeutung der diasporenreichen Punktproben-Standorte wird auch durch die 2011 erhobenen Profilproben unterstrichen (Abbildung 123).

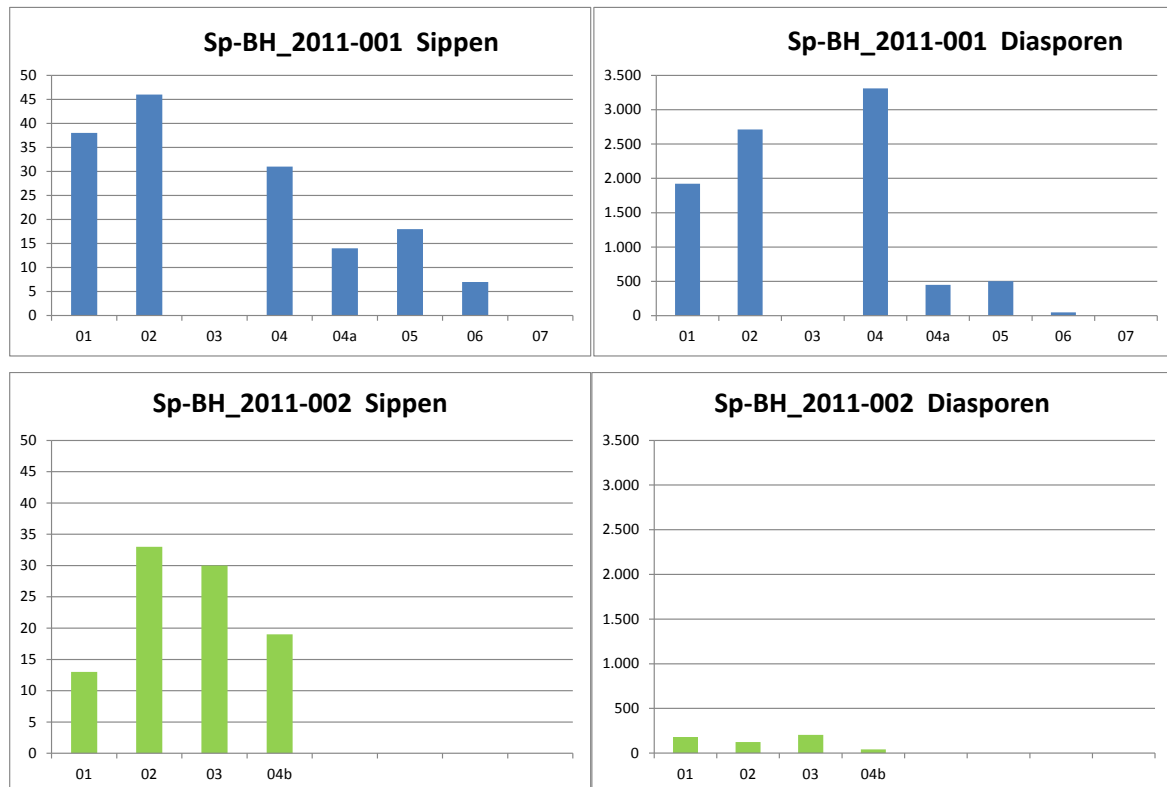


Abbildung 123: Vertikale Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Profilproben 001 und 002 am Brahmhof 2011. Die Profiltiefen sind auf der x-Achse, die Anzahl der Sippen bzw. Diasporen auf der y-Achse dargestellt)

Bodensamenbank: Spelle-Zur Mühle

Neben der Abschätzung des Bodensamenpotenzials wurde am Projektstandort auch untersucht, ob sich innerhalb eines Jahres Veränderungen in der vertikalen Verteilung (Schichtung) der Bodensamenbank feststellen lassen. Dazu fanden je eine Erhebung im Frühjahr 2011 (2011-03-09: Punkte 001-006, Profil 007) sowie im Spätsommer 2011 (2011-08-16: Punkte 2, 4, 6) statt.

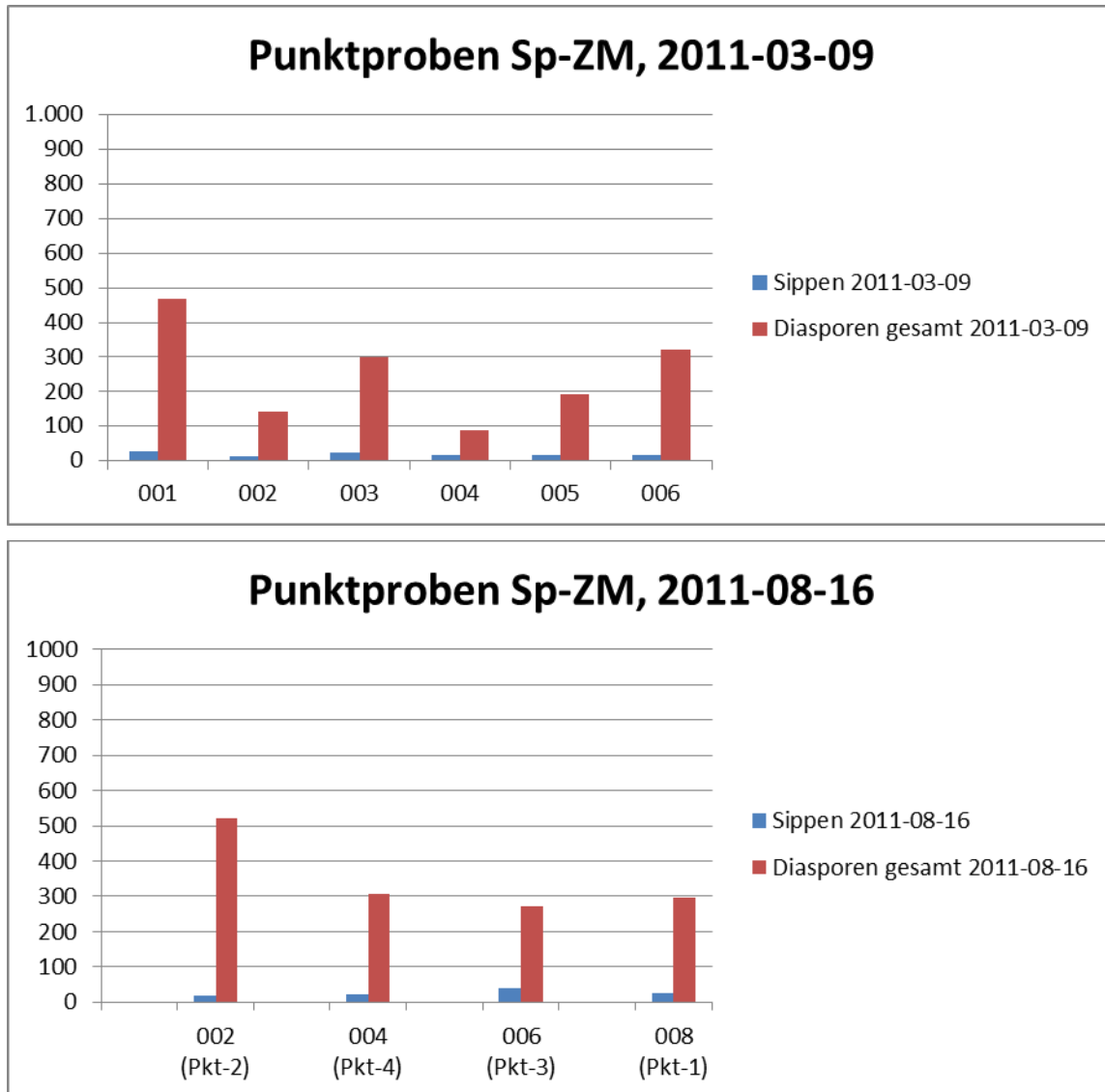


Abbildung 124: Verteilung der Sipsen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Punktproben 001 bis 006 am 09.03.2011 und 16.08.2011.

Im direkten Vergleich der Frühjahrs- und Spätsommer-Beprobung (Abbildung 124) wird deutlich, dass in allen 3 verglichenen Punktproben, also in 3-12 cm Bodentiefe, die Anzahl der in der Bodensamenbank nachweisbaren Sipsen zunimmt. Die Gesamtdiasporenzahl steigt in 2 der 3 verglichenen Proben stark auf etwa den dreifachen Wert an (Proben 002 und 004). Die wesentliche Zunahme wird hier durch landwirtschaftlich kritische Massenunkräuter wie dem Weißen Gänsefuß beigesteuert. In der Probe 006 fällt die Gesamtdiasporenzahl geringfügig ab, während sich die Sipsenzahl etwa verdoppelt (von 18 auf 41). Trotzdem überwiegen auch hier landwirtschaftlich problematische Massenunkräuter (Abbildung 124).

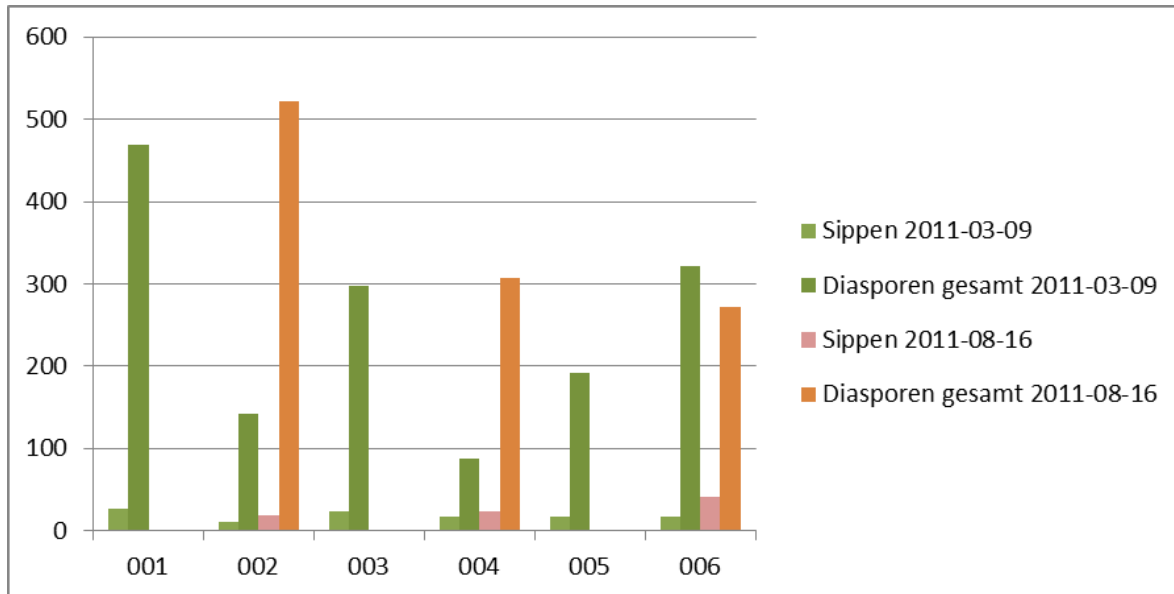


Abbildung 125: Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Punktproben 001 bis 006 am 09.03.2011 und 16.08.2011.

Die am Projektstandort Spelle-Zur Mühle untersuchte Profilprobe zeigt einen grundsätzlich mit den anderen Projektregionen vergleichbaren Verlauf (Abbildung 126).

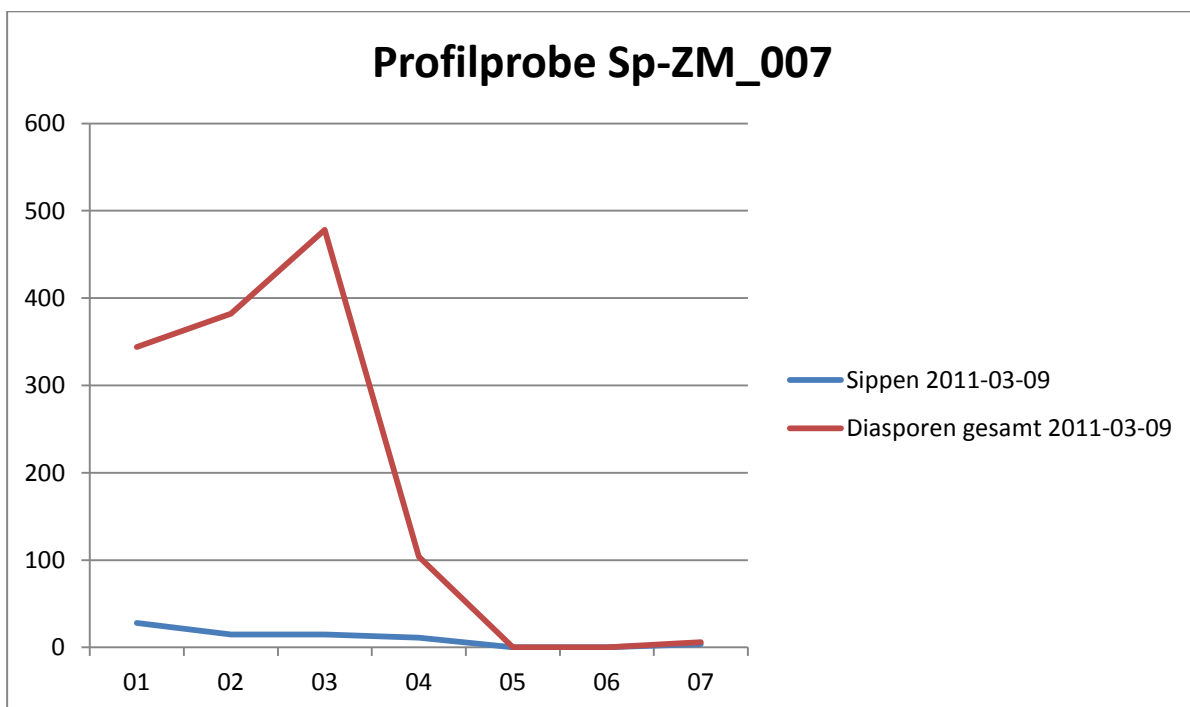


Abbildung 126: Verteilung der Sippen- und Gesamtdiasporen-Anzahl in den Profiltiefen 01 bis 07 der Profilprobe 007.

Im Vergleich der Projektstandorte weisen Brahmhof und Zur Mühle weitgehende Übereinstimmungen auf. Am Standort Spelle-Zur Mühle weisen die in ca. 3-12 cm Bodentiefe erhobenen Punktproben eine mittlere Sippenanzahl von 19 (Frühjahr) bis 28 (Spätsommer) bei jahreszeitlich einer durchschnittlichen Gesamtdiasporenzahl von 252 (Frühjahr) bis 349 (Spätsommer) auf. In den

Punktproben von Spelle-Brahmshof beträgt die durchschnittliche Sippenanzahl 25 bei durchschnittlich 419 Diasporen.

4.4.2.10 Populationsgenetische Untersuchungen

Wie bereits oben dargestellt weisen die Projektregionen in Bezug auf die Bewirtschaftungskonstanz und Saatgutvermehrung unterschiedliche Besonderheiten auf. So ist Scheyern durch eine vielhundertjährige Nutzungskonstanz geprägt, während Marpingen wegen der in jüngerer Vergangenheit praktizierten eigenständigen Saatgutvermehrung möglicherweise durch einen relativ jungen, aber konstanten Isolationseffekt auf Ackerwildkräuter gekennzeichnet sein könnte. Entsprechend der Maßgabe des Fördermittelgebers lag der Schwerpunkt in der hier berichteten Förderperiode zunächst auf der Etablierung einer erfolgversprechenden Laborroutine und der Feststellung, ob genetische Unterschiede abgebildet werden können. Aufgrund des vom Probeumfang zunächst unabhängigen erheblichen Aufwands wurden die Untersuchungen auf die Kornblume fokussiert. Im Ergebnis der Tests und Untersuchungen konnten 4 geeignete Primerkombinationen bestimmt werden (siehe 4.4.2.3). Ein erster Vergleich einer kleinen Probegruppe mittels AFLP zeigte nach Standort gruppierbare Unterschiede der genetischen Muster. Auch die abschließende Untersuchung mit einer umfangreichen Probegruppe (150 Individuen) zeigt im Gelbild bei einzelnen Basenpaarlängen erkennbare Unterschiede (siehe Abbildung 127), die genetische Unterschiede zwischen Individuen innerhalb und außerhalb der Populationen anzeigen.

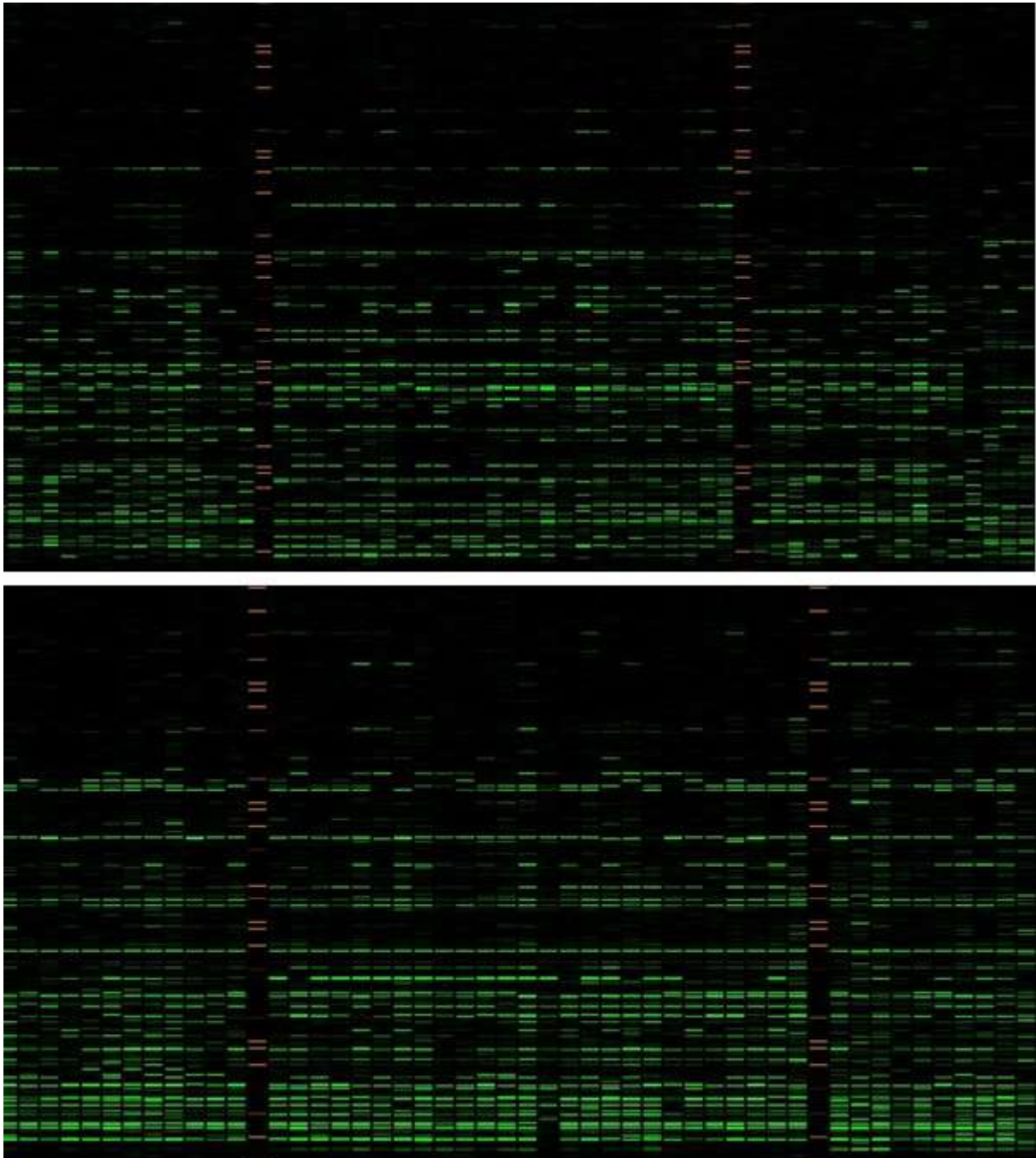


Abbildung 127: Gelbilder der populationsgenetischen Untersuchungen von Individuen der Kornblume. Die Standorte Marpingen, Scheyern und Spelle sind durch rote Banden voneinander getrennt (von links nach rechts). In der oberen Bildmitte (Bild oben, Gel_V8) bzw. in der unteren Bildmitte (Bild unten, Gel_VA7) ist jeweils eine Bande erkennbar, die mehr oder weniger auf Individuen vom Standort Scheyern beschränkt bleibt.

4.4.2.11 Diskussion

Analyse der Landnutzungssysteme

Aus der Analyse der Landnutzungssysteme ließen sich für alle Projektstandorte Empfehlungen für die landschafts- und standortgerechte Ausgestaltung von Anbaukulturen sowie Hinweise auf ertragsfähige Kulturarten ableiten. Es ist davon auszugehen, dass unter Beachtung der standörtlichen Gegebenheiten und Landnutzungsgenese einzurichtende extensive Landnutzungssysteme zum Energiepflanzenanbau grundsätzlich auch in anderen Regionen Möglichkeiten zur Wiederherstellung oder standortgerechten Verbesserung des Landschaftsbildes und des Struktureichtums bieten können.

Potenzialanalyse

Die Auswertung von Veröffentlichungen und Kartierungsergebnissen lieferte Hinweise auf das Vorkommen von Pflanzenarten, die in besonderer Weise kreuzungsanfällig sind und daher die Verwendung von nicht autochthonen verwandten Sippen in den Anbausystemen ausschließen. Es ist anzunehmen, dass bei weitergehender Recherche weitere kritische Sippen zu benennen wären. Daher sollte unter Beachtung des im BNatSchG verankerten Vorsorgeprinzips in solchen Landbausystemen, die (auch) eine ökologische Aufwertung bezwecken, grundsätzlich auf die Verwendung autochthonen Pflanz- und Wildpflanzensaatguts orientiert werden (vgl. auch Hellwig 2000, Müller et al. 2009).

Bodensamenbank

Das Diasporenpotenzial aktueller und historischer Nutzungsgrenzen (Feldstück- oder Feldblock-Grenzen sowie Flurstücksgrenzen, in ihrer Gesamtheit: „Grenzlinien“) weist hinsichtlich Häufigkeit und Art der Diasporen erhebliche Unterschiede zu den angrenzenden Flächeninnenräumen auf. Um auch Arten kürzerer Samenlebensfähigkeit zu erhalten, sollten aktuelle und historische Grenzlinien in ackerbaulich genutzten Flächen nicht durch mehr als zweijährige Anbaukulturen überdeckt oder überprägt werden. Zur Vermeidung von Randeffekten sollte zwischen solchen Grenzlinien und mehrjährigen Anbaukulturen ein Abstand eingehalten werden, der sich an der notwendigen Arbeitsbreite der einzusetzenden Landtechnik orientieren kann und eine Mindestbreite von 3-5 m gewährleistet. Ist eine entsprechende Anlage der mehrjährigen Anbaukulturen nicht möglich, wird empfohlen, die zu überdeckenden Grenzlinien raumschonend im Winkel von ca. 90° zu kreuzen.

Die Beprobungen am Standort Marpingen zeigen, dass durch die Analyse der Bodensamenbank aufwertungsfähige Bereiche festgestellt und räumlich abgegrenzt werden können. Unter Berücksichtigung ökologischer Artengruppen können damit unabhängig von der aktuellen Feldkultur (Hackfrucht/Winter-/Sommergetreide) Hinweise für die Anbauplanung und Bewirtschaftung gegeben werden.

Das Diasporenpotenzial ist der landwirtschaftlichen Bearbeitung (auch) im Rahmen des extensiven Anbaus von Energiepflanzen hinreichend zugänglich. Eine erfolgreiche Reaktivierung des Bodensamenpotenzials setzt wie die Integration entsprechender Arten in die Anbausysteme den Verzicht auf Herbizide – insbesondere auch bei der Kulturbegründung – zwingend voraus. Die

Erfahrungen aus Spelle und Freising belegen, dass die Anlage von Agrargehölzen auch auf entsprechendem Wege erfolgreich realisiert werden kann.

Die Bodensamenbank weist je nach topografischen Faktoren (Hanglage, relative Lage zum Ackerrand etc.) Unterschiede auf. Die höchste Anzahl an Diasporen wurde jeweils am Mittelhang beobachtet. Daneben deuten die Ergebnisse am Standort Scheyern darauf hin, dass sich die Bodensamenbank mit zunehmender Nähe zu Gehölzpflanzungen wie Energieholzhecken verändert. Es ist bekannt, dass Zeiten längerer Bodenruhe die Keimfähigkeitsdauer von im Boden gelagerten Samen grundsätzlich erhöht (Wäldchen 2004) und dass unter Dauerwald (Hochwald) Diasporen von Pflanzenarten aus vorausgegangenen Nutzungstypen lange Zeit überdauern können (Manegold 2007). Zur Wirkung von Agrargehölzen im Kurzumtrieb (Energieholzhecken) auf die Bodensamenbank liegen hingegen keine Erkenntnisse vor. In einem weiteren Schritt sollte daher untersucht werden, ob die Gehölzstreifen die Zusammensetzung und räumliche Verteilung der Bodensamenbank positiv beeinflussen und im Hinblick auf landwirtschaftlich kritische Begleitkräuter eine phytosanitäre Wirkung entfalten können.

Förderung von Begleitarten (Ergebnisse der Einzelpflanzen- und Dichtekartierung)

Eine frühzeitigere Beerntung der Wildblumengemeinde und Getreidekulturen förderte die Verteilung, Häufigkeit und Vitalität der beiden Träger-Arten Kornblume und Acker-Löwenmaul. Beide Arten konnten ausgehend von den Rändern der Schläge jeweils die gesamte Fläche erschließen und dabei erheblich größere Individuendichten als in normalen Ackerrändern realisieren (Fläche statt Rand). Gleichzeitig nahmen die Anzahl und Größe der Blüten bzw. Blütenstände erheblich zu, was auf verbesserte Wuchs- und Vermehrungsbedingungen hindeutet. Weiter konnte die Ausbildung eines zusätzlichen späteren Blüh-Schwerpunkts (Spätsommer- bis Herbst-Blüte) beobachtet werden (vgl. Ergebnisse Marpingen, Abbildung 118 und Abbildung 119).

Vitalität und effektive Samentracht der einzelnen Pflanzen haben einen erheblicheren Effekt auf die Bestandsentwicklung der beiden Arten als die bloße Anzahl von Individuen pro Fläche. Für die Ausbreitung ist die relative Höhe der Blüten- bzw. Fruchtstände zum umgebenden Bestand von entscheidender Bedeutung. Durch eine frühe Beerntung der Anbaukulturen wird diese signifikant verbessert.

Die Kornblume weist auch nach mehrjähriger Bodenruhe (3-5 Jahre!) blühende Individuen auf, während das Acker-Löwenmäulchen sensibler auf Bodenruhe reagiert und bereits nach zwei Jahren ausblieb. Dies deutet im Zusammenhang mit den beobachteten Verteilungsmustern und Häufigkeiten darauf hin, dass der Bodensamenbank auch für die Kornblume eine größere und länger wirksame Bedeutung zukommt als bisher angenommen wurde (vgl. die Übersicht bei Wäldchen 2004). Es bedarf einer Prüfung, ob das erheblich verbesserte Aufkommen von Samen damit möglicherweise auch für eine längere Zeit als ein Jahr das Bodensamenpotenzial der Art auffrischen kann und dies geeignet ist, Jahre mit zwischenzeitlichem Bestandseinbruch zu überbrücken.

Die modellhaften Trägerarten können durch verschiedene Bewirtschaftungsmaßnahmen (Zeitpunkt und Tiefe der Bodenbearbeitung, Zeitpunkt und Art der mechanischen Kulturpflege, Zeitpunkt und Stoppelhöhe der Beerntung) jeweils in unterschiedlichem Maße in ihrer Populationsstärke und Populationsstruktur gefördert werden. Es ist davon auszugehen, dass die beobachteten Effekte

jeweils für weitere Ackerwildkräuter gleicher ökologischer Präferenzen, insbesondere für Arten mit mediterranem bis kontinentalem Verbreitungsschwerpunkt, übertragbar sind. Viele der betreffenden Arten stehen in Deutschland auf der Roten Liste der gefährdeten Pflanzen-Arten. Sie sind wie die ausgewählten Modellorganismen meist in der Lage, auf eine Verbesserung der Wachstums- und Reproduktionsbedingungen schnell zu reagieren.

Populationsgenetische Untersuchungen

Die an der Kornblume ausgeführten Untersuchungen weisen auf genetische Unterschiede zwischen den Populationen der einzelnen Standorte hin. Hieraus können sich einerseits Perspektiven für einen diversitätsfördernden Energiepflanzenanbau ergeben, wenn dieser etwa die genetische Vielfalt der betreffenden Begleitarten (hier Kornblume) erhält oder fördert. Andererseits stützt das Ergebnis tendenziell die Forderung des Naturschutzes nach ausschließlicher Verwendung autochthonen Materials für Pflanzungen und Wildpflanzen-Einsaaten (vgl. SKEW 2009, Kirmer et al. 2012).

Ob sich die Populationen genetisch deutlich trennen lassen, von welchen Faktoren eine etwaige Differenzierung beeinflusst wurde oder wird und ob sich Wechselwirkungen mit dem Anbau von Energiepflanzen ergeben (können), muss durch weitergehende Auswertungen und Untersuchungen ermittelt werden.

Einschränkungen

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden im Verbundvorhaben ELKE III innerhalb von drei Jahren gewonnen. Hinsichtlich der Bodensamenbank, Bestandsentwicklung sowie der Populationsgenetik der hier betrachteten Arten spiegeln die Erkenntnisse, insbesondere bei mehrjährigen Kulturen, die Einrichtungs- und Begründungsphase oder maximal die Phase bis zur ersten Beerntung wider. Um für die Praxis übertragbare Maßnahmen aus den hier vorgestellten Ergebnissen abzuleiten, ist eine Wiederholbarkeit der Ergebnisse nachzuweisen. Dazu ist ein weiterer z.T. angepasster Untersuchungszyklus erforderlich.

4.4.3 Laufkäfer & Spinnen (Callistus: Michael-Andreas Fritze, Theo Blick; ZALF: Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad, Karl-Hinrich Kielhorn; LPV MBB: Reinhard Baier, Ingolf Rödel)

4.4.3.1 Zielsetzung & Hypothesen

Die Untersuchungen zu den Arthropoden hatten zum Ziel, insbesondere die Beiträge von Agrarholzbeständen für die biotische Aufwertung charakteristischer agrarischer Landschaftsräume nachzuweisen bzw. zu dokumentieren. Hierbei wurden sowohl die räumlichen, als auch die zeitlichen Effekte betrachtet. Dazu wurden an vier Modellstandorten in Deutschland u.a. umfangreiche Untersuchungen der Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften durchgeführt. Neben den Agrarholzbeständen wurden angrenzende Referenzbiotope (Wälder, Wirtschaftswiesen, Säume und Brachen) als Vergleichsflächen untersucht. Die Prüfgrößen zur Bewertung waren der Beitrag der Agrarholzbestände

- zur Steigerung der Biodiversität (Arten-, und Individuenzahlen, verschiedene Diversitätsmaße zur Kennzeichnung der α -Diversität),
- zur Etablierung von neuartigen Lebensgemeinschaften mit „standorttypischer“ Zusammensetzung (inklusive dem Aspekt bisher nicht am Modellstandort nachgewiesener Arten) sowie zur Steigerung der Vielfalt an ökologischen Gruppen, welche die neue Bewirtschaftungsform in vielfältiger Weise nutzen können (u.a. können regelmäßig wiederkehrende Kultur-/Wuchsstadien und Zeitbezüge „typischen Artengemeinschaften“ zugeordnet werden),
- zum Biotopverbund in Agrarlandschaften (lokal und regional).

Aufgrund der unterschiedlichen Altersstadien, Anlageformen (Streifen, Flächen), Pflanzenarten und Gestaltungsvarianten an den einzelnen Standorten, waren die Untersuchungen auf unterschiedliche Fragenkomplexe ausgerichtet.

Hinsichtlich der zu erwartenden Effekte der neuartigen Landnutzungssysteme wurden folgende Hypothesen untersucht:

- Die Etablierung neuartiger, extensiv bewirtschafteter Landnutzungssysteme auf der Basis nachwachsender Rohstoffe führt zu einer Erhöhung der Arten- und Strukturvielfalt im betreffenden Landschaftsausschnitt.
- Agrarholzbestände bieten zwischen den Erntezyklen Ersatzhabitate für Arten der Wälder bzw. Gehölze, deren Abundanzen mit zunehmenden Alter der Agrarholzanlage steigen (siehe auch nachfolgende Sägezahnhypothese).
- Streifenförmiges Agrarholz (Agroforstsysteme, Alley cropping) bietet Ökotoneffekte dar, die sich in einer hohen Artendiversität und einer Durchmischung von Arten bewaldeter und unbewaldeter Habitate manifestiert, bei dieser Anlage überwiegen Biotopverbund- und Quelleneffekte für die angrenzenden Lebensräume (siehe auch nachfolgende Permeabilitätshypothese).
- Die Bereicherung des Agrarraumes mit Gehölzstrukturen erhöht die Lebensraumangebote für höhere Straten besiedelnde Arten und Zönosen (u.a. Nützlingsförderung in Ackerbaugebieten, siehe speziell Kapitel 4.4.3.12).
- Agrarholzkulturen sind durch eine hohe nutzungsbedingte Sukzessionsdynamik von den Anlagephasen bis zu den Beerntungszyklen gekennzeichnet, die nach der Beerntung immer wieder neu ablaufen.

Die bisher bekannten Ergebnisse lassen vermuten, dass die Energiepflanzenbestände am ehesten Arten offener Lebensräume, oder Arten die typisch für Anfangsphasen von Sukzessionsverläufen (nach Aufgabe oder Extensivierung der Nutzung) sind, Lebensraum bieten können.

4.4.3.2 Sägezahnhypothese, Arten/Strukturvielfalt (Ralph Platen, Jessica Konrad, Michael Glemnitz)

Die Untersuchungen am Modellstandort Allendorf erfolgten auf flächig angelegten Agrarholzbeständen, die im Rotationsverfahren beerntet wurden, sodass auf der Gesamtfläche jeweils drei Altersstadien gleichzeitig nebeneinander vorhanden waren. Dadurch ergab sich eine unechte Zeitreihe, die die Sukzession der Tiergemeinschaften während des Aufwuchses und nach der Ernte unabhängig von den Jahreseffekten abbilden konnte. Dieses Versuchsdesign bot sich zur Prüfung der Sägezahnhypothese an, welche besagt, dass während der Zeit des Aufwuchses der Agrarholzflächen die Individuenzahl und die Anzahl der Arten, welche unterschiedliche Waldtypen als Lebensraum bevorzugen, zunimmt. Nach der Ernte verbleibt ein Anteil der Waldarten in den Flächen und vermehrt sich dann erneut mit der folgenden Aufwuchsperiode. Der Anteil des nach der Ernte verbleibenden Individuenanteils der Waldarten erhöht sich mit zunehmender Anzahl der Erntezyklen, strebt jedoch einem asymptotischen Grenzwert zu (siehe Abbildung 128).

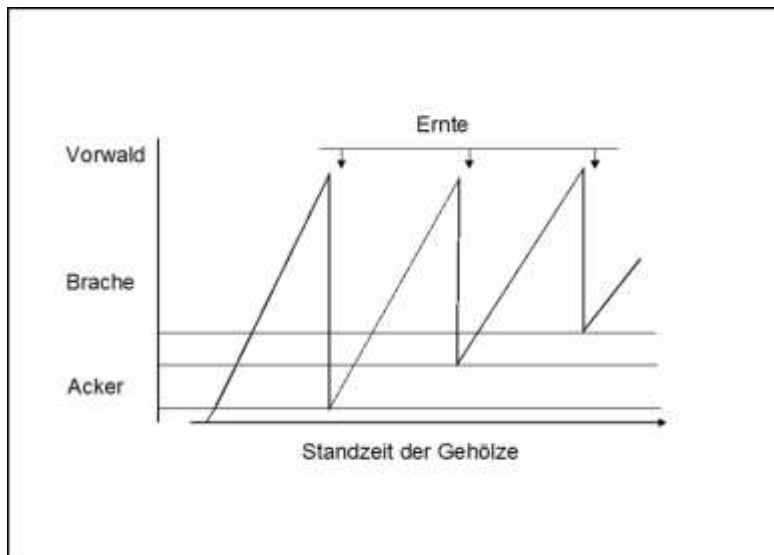


Abbildung 128: Grafische Darstellung der Sägezahnhypothese für den Standort Allendorf.

Die Sägezahnhypothese nimmt damit auch die Funktion der geernteten Agrarholzflächen als potenzielle Besiedlungsquellen für Waldarten in angrenzende gehölzdominierte Flächen an.

4.4.3.3 Permeabilitätshypothese, Arten/Strukturvielfalt (Ralph Platen, Jessica Konrad, Michael Glemnitz)

Am Standort Scheyern wurden die Agrarholzbestände in 240m langen und 8m breiten Streifen angebaut. Da sich die streifigen Agrarholzflächen inmitten von konventionell bewirtschafteten Ackerflächen befinden, stand der Effekt der Agrarholzstreifen für die Durchlässigkeit der Landschaft, bzw. der räumlichen Interaktionen zwischen verschiedenen Lebensräumen im Vordergrund der Untersuchungen. Die Permeabilitätshypothese postuliert, dass in den Agrarholzstreifen als Lebensraum Randeffekten überwiegen, was sich in einer Durchmischung von Arten gehölzbevorzugender sowie unbewaldeter Habitate manifestiert. In diesem Zusammenhang, sind von

dieser Anlageform vor allem diversitätsfördernde, habitatvernetzende und Besiedlungseffekte für die angrenzenden Biotope zu erwarten (siehe Abbildung 129).

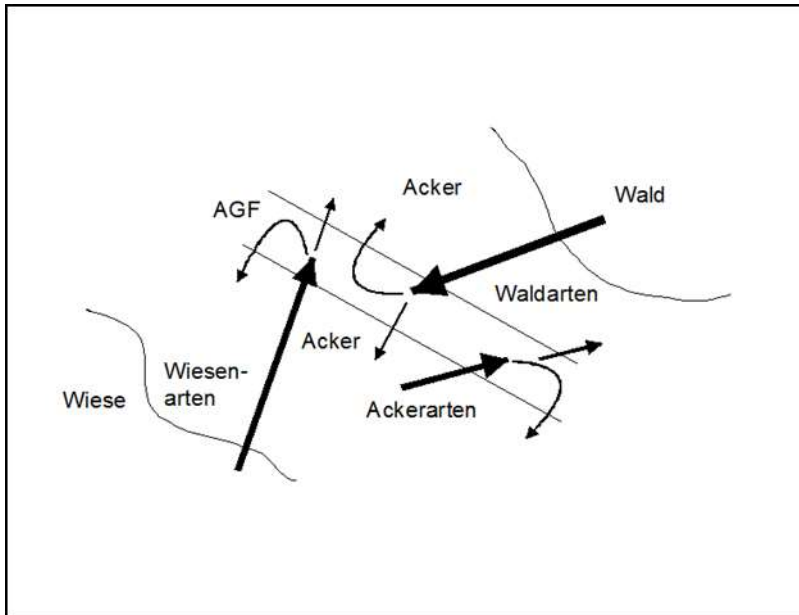


Abbildung 129: Grafische Darstellung der Permeabilitätshypothese für den Standort Scheyern, AGF = Agrarholzfläche.

4.4.3.4 Stand des Wissens

Laufkäfer kommen in allen terrestrischen Lebensräumen in großer Artenzahl vor. Bundesweit sind 587 Laufkäferarten bzw. -taxa nachgewiesen. In den Projektgebieten sind es in Bayern (Scheyern) 474, Hessen (Allendorf) 387, Niedersachsen (Spelle) 403 und Rheinland-Pfalz/Saarland (Marpingen) 370 Arten bzw. Taxa. Der Kenntnisstand über die Verbreitung und Häufigkeit der Arten ist aufgrund der intensiven, jahrhundertelangen Erfassungstradition gut. Es sind daher präzise Aussagen zur Gefährdung und Bestandssituation auf Bundes- und Länderebene und sogar auf regionaler Ebene möglich (Assmann et al. 2003, Lorenz 2004, Malten 1997, Schmidt et al. im Druck, Schüle et al. 1997).

Aufgrund der spezifischen Ansprüche vieler Arten eignen sich Laufkäfer zur qualitativen Beurteilung von Groß- wie von Kleinlebensräumen. Sie werden als Bioindikatoren in vielfältiger Weise eingesetzt (Trautner/Assmann 1998).

Faktoren, welche die Verteilung der Laufkäfer bestimmen, sind unter anderem die Feuchtigkeit und die Temperatur des Lebensraums bzw. Mikrohabitats. Naturschutzfachlich bemerkenswerte Arten und Habitatspezialisten treten dabei vor allem in Lebensräumen mit einer für Mitteleuropa extremen Ausprägung der beiden Klimafaktoren auf (z.B. Arens 1984, Thiele 1977).

Die Biotoptradition spielt insbesondere im Klimax-Lebensraum Wald aber auch bei Magerrasen eine große Rolle. Beispielsweise ist von der Waldart *Carabus glabratus* bekannt, dass sie im norddeutschen Raum nur in historisch alten Wäldern vorkommt (Assmann/Günther 2000).

Auch die Nutzungsform bzw. die Nutzungsintensität haben einen großen Einfluss auf die Zusammensetzung der Laufkäferzönosen. Eine extensive Nutzung, das Vorkommen von heterogenen

Ruderalfluren und eine strukturreiche Kulturlandschaft bieten dabei häufig ökologisch, faunistisch und naturschutzfachlich bemerkenswerten Laufkäferarten gute Lebensbedingungen. Intensive Landnutzung hat dagegen meistens eine extreme Verarmung der Zönosen und die starke Förderung anspruchsloser, weit verbreiteter Arten, wie z.B. *Pterostichus melanarius*, zur Folge (Basedow 1987, Steinborn/Meyer 1994).

Spinnen kommen ebenfalls in allen terrestrischen Lebensräumen in großer Artenzahl vor. Bundesweit sind 992 Spinnenarten bzw. -taxa nachgewiesen (Blick et al. 2013 im Druck). In den Projektgebieten sind es in Bayern (Scheyern) 842 (Blick/Scheidler 2004), in Hessen (Allendorf) 705 (Malten/Blick unpubl., vgl. Blick 2012), in Niedersachsen (Spelle) 675 (Finch 2004) und im Saarland (Marpingen) 494 Arten bzw. Taxa (Staudt 2008). Der Kenntnisstand über die deutschlandweite Verbreitung und Häufigkeit der Arten ist gut und allgemein verfügbar (Staudt 2013), ebenso über die Vorzugslebensräume und die ökologischen Ansprüche (z.B. Hänggi et al. 1995, Platen et al. 1991, 1999, Buchar/Ruzicka 2002). Es sind daher genaue Aussagen zur Gefährdung und Bestandssituation auf Bundes- und Länderebene möglich (z.B. Blick et al. 2013 im Druck). Aufgrund der spezifischen Ansprüche vieler Arten eignen sich die Spinnen gut zur qualitativen Beurteilung von Lebensräumen, Eingriffen, Sukzessionsentwicklungen. Insbesondere auch kleinflächige und diverse Lebensräume, wie Mosaik-Lebensräume und Mikrohabitate sind mit Spinnen als Bioindikatoren gut bewertbar (Blick 1999). Auf Veränderungen von Lebensräumen (z.B. durch Eingriffe, Störung, Sukzession) reagieren Spinnen vergleichsweise schnell und können zur Dokumentation und Bewertung herangezogen werden.

Die höchsten Anteile gefährdeter Arten sind in Extremlebensräumen zu finden (Blick et al. 2013 im Druck), wie in Trockenlebensräumen, Mooren oder alpinen Lebensräumen, aber auch in Wäldern. In Trockenlebensräumen und Mooren ist der Anteil stark gefährdeter Arten am höchsten.

Fazit: Laufkäfer und Spinnen sind bei Gefährdungs- und Lebensraumanalysen aufgrund ihrer vielschichtigen Ansprüche und des guten Kenntnisstandes bei Untersuchungen im Kontext Naturschutz und Landschaftspflege seit langem Standardgruppen mit hohem bioindikatorischen Wert.

Auf der Basis bisher bekannter Daten und Ergebnisse, insbesondere von Spinnen und Laufkäfern aus Sukzessionsuntersuchungen und speziell aus Energieholzkulturen bzw. -plantagen, (vgl. Blick 2009, Blick/Burger 2002, Blick/Fritze 1996a, Blick et al. 2003b, 2011, Schardt et al. 2008, Schulz et al. 2008a, 2008b, 2008c, 2009, Langeveld et al. 2012) war für die Modellregionen eine mehr oder weniger symmetrische, wellenförmig gerichtete Sukzession dieser Tiergruppen zu erwarten. In Wöllershof (Oberpfalz, Bayern) wurden bis 20 Jahre nach Anlage einer KUP-Versuchsfläche in 5jährigen Abständen jeweils im Jahr vor der Ernte die epigäische Spinnen- und Laufkäferfauna untersucht (Blick/Burger 2002, Blick et al. 2011, Schardt et al. 2008). Unbekannt ist allerdings, wie weit die dort festgestellte Sukzessionsentwicklung nach den Ernten jeweils zurückgeworfen wird, insbesondere ob nach den Ernten spezialisierte Offenlandarten bzw. Artengemeinschaften Lebensraum finden, den sie im Jahr vor der Ernte nicht mehr vorfinden. Insofern ist die Frage nach der kulturspezifischen Biodiversität in Form der Abfolge verschiedener Lebensgemeinschaften noch offen (vgl. auch Abbildung 233).

4.4.3.5 Allgemeine Methodik

Erfassungsmethode Bodenfallenuntersuchung

Methodische Ansätze zur Untersuchung von Laufkäfer- und Spinnenzönosen existieren in großer Anzahl. Die Zahl der pro Untersuchungsfläche eingesetzten Fallen bewegt sich dabei in einem Rahmen von minimal 5 für einfache naturschutzfachliche Fragestellungen bis mindestens 12 für wissenschaftliche Untersuchungen mit hohen Anforderungen an die statistische Auswertbarkeit der Daten (Maurer 1974, Blick 1999, Trautner/Fritze 1999, Wasner 1997). In den Methoden-Handbüchern des VUBD und Nordrhein-Westfalens gelten dabei zwischen 5 und 10 Fallen als notwendig, um eine Zönose hinreichend zu erfassen. Niedrigere Fallenzahlen führen zu deutlichen Erfassungslücken bei der Abschätzungen der Vollständigkeit einer Zönose (vgl. Abbildung 130, Callistus unpubl. Daten).

So werden bei 3 Fallen pro Untersuchungsfläche durchschnittlich nur ca. 60% der epigäischen Fauna erfasst. Mit 5 Bodenfallen pro Untersuchungsfläche wird bereits ein Erfassungsgrad von ca. 80% der oberflächenaktiven Spinnen und Laufkäfer erreicht. Die Abschätzung des Erfassungsgrades der Spinnen- und Laufkäferzönosen erfolgte exemplarisch an den Standorten Marpingen und Spelle mit der Prozedur Jack-knife¹ des Statistikpaketes BioDiversity Pro. Berechnungsgrundlage waren die Arten- und Individuenzahlen pro Probefläche, Falle und Untersuchungsjahr.

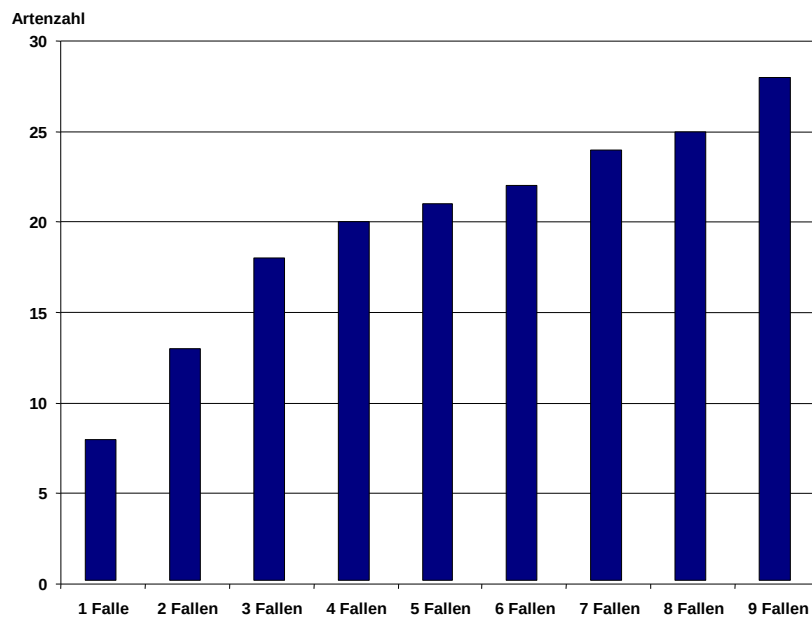


Abbildung 130: Abhängigkeit der Laufkäferartenzahl von der Fallenzahl in Trockenrasen (2 Fangmonate, Callistus o.J.: Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).

Fazit: Die Untersuchungen der Laufkäfer und Spinnen werden in allen Gebieten mit fünf Bodenfallen durchgeführt. Diese Fallenzahl gewährt, besonders bei einer Erfassung im Verlauf der gesamten Vegetationsperiode, einen guten bis sehr guten Überblick über die Laufkäferzönosen des Untersuchungsraums. Häufige, bzw. weit verbreitete Arten werden nahezu vollständig erfasst. Gleichzeitig bietet die Fallenzahl aber eine große Wahrscheinlichkeit, auch die oft nur in geringen Individuenzahlen auftretenden, naturschutzfachlich relevanten Arten zu fangen. Als Fallen wurden konform mit den Anforderungen des VUBD-Handbuchs (Trautner/Fritze 1999, Blick 1999 in Anlehnung an Barber 1931) Marmeladengläser mit 370 ml Volumen und konkav verengter Öffnung

von 5,5 cm Innendurchmesser verwendet. Eine Bedachung (Plexiglasdächer auf Metallbügeln) war standardmäßig als Schutz der Fallen vor Laub oder Pflanzenresten vorgesehen. Schutzgitter auf den Fallen zur Verhinderung von Wirbeltierbeifängen wurden nicht verwendet. Diese schränken die Fängigkeit der Fallen deutlich ein. Besonders große oder langbeinige Arten (Laufkäfer: z.B. Gattung *Carabus*, Spinnentiere: Lycosidae, Agelenidae, Opiliones) können mithilfe der Gitterkonstruktionen die Fallenöffnung umgehen.

Die Angaben für die Länge des Fangzeitraums variieren in den unterschiedlichen methodischen Abhandlungen analog zu Werten der Fallenzahlen. Das VUBD-Handbuch und methodischen Angaben aus Nordrhein-Westfalen gehen dabei für Laufkäfer von einer Anzahl von vier bis fünf mindestens 2-wöchigen Fangperioden aus.

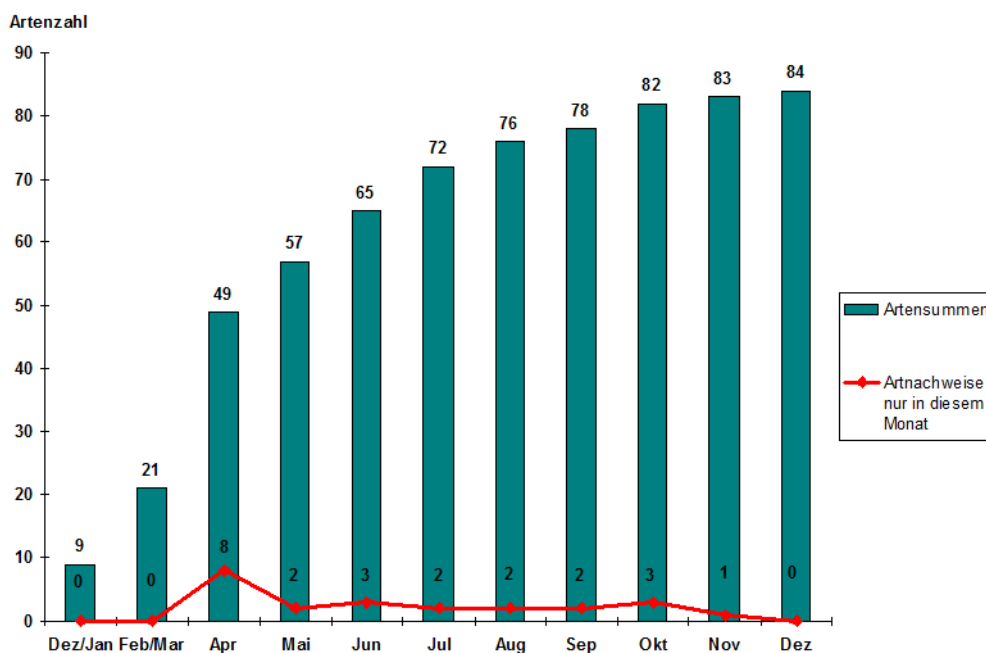


Abbildung 131: Aufsummierte Artenzahlen im Jahresverlauf in einer Acker-Waldlandschaft (Callistus o.J.: Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).

Besonders wichtig sind dabei die Fangperioden im Frühjahr und Frühsommer (siehe Abbildung 130, Callistus unpubl. Daten). Von April bis Juli werden dabei bereits 86% der im Jahresverlauf in den Fallen zu erwartenden Laufkäferarten nachgewiesen. Wie aus Abbildung 130 weiterhin ersichtlich, werden aber im gesamten Verlauf der Vegetationsperiode von April bis einschließlich November Arten neu und nur jeweils in einem Monat nachgewiesen.

Auch für die Spinnen ist der Frühsommer (Mai/Juni) die artenreichste Jahreszeit. Bei ganzjährigen Untersuchungen einer Kurzumtriebsplantage in der 3. Rotation (Blick 2007) wurden in den Monaten Mai und Juni 2/3 der insgesamt nachgewiesenen Arten erfasst und in den Monaten März bis Juni 3/4 (Mai bis August: um wenige Prozent reduziert). Bei 1/8 der Aktivitätsdichte im Vergleich zum Mai wurden im Dezember noch die Hälfte der Artenzahl aus dem Mai nachgewiesen. Im Winterhalbjahr (Okt.-März) kamen ca. 15% der Arten exklusiv vor und der Einfluss des Winterhalbjahres auf die Häufigkeitsverteilung ist noch deutlich größer. Blick (1999) gibt für Untersuchungen wie die vorliegende an: „Als Fangzeitraum sollte hier eine Vegetationsperiode (März/April bis November) nicht

unterschriften werden.“ Mit dem Untersuchungszeitraum April bis Oktober wurde in Elke III ein dem nahe kommender Kompromiss gewählt, auch wegen optimaler Synergien mit den Laufkäfererfassungen.

Fazit: Zur Erfassung eines möglichst großen Teils der Zönosen wurde die Untersuchung mit Bodenfallen während der Vegetationsperiode von Anfang April bis Ende Oktober durchgeführt. Als Fangflüssigkeit wurde in den Gebieten Allendorf, Marpingen, Spelle und in Scheyern im Jahr 2011 eine ungiftige, im VUBD-Handbuch empfohlene, angesäuerte 10%ige Natriumbenzoatlösung mit einem Entspannungsmittel (unparfümiertes Spülmittel) verwendet. Diese Methode hat sich auch bei einer vierwöchigen Fangperiode bewährt. In Scheyern wurde aufgrund von anhaltend praktisch-technischen Problemen im Gelände, Handling der Fänge im Versand und der nachfolgenden Bestimmung im Untersuchungsjahr 2012 (im Jahr 2011 auch in wenigen Fangperioden) die Natriumbenzoatlösung durch eine 4%ige Formaldehydlösung ersetzt.

Determination und Nomenklatur

Die Laufkäfer wurden nach Müller-Motzfeld (2006) bestimmt. Als nomenklatorische Grundlage diente die Checkliste der Laufkäfer Deutschlands (Entomofauna Germanica, 2011). Für die Determination der Spinnen wurden die Bestimmungswerke von Almquist (2006, 2008), Heimer/Nentwig (1991), Lockett/Millidge (1951, 1953) und Roberts (1985, 1987) herangezogen. Anwendung fand ferner der Internet-Bestimmungsschlüssel für die mitteleuropäischen Spinnen (Nentwig et al. 2013). Die Nomenklatur folgt dem „World Spider Catalog, Version 13.5“ (Platnick 2013) und entspricht damit dem aktuellen Stand der Taxonomie. Die Weberknechte wurden nach Martens (1978) bestimmt. Es wurden nur adulte Spinnentiere in die Auswertung einbezogen.

Wir danken an dieser Stelle Karl-Hinrich Kielhorn und Jörg Wunderlich für die Determination und Überprüfung einiger Laufkäfer- und Spinnenindividuen.

Ökologische Typen und Habitatpräferenzen

Den an den Standorten Allendorf und Scheyern nachgewiesenen Laufkäfer-, Spinnen- und Weberknechtarten wurden ökologische Typen (ÖT) und Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenzen) (SP) zugeordnet. Beide Parameter beschreiben das ökologische Verhalten einer Art im Freiland. Definitionen, Methodik der Zuordnung sowie Grundlagen zur Anwendung der ökologischen Typen und Schwerpunktorkommen finden sich in den Arbeiten von Platen et al. (1991), Platen et al. (1999), Sacher/Platen (2001), Kreuels/Platen (1999) sowie für die regionalisierten Habitatpräferenzen der Laufkäfer im Katalog der Gesellschaft für angewandte Carabidologie (GAC 2009). Die ökologischen Typen für die Spinnenarten wurden auf der Grundlage der Arbeiten von Platen et al. (1991), Platen et al. (1999) von Malten (1999) sowie Blick et al. (2012) für die Untersuchungsflächen in hessischen Naturwaldreservaten übernommen und von Blick et al. (2012) um die Kategorie der Waldbindung ergänzt. Der Einfluss der strukturellen und zeitlichen Dynamik der Agrargehölze in der Landschaft wurde anhand quantitativer und qualitativer ökologischer Eigenschaften der untersuchten Zoozönosen untersucht. Für den Nachweis auch geringer Veränderungen in den Zönosen wurde eine Methodik entwickelt, welche die Zuordnungen der

ökologischen Typen und Schwerpunktorkommen zu den von uns nachgewiesenen Arten, ihrem ökologischen Verhalten in den Mittelgebirgslandschaften Bayerns und Hessens weiter untersetzt. Diese Vorgehensweise wird nachfolgend begründet:

- i) Viele Arten zeigen an den untersuchten Probeflächen ein z.T. erhebliches Abweichen von dem in der Literatur angegebenen ökologischen Verhalten für größere geografische Räume oder ganze Bundesländer (z.B. Blick et al. 2012, Kreuels/Platen 1999, Platen et al. 1999). Dieser Umstand kann mit Abweichungen im Makro- und Mikroklima der Mittelgebirge gegenüber dem umgebenden Flachland und mit einer Änderung der entsprechenden klimatischen Parameter bzw. im Ost/West- bzw. Nord/Süd-Gradienten erklärt werden (höhere mittlere Temperaturwerte im Süden bzw. höhere Niederschläge sowie erhöhte relative Luftfeuchtigkeit in den Mittelgebirgen).
- ii) Viele Angaben zum ökologischen Verhalten der Laufkäfer- und Spinnentierarten sind zu weit gefasst und vor allem in der Betrachtung größerer geografischer Räume (Bundesland oder ganz Deutschland) zutreffend, jedoch für eine sensible Indikation auf lokaler Ebene ungeeignet.

Für die Abbildung der quantitativen Veränderungen innerhalb der Zönosen durch Veränderungen in den Agrarholzflächen bzw. deren Eigenschaften (Aufwuchs, Ernte, Baumart, Einfluss der Anbaugeometrie) im Vergleich zu den konservativ zyklisch bewirtschafteten Kulturlflächen (Äcker, Wiesen) bzw. den über längere Zeit wenig bewirtschafteten Flächen, wie Wäldern, erfolgte daher am Anfang der Untersuchungen eine Untersezung der Habitatpräferenzen für alle nachgewiesenen Arten unter Berücksichtigung des lokalen ökologischen Verhaltens.

Statistische Methoden

Als kennzeichnende Größen der Laufkäfer- und Spinnentierzönosen wurden die Arten- und Individuenzahlen der Tiere sowie verschiedene, nachfolgend dargestellte Biodiversitätsindizes berechnet. Um eine möglichst weitgehende ökologische Zuordnung der Laufkäfer- und Spinnentierzönosen in ELKE erarbeiten zu können, wurden in der Arbeitsgruppe die aktuell gebräuchlichen wissenschaftlichen Auswertungsmethoden und -verfahren jeweils bezogen auf die einzelnen Standorte angewendet. Der Begriff „Aktivitätsdominanz“ wird der Einfachheit halber teilweise synonym zu „Dominanz“ verwendet.

Zur Kennzeichnung der Alpha-Diversität wurden der Simpson-Index, Alpha und der Shannon-Wiener-Index berechnet (Magurran 2009). Die Charakterisierung der Zönosenstruktur erfolgte durch die Auswertung der Aktivitätsdominanz nach Mühlenberg (1993). Die Dominanzklassifizierung erfolgte nach Engelman (1978). Die Beta-Diversität wurde an den Modelstandorten Scheyern und Allendorf durch die Darstellung der Artenverteilung auf den Probeflächen mittels Ordinationsdiagrammen auf der Basis von Hauptkomponentenanalysen (PCA) (Braak 2004) beschrieben (Maß für die „Verschiedenartigkeit“ der Lebensgemeinschaften der untersuchten Lebensräume/Kulturen). Die Entwicklung der Spinnen- und Laufkäferzönosen an den Modellstandorten Marpingen und Spelle wurde in beiden Untersuchungsjahren anhand der Ähnlichkeit der Artengemeinschaften der jeweiligen Untersuchungsflächen pro Jahr mittels einer Clusteranalyse nach dem Renkonnen-Index dargestellt.

Alpha-Diversität (α -Diversität, Artenausstattung/-vielfalt und Häufigkeit einzelner Arten eines Lebensraumes/Kultur, exklusive Arten)

Die α -Diversität wurde nach drei verschiedenen Formeln berechnet, um verschiedene Aspekte der Zönosenstruktur zu beleuchten:

1. Der reziproke Simpson-Index (D_S) ist ein Maß für die Abundanzverteilung (Häufigkeitsverteilung) in einer Zönose (Magurran 2009). Der Index steigt mit dem Anteil hochdominanter Arten, Einzelindividuen gehen nicht in die Berechnung ein. Der Simpson-Index ist daher sensibel für hohe Abundanzen, nicht für hohe Artenzahlen. Er wird in den Tabellen als reziproker Wert $1/D_S$ dargestellt und berechnet sich wie folgt:

$$D_S = \sum (n_i/N[n_i-1/N-1])^2$$

D_S = reziproker Simpson-Index

n_i = Individuenzahl der Art i

N = Gesamtindividuenzahl auf einer Probefläche

2. Der Index α ist ein Maß für die Anzahl von „seltenen“ Arten in einer Probefläche, wobei α besonders sensibel für die Anzahl der Arten mit nur einem Individuum ist (Magurran 2009). Die Berechnung von α macht sich die Tatsache zunutze, dass in einer Probefläche typischerweise relativ wenige Arten mit sehr hohen Individuenzahlen, jedoch viele Arten mit mittleren bis geringen Individuenzahlen auftreten. Die Individuenzahlen steigen mit zunehmender Artenzahl immer weniger stark an, der Quotient aus Arten- und Individuenzahlen (S/N) nähert sich einem asymptotischen Grenzwert. Dieser Wert x liegt zwischen 0 und 1. Er wird im logarithmischen Kurvenverlauf der probeflächenspezifischen Arten-Abundanzkurven errechnet.

$$\alpha = N(1-x)/x$$

N = Gesamtindividuenzahl auf einer Probefläche

x = Wert zwischen 0 und 1

3. Der Shannon-Wiener-Index (H_S) ist eine Informationsmaßzahl (Magurran 2009) und ein Ausdruck für die Ungleichverteilung der Individuen auf die Arten in einer Probefläche. In die Berechnung des Shannon-Wiener-Index gehen die Dominanzanteile der Arten und somit sowohl die Arten- als auch die Individuenzahlen ein. Aus der Größe des Index lässt sich damit nicht schließen, welcher der beiden Parameter die Größe des Wertes entscheidend beeinflusst hat. Charakteristische Werte des Shannon-Wiener-Index bewegen sich zwischen 1,5 und 3,5.

$$H_S = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

H_S = Shannon-Wiener-Index

p_i = n_i/N

n_i = Individuenzahl der Art i

N = Gesamtindividuenzahl auf einer Probefläche

Beta-Diversität (β-Diversität, Lebensraum kennzeichnende Vielfalt in der Artengemeinschaft/-en und deren Veränderung in der Zeit)

Die Veränderungen der Artengemeinschaften betrifft in in den Untersuchungsflächen sowohl die Gesamtartenzahl als auch die in den jeweiligen Untersuchungsjahren nicht mehr bzw. neu nachgewiesenen Arten (Artenwechsel bzw.-turnover, u.a. ein Maß zur Beschreibung der Sukzession an einem Standort). Sie wird nach Mühlenberg (1993) mit folgender Formel berechnet:

$$\frac{J + E}{S1 + S2}$$

J = 2012 neu nachgewiesene Arten

E = nur 2011 nachgewiesene Arten

S1 = Artenzahl 2011

S2 Artenzahl 2012

Fidelity-Index (Lebensraum/Kulturen kennzeichnende Arten/Charakterarten)

Der Fidelity-Index ist eine Maßzahl für die Konzentration von Arten in einer Probefläche und kann bei Einbeziehung von standorttypischen Parametern (Temperatur, Feuchte, Licht, Struktur) als Indikatorwert einer Art für die in einer Probefläche herrschende Kombination von abiotischen und biotischen Parametern (kulturspezifische Lebensraumparameter) verwendet werden (Tichý et al. 2010). An den Modellstandorten Allendorf und Scheyern wurde der Fidelity-Index von Dufrene/Legendre (1997) verwendet, der von den Autoren auch als Indikatorwert (IndVal) bezeichnet wird. Er wurde aus presence/absence-Daten für alle Arten auf Einzelfallenbasis berechnet.

$$\text{IndVal} = (n_p/N_p) / [n_p/N_p + (n - n_p)/(N - N_p)] * n_p/N_p$$

IndVal = Indikatorwert (Fidelity-Index)

n_p = Frequenz einer Art in einer Probefläche (fünf Wiederholungen)

N_p = Frequenz einer Art in allen Probeflächen (50 Wiederholungen)

n = Anzahl der Wiederholungen in einer Probefläche (fünf)

N = Anzahl der Wiederholungen in allen Probeflächen (50)

Der Fidelity-Index kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei Arten, bei denen Werte oberhalb von 0,6 errechnet wurden, einen hohen Indikatorwert für die Untersuchungsfläche besitzen bzw. als sehr charakteristisch für sie gelten.

Clusteranalyse auf Basis des Renkonen-Index (Analyse der Ähnlichkeit der Artengemeinschaften verschiedener Lebensräume/Kulturen)

Die Entwicklung der Spinnen- und Laufkäferzönosen an den Modellstandorten Marpingen und Spelle wurde in beiden Untersuchungsjahren anhand der Ähnlichkeit der Artengemeinschaften der jeweiligen Untersuchungsflächen (12 in Marpingen und 8 in Spelle) pro Jahr dargestellt. Dazu wurde eine Clusteranalyse basierend auf Pielou (1984) mit dem Programm „Biodiversity Pro“ (McAleece et al. 1997, Grundlagen nach James/McCulloch 1990) durchgeführt. Als Grundlage der Ähnlichkeits-Matrix wurde der Bray-Curtis-Index der Daten auf die relative Häufigkeit pro Fallenstandort und Jahr standardisiert und damit der Renkonen-Index berechnet. Der Renkonen-Index wurde an Stelle des rein qualitativen Sørensen- bzw. Jaccard-Index verwendet, da er nicht nur die An- oder Abwesenheit der Arten sondern auch deren Häufigkeit berücksichtigt (Blick 1994, Mühlenberg 1993, Schwertfeger 1975). Ein weiterer Vorteil der Clusteranalyse ist, dass sie keine linearen Beziehungen der Daten voraussetzt und daher keine Normalverteilung notwendig ist. Die Auswertungen wurden mit den adulten Spinnen und Laufkäfern durchgeführt.

Ferner wurden für die Analysen sowie für die Darstellung der resultierenden Ergebnisse folgende weiteren Computerprogramme verwendet: Designer Version 4.1 (Micrografx Inc., Richardson, TX, USA), EstimateS Vs. 9.0.0. (Colwell, 2013), Juice Vs. 7.0 (Tichý et al. 2010), MS Office 2003 und 2007, SPSS Vs. 12 (IBM Inc., Armonk, NY, USA).

4.4.3.6 Methodische Details Allendorf (Jessica Konrad, Ralph Platen)

Untersuchungsflächen

Untersuchungen der Laufkäfer und Spinnen erfolgten am Standort Allendorf/Haine auf vier Agrarholzflächen (KU1-KU4), einem mit Wildkräutern eingesäten Vorgewende (KUV), einem konventionell bewirtschafteten Acker (ACK) sowie vier Referenzbiotopen (Wiese – WIE, Brache – BRA, Gehölzinsel – GEI und Wald – WAL) (siehe Abbildung 132).

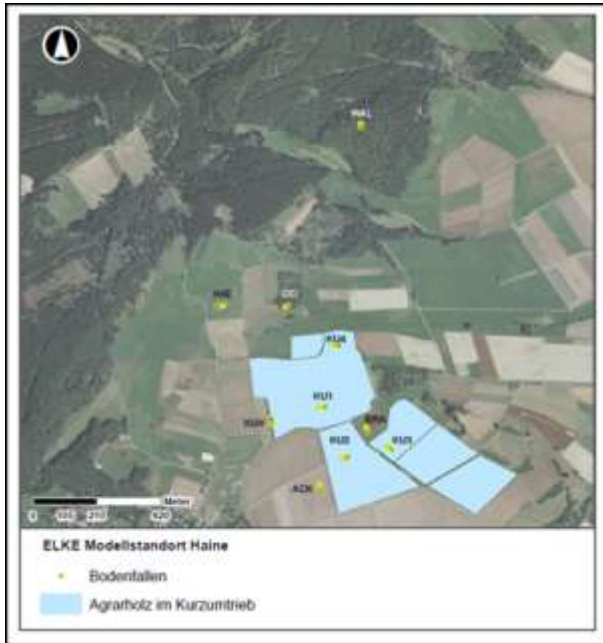


Abbildung 132: Lage der Untersuchungsflächen und Bodenfallen; ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Energieholz im Kurzumtrieb, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Der Acker charakterisiert den Ausgangszustand vor Einrichtung der Agrarholzflächen. Er war in beiden Untersuchungsjahren mit Wintergetreide bestellt. Bei den Agrarholzflächen handelt es sich um Pappelanpflanzungen, die im drei- bis vierjährigen Turnus beerntet wurden, wobei die Probeflächen KU1 bis KU4 unterschiedliche Altersstadien repräsentierten (siehe Tabelle 84).

Tabelle 84: Zustand der Agrarholzflächen in den beiden Untersuchungsjahren.

Standort	2011	2012
KU1	einjähriger Bestand (Ernte im Oktober 2010)	zweijähriger Bestand
KU2	zweijähriger Bestand	dreijähriger Bestand
KU3	dreijähriger Bestand	einjähriger Bestand (Ernte im Winter 2011/12)
KU4	dreijähriger Bestand an schwachwüchsigen Standort	einjähriger Bestand (Ernte im Winter 2011/12)

Richtungsfallen

In der Zeit von Anfang Mai bis Ende Oktober 2012 wurden am Standort Allendorf/Haine in 10 Flächen Richtungsfallen mit dem Ziel installiert, die räumliche Besiedlungsdynamik von bodenaktiven Laufkäfern und Spinnentieren bzw. den Artenaustausch zwischen verschiedenen Habitaten zu untersuchen. In jeweils zwei aneinander grenzenden Flächen wurde je eine Richtungsfaller einer weiteren gegenüber gestellt, sodass insgesamt fünf Richtungsfallerpaare eingesetzt wurden (siehe Abbildung 133). Der Abstand einer Falle zum Biotoprand betrug 10 Meter, wodurch einerseits eine Beeinflussung der Fangergebnisse durch die Tiere einer angrenzenden Fläche ausgeschlossen und andererseits Wanderaktivitäten zwischen den Flächen erfasst werden sollten. Durch vier, jeweils zwei Meter lange und 25 cm hohe Leitbahnen aus Kunststoff, welche kreuzförmig zueinander verbaut wurden, konnten aufgrund der so entstandenen Sektoren zu je 90° vier Laufrichtungen identifiziert werden. Die Leitbahnen wurden 10 cm vertikal im Boden verbaut und abgedichtet, sodass einerseits

ein fester Stand gewährleistet und andererseits ein Untergraben durch Tiere ausgeschlossen war. Im Zentrum der Richtungsfallen wurden die Leitbahnen mit Silikon verklebt, sodass den Tieren ein Überwechseln in andere Sektoren unmöglich war. Nahe dem Fallenkreuz wurden vier handelsübliche Kunststoffbecher in einem Abstand von etwa zwei Zentimetern zu den Leitbahnen mit der Bodenoberfläche abschließend eingegraben. Die Kunststoffbecher wurden in 20 cm langen PE-Rohren so versenkt, dass der Falzrand der Kunststoffbecher mit dem Rand der PE-Rohre genau abschloss. Auf diese Weise wurde die Bildung einer Spalte zwischen Kunststoffbecher und Bodenoberfläche verhindert. Die Leerung der Fallen fand im Abstand von vierzehn Tagen statt. Als Fangflüssigkeit diente eine 10%ige, mit Essigsäure versetzte, Natriumbenzoatlösung, der ein Detergenz zur Verringerung der Oberflächenspannung beigegeben wurde.

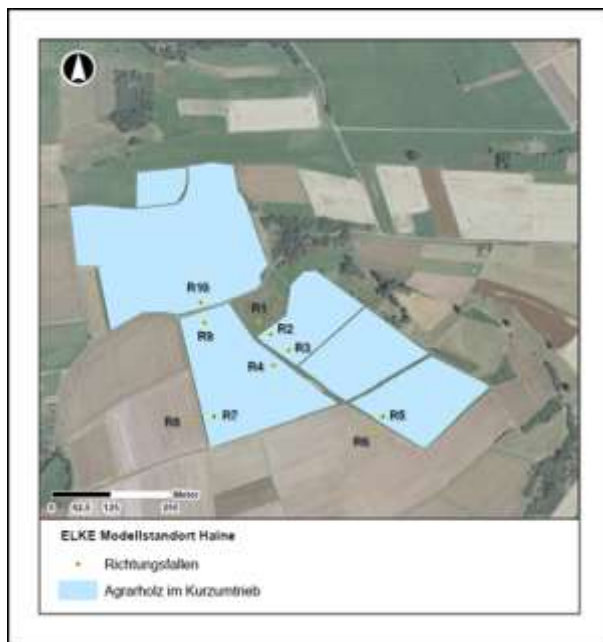


Abbildung 133: Lage der Richtungsfallen in den Energieholzflächen und angrenzenden Flächen am Modellstandort Allendorf/Haine.

4.4.3.7 Methodische Details Allendorf, Eklektorenuntersuchung (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick)

Der Kenntnisstand über Arthropodenzönosen, die höhere Vegetationsstraten nutzen ist relativ gering und beschränkt sich vornehmlich auf die Untersuchungen von großen Bäumen mit Stammeklektoren (Blick 2011, Dorow et al. 2010). In Agrarholzplantagen wurden solche Untersuchungen bundesweit bislang nicht durchgeführt. Allendorf (Hessen) bot sich für die Untersuchung dieser Zönosen besonders an, da hier verschiedene Sukzessionsstadien unterschiedlichen Alters und Stammdurchmessers nebeneinander vorhanden sind. Speziell für die Anforderungen vor Ort entwickelte Eklektoren wurden eingesetzt. Zwei Typen für Stammdurchmesser von 2 bis 6 cm und über 6 cm wurden verwendet (siehe Abbildung 134). Unterschiedliche Spezifikationen beider Typen konnten sowohl Vertikalbewegungen der Arthropoden von unten nach oben als auch umgekehrt erfassen. Die am Stamm entlanglaufenden Tiere wurden dabei durch Absperrvorrichtungen in seitlich an den Eklektoren befestigte Plastikflaschen umgeleitet. Fangflüssigkeit war analog zu den Bodenfallenuntersuchungen eine 10%ige, angesäuerte Natriumbenzoatlösung mit Detergenz. Die

Eklektoren waren, wie bei der Bodenfallenuntersuchung, über 7 Monate bei monatlichem Wechselrhythmus im Einsatz.

Stammdurchmesser 2 bis 6 cm



Stammdurchmesser > 6 cm



Abbildung 134: Eklektoren für 2 – 6 cm (links) und für Stammdurchmesser >6 cm (rechts).

Die Erfassung der Stammfauna mit Eklektoren erfolgte in Agrargehölzen unterschiedlicher Sukzessionsstadien (2, 3 und 4 jährig). Informationen über Fanghöhe, Stammumfang und daraus errechnet der Brusthöhendurchmesser und Ausrichtung der Fallen werden in der Tabelle 85 zusammengefasst.

Die Eklektoren waren vom 4.5.2012 bis zum 6.12.2012 im Einsatz. Die Auffanggefäße für die Arthropoden wurden jeweils am 9.6.2012, 7.7.2012, 7.8.2012, 8.9.2012, 6.10.2012 und 10.11.2012 gewechselt. Untersucht wurden drei Probeflächen mit jeweils 10 Stämmen. Die zwei- und dreijährigen Bestände waren flächig ausgebildet. Die Eklektoren standen hier mit jeweils mindestens 20 Metern Abstand zum Rand im Bestandsinneren. Für die Erfassung an vier Jahre alten Stämmen standen nur eine lineare Reihe, randlich eines flächigen Bestandes zur Verfügung. Die Fallen wurden in allen drei Probefläche in jeweils 5 Meter Abstand an den Stämmen montiert, alternierend nach unten bzw. nach oben fängig.

Tabelle 85: Fangparameter der Baumelektoren (BHD = Brusthöhendurchmesser).

Fallennummer	Fangrichtung	Stammumfang [mm]	Fanghöhe [cm]	BHD [mm]	Bestandsalter
1	von oben	115	115	36,6	2J
2	von oben	95	119	30,2	2J
3	von oben	60	90	19,1	2J
4	von oben	100	107	31,8	2J
5	von oben	100	113	31,8	2J
6	von unten	110	116	35	2J
7	von unten	65	99	20,7	2J
8	von unten	85	122	27	2J
9	von unten	105	105	33,4	2J
10	von unten	100	106	31,8	2J
11	von oben	140	145	14,5	3J
12	von oben	175	147	55,7	3J
13	von oben	155	145	49,3	3J
14	von oben	155	141	49,3	3J
15	von oben	120	135	38,2	3J
16	von unten	110	147	35	3J
17	von unten	110	153	35	3J
18	von unten	145	142	46,1	3J
19	von unten	130	141	41,4	3J
20	von unten	140	139	44,5	3J
21	von oben	205	175	65,2	4J
22	von oben	180	144	57,3	4J
23	von oben	170	135	54,1	4J
24	von oben	195	114	62	4J
25	von oben	215	172	68,4	4J
26	von unten	180	124	57,3	4J
27	von unten	165	126	52,5	4J
28	von unten	220	200	70	4J
29	von unten	240	174	76,4	4J
30	von unten	135	119	43	4J

Die drei Altersklassen unterscheiden sich hinsichtlich der Mittelwerte des Stammumfangs (2 jährig = 93,5 mm, 3 jährig = 138 mm, 4 jährig 190,5 mm) statistisch hochsignifikant (Chi-Quadratstest).

An dieser Stelle möchten wir uns bei Frank Seumer und der Naturschutzjugend Frankenberg für die Betreuung der Fallen vor Ort bedanken.

4.4.3.8 Methodische Details Scheyern (Ralph Platen, Jessica Konrad)

Am Standort Scheyern wurden Agrarholzbestände in 240 m langen Streifen mit 8 m Breite inmitten von konventionell bewirtschafteten Ackerflächen angelegt. In den Streifen wurden im Abstand von 30 m jeweils unterschiedliche Baumarten (Erle, Pappel, Robinie und Weide) im Frühjahr 2009 angepflanzt (siehe Abbildung 135). Die Zusammensetzung der Laufkäfer- und

Spinnentiergemeinschaften wurde in einem Pappel- (KU1) und zwei Weidenstreifen (KU2 und KU3) sowie in sieben Referenzbiotopen, unter denen sich zwei Äcker befanden, untersucht. In einem dieser Äcker (AC1), der im Jahr 2011 mit Kartoffeln und im Jahr 2012 mit Wintergetreide bestellt wurde, befanden sich die beprobten Agrarholzstreifen. Im anderen Acker (AC2) wurde in beiden Jahren Wintergetreide angebaut. Unter den übrigen Referenzbiotopen befand sich eine Wirtschaftswiese (WIE), ein Saum (SAU), der sich zwischen Wiese und der Ackerfläche AC1 befand, eine Feuchtbrache (BRA), ein Waldsaum (WAR) und ein Fichten-Eichenmischwald (WAL).

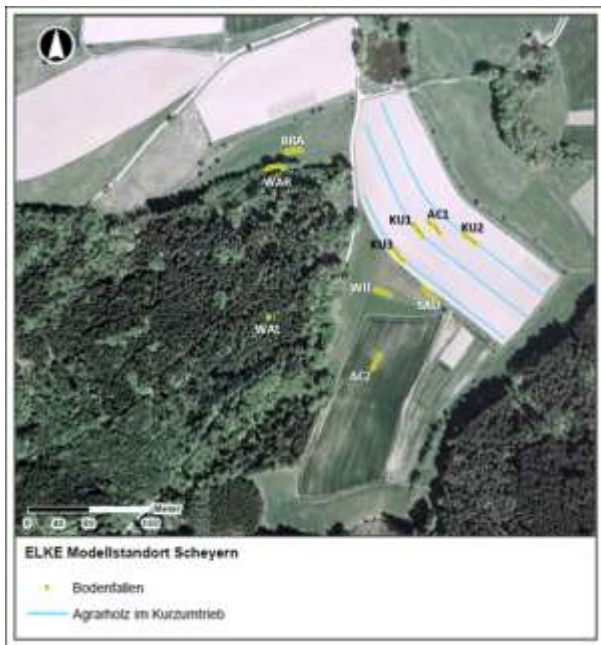


Abbildung 135: Lage der Bodenfallen in den Agrarholzstreifen und Referenzflächen. AC1 = Acker 1, AC2 = Acker 2, BRA = Brache, KU1-KU3 = Agrarholz im Kurzumtrieb, SAU = Saum, WAR = Waldrand, WAL = Wald, WIE = Wiese.

Am Standort Scheyern wurden in jeder der zehn Untersuchungsflächen fünf Barberfallen mit der Bodenoberfläche abschließend in einem Abstand von 5 m eingegraben. Das Kloostergut, auf dem sich die Untersuchungsflächen befanden, wurde sehr häufig von Besuchern, Schülern aus dem Kloostergymnasium, Freizeitsportlern und im Sommer von Pfadfindergruppen frequentiert. Daher wurde dort auf eine Überdachung der Bodenfallen verzichtet, um die Probeflächen weniger auffällig zu machen und so vor Zerstörung zu schützen. Als Fangflüssigkeit wurde 2012 während des gesamten Untersuchungszeitraumes eine 4%ige, mit einem Detergenz versetzte, Formollösung eingesetzt.

Die Untersuchungen wurden von Anfang April bis Ende Oktober der Jahre 2011 und 2012 durchgeführt. Der Wechsel der Fallen erfolgte in 14-tägigem Turnus. Das Fallenmaterial wurde ins Labor transportiert, nach Spinnen und Laufkäfern vorsortiert und anschließend bis zur Bestimmung der Tiere in 70%igem Ethanol aufbewahrt.

4.4.3.9 Methodische Details Marpingen (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick)

In Marpingen wurden aufgrund der hohen Strukturvielfalt in beiden Jahren jeweils 12 Probeflächen untersucht (siehe Tabelle 86).

Tabelle 86: Probeflächen Marpingen (Flächen mit Energiepflanzen sind rot hervorgehoben).

Lokalität	Kürzel	Unter- suchungs- jahr	Tk 25	Nord (WSG 84)	Ost (WSG 84)	Höhe [m NN]
Marpingen A Wald	Mar A	2011/12	6508	49,4414	7,0349	325
Marpingen B Waldrand	Mar B	2011/12	6508	49,4413	7,0353	325
Marpingen C Acker 11/Hafer, Erbse, Bohne	Mar C	2011/12	6508	49,4413	7,0376	345
Marpingen D Agrarholz 11c	Mar D	2011/12	6508	49,4412	7,0379	345
Marpingen E Wildpflanzengemeinde "Feuchte Wiese"	Mar E	2011/12	6508	49,4437	7,0405	340
Marpingen F Agrarholz 12b/Rand	Mar F	2011/12	6508	49,4439	7,0406	340
Marpingen G Agrarholz 12b	Mar G	2011/12	6508	49,4439	7,0407	340
Marpingen H 17 Miscanthus	Mar H	2011/12	6508	49,4428	7,0422	335
Marpingen I Grünland/Obstwiese	Mar I	2011/12	6508	49,4459	7,0373	330
Marpingen K Acker 5/Wickroggen	Mar K	2011/12	6508	49,4466	7,0352	330
Marpingen O Agrarholz	Mar O	2012	6508	49,4414	7,0414	328
Marpingen M Hecke	Mar M	2011	6508	49,4509	7,0372	325
Marpingen N Grünland	Mar N	2011/12	6508	49,4501	7,0417	330

2012 wurde an Stelle der Hecke (Marpingen M) eine ältere Agrarholzanpflanzung (Marpingen O) in das Untersuchungsprogramm integriert.

Die Fallen waren 2011 vom 31.3. bis zum 1.11. und 2012 vom 22.3. bis zum 27.11. in 15 bzw. 16 14tägigen Fangperioden im Einsatz. 2012 wurde die Fangperiode um einen Monat verlängert, um witterungs- und nutzungsbedingte Ausfälle zu kompensieren (siehe Tabelle 87).

Tabelle 87: Fangzeiträume Marpingen.

2011	Fangbeginn	Fangende	2012	Fangbeginn	Fangende
Mar01.11	31.03.2011	15.04.2011	Mar01.12	22.03.2012	16.04.2012
Mar02.11	15.04.2011	30.04.2011	Mar02.12	16.04.2012	30.04.2012
Mar03.11	30.04.2011	12.05.2011	Mar03.12	30.04.2012	09.05.2012
Mar04.11	12.05.2011	26.05.2011	Mar04.12	09.05.2012	23.05.2012
Mar05.11	26.05.2011	09.06.2011	Mar05.12	23.05.2012	08.06.2012
Mar06.11	09.06.2011	21.06.2011	Mar06.12	08.06.2012	23.06.2012
Mar07.11	21.06.2011	08.07.2011	Mar07.12a	23.06.2012	26.06.2012
--	--	--	Mar07.12b	23.06.2012	07.07.2012
Mar08.11	08.07.2011	28.07.2011	Mar08.12	07.07.2012	25.07.2012
Mar09.11	28.07.2011	14.08.2011	Mar09.12	25.07.2012	07.08.2012
Mar10.11	14.08.2011	29.08.2011	Mar10.12	07.08.2012	22.08.2012
Mar11.11	29.08.2011	10.09.2011	Mar11.12	22.08.2012	04.09.2012
Mar12.11	10.09.2011	15.09.2011	Mar12.12	04.09.2012	18.09.2012
Mar13.11	15.09.2011	28.09.2011	Mar13.12	18.09.2012	27.09.2012
Mar14.11	28.09.2011	13.10.2011	Mar14.12	27.09.2012	11.10.2012
Mar15.11	13.10.2011	01.11.2011	Mar15.12	11.10.2012	26.10.2012
--	--	--	Mar16.12	26.10.2012	27.11.2012

Die Bestimmung der Laufkäfer erfolgte nach Müller-Motzfeld (2006). Von Individuen schwierig zu unterscheidender Arten (*Agonum*, *Amara*, *Badister*, *Harpalus*, *Microlestes*, *Ophonus*, *Trechus*) wurden Genitalpräparate angefertigt, um die Bestimmung zu bestätigen.

Die Bestimmung der Spinnen erfolgte nach Nentwig et al. (2013) und der dort und bei Platnick (2013) genannten Spezialliteratur. Auch bei den Spinnen sind gelegentlich Genitalpräparationen notwendig (z.B. bei manche *Lycosiden* oder *Linyphiiden*, wie der Gattung *Porrhomma*).

An dieser Stelle möchten wir uns bei Fabian Feß und Rolf Klein vom Büro Milvus in Dillingen-Diefflen für die Betreuung der Fallen vor Ort bedanken.

4.4.3.10 Methodische Details Spelle (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick)

In Spelle wurden in beiden Jahren jeweils 9 Probeflächen untersucht. (siehe Tabelle 88).

Tabelle 88: Probeflächen Spelle (Flächen mit Energiepflanzen sind rot hervorgehoben).

Lokalität	Kürzel	Untersuchungsjahr	Tk 25	Nord (WSG 84)	Ost (WSG 84)	Höhe [m NN]
Spelle A Nadelwald	Spe A	2011	3611	52,3801	7,5293	41
Spelle B Gründland/Ufer	Spe B	2011/12	3611	52,3827	7,5434	35
Spelle C Hecke	Spe C	2011/12	3611	52,3867	7,5516	36
Spelle D KUP 2	Spe D	2011/12	3611	52,3863	7,552	36
Spelle E KUP 3	Spe E	2011/12	3611	52,3862	7,5523	36
Spelle F KUP 4	Spe F	2011/12	3611	52,3861	7,5525	36
Spelle G Blühstreifen	Spe G	2011/12	3611	52,3865	7,5526	36
Spelle H Acker/Mais	Spe H	2011/12	3611	52,3867	7,5527	36
Spelle I Mischwald licht	Spe I	2012	3610	52,3915	7,4671	43

Im Jahr 2012 wurde an Stelle der des relativ dichten Kiefernforstes (Spelle A) ein lichter Mischwald (Spelle I) in das Untersuchungsprogramm integriert.

Die Fallen waren 2011 vom 13.4. bis zum 10.11. und 2012 vom 28.3. bis zum 12.11. in 14 bzw. 15 14tägigen Fangperioden im Einsatz. Der Fangbeginn wurde 2011 aufgrund der zum Monatsanfang noch nicht erfolgten Bodenbearbeitung um zwei Wochen verschoben. In je einer Fangperiode im Herbst 2011 und 2012 waren die Fallen jeweils einmal über 3 (Periode 13.11) bzw. 4 Wochen (Periode 13.12) fängig (siehe Tabelle 89).

Tabelle 89: Fangzeiträume Spelle.

2011	Fangbeginn	Fangende	2012	Fangbeginn	Fangende
--	--	--	Spe01.12	28.03.2012	14.04.2012
Spe01.11	13.04.2011	29.04.2011	Spe02.12	14.04.2012	28.04.2012
Spe02.11	29.04.2011	13.05.2011	Spe03.12	28.04.2012	10.05.2012
Spe03.11	13.05.2011	29.05.2011	Spe04.12	10.05.2012	26.05.2012
Spe04.11	29.05.2011	11.06.2011	Spe05.12	26.05.2012	09.06.2012
Spe05.11	11.06.2011	26.06.2011	Spe06.12	09.06.2012	23.06.2012
Spe06.11	26.06.2011	07.07.2011	Spe07.12	23.06.2012	08.07.2012
Spe07.11	07.07.2011	23.07.2011	Spe08.12	08.07.2012	19.07.2012
Spe08.11	23.07.2011	06.08.2011	Spe09.12	19.07.2012	04.08.2012
Spe09.11	06.08.2011	19.08.2011	Spe10.12	04.08.2012	18.08.2012
Spe10.11	19.08.2011	02.09.2011	Spe11.12	18.08.2012	01.09.2012
Spe11.11	02.09.2011	16.09.2011	Spe12.12	01.09.2012	13.09.2012
Spe12.11	16.09.2011	01.10.2011	Spe13.12	13.09.2012	12.10.2012
Spe13.11	01.10.2011	22.10.2011	Spe14.12	12.10.2012	26.10.2012
Spe14.11	22.10.2011	10.11.2011	Spe15.12	26.10.2012	12.11.2012

Zur Bestimmung der Laufkäfer und Spinnen siehe vorhergehenden Absatz.

An dieser Stelle möchten wir uns bei Dr. Oliver-David Finch, Katharina Denning, Aaron Jäschke und Florian Müller vom Büro Tierökologische Fachbeiträge in Rastede für die Betreuung der Fallen vor Ort bedanken.

4.4.3.11 Ergebnisse & Diskussion

4.4.3.12 Ergebnisse Allendorf, Laufkäfer (Jessika Konrad)

Zönosenstruktur (Arten- und Individuenzahlen, Diversitätsindizes)

Am Standort Allendorf wurden von Anfang April bis Ende Oktober des Jahres 2011 mit konventionellen Bodenfallen 76 Laufkäferarten in 20.573 Individuen nachgewiesen, im Jahr 2012 waren es 70 Arten in 7.004 Individuen. Mit Richtungsfallen wurden im Jahr 2012 81 Arten in 10.752 Individuen erfasst.

Tabelle 90: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Laufkäfer in den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.

2011										
Parameter	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	36	34	26	45	42	47	40	43	10	21
Individuen	3136	1364	1046	3480	4242	2019	1944	2230	391	721
Simpson	6,4	4,87	4,02	6,25	5,4	7,18	5,2	7,14	4,56	2,57
Alpha	5,7	6,32	4,83	7,29	6,48	8,8	7,13	7,56	1,87	4,06
Shannon	2,15	2,11	1,89	2,25	2,16	2,39	2,12	2,32	1,69	1,51
2012										
Parameter	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	34	33	22	37	40	42	34	36	16	21
Individuen	1757	313	543	972	518	780	670	748	228	475
Simpson	3,86	10,09	4,43	11,25	14,31	10,91	8,5	8,71	6,5	2,68
Alpha	5,98	9,31	4,6	7,62	10,11	9,5	7,56	7,89	3,92	4,5
Shannon	1,94	2,65	1,98	2,79	2,95	2,77	2,56	2,63	2,12	1,67

Die höchsten Arten- und Individuenzahlen (mit Ausnahme der Individuenzahlen im Acker (ACK) im Jahr 2012) sowie die Maxima der unterschiedlichen Diversitätsindizes wurden in beiden Untersuchungsjahren für die Agrarholzflächen KU1-KU3 festgestellt (siehe Tabelle 90). Die Fläche KU1 wurde im Winter 2010/2011 geerntet und entsprach daher im Untersuchungsjahr 2011 einer einjährigen, KU2 einer zweijährigen Agrarholzfläche, KU3 und KU4 waren dreijährig. Im Untersuchungsjahr 2012 besaß KU1 eine Standzeit von zwei Jahren und KU2 war mit drei Jahren die älteste der untersuchten Flächen, die beiden im Vorjahr dreijährigen Flächen wurden im Winter 2011/2012 geerntet. Alle drei Diversitätsindizes, die im Jahr 2011 ihre höchsten Werte in KU3 besaßen, wurden im Untersuchungsjahr 2012 für die nun älteste Fläche KU2 errechnet. Die Minima aller die Laufkäferzönose charakterisierenden Strukturparameter wurden für die gering bewirtschafteten Referenzstandorte WAL und WIE festgestellt.

Tabelle 91: Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer in den Untersuchungsflächen in Allendorf (Richtungsfallen); AC0, AC1 = Wintergetreidefelder, BRA = Brache, KU1 = Agrarholzfläche (Pappelhybriden, zweijährig), KU2_4, KU2_7, KU2_9 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, dreijährig), KU3_2, KU3_3, KU3_5 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, 2011 geerntet).

2012										
Parameter	AC0	AC1	BRA	KU1	KU2_4	KU2_7	KU2_9	KU3_2	KU3_3	KU3_5
Arten	37	46	42	49	46	44	39	47	41	41
Individuen	1155	2053	497	1142	987	1041	388	1159	1095	1235

Die Arten- und Individuenzahlen, die für die Richtungsfallenstandorte ermittelt wurden, zeigten im Vergleich zu den Ergebnissen aus den konventionellen Bodenfallen ein heterogenes Muster (siehe Tabelle 91). Die maximale Artenzahl wurde in KU1 und die maximale Individuenzahl in der Ackerfläche AC1 ermittelt. Auch aus den minimalen Werten ist kein einheitliches Muster zu erkennen. Auf die Darstellung der Diversitätsindizes wurde verzichtet, da die Verteilung ihrer höchsten und niedrigsten Werte auf die Untersuchungsflächen nicht sinnvoll interpretiert werden konnte.

Charakteristische Arten

Zur Ermittlung von charakteristischen Laufkäferarten für die einzelnen Untersuchungsflächen wurde der Fidelity-Index (Treue-Index) nach Dufrene/Legendre (1997) auf der Basis von presence/absence-Daten für beide Untersuchungsjahre berechnet (siehe Tabelle 92). Im Untersuchungsjahr 2011 wurden für alle vier Agrarholzflächen vier, 2012 dagegen sechs charakteristische Arten errechnet. Dabei stimmten drei charakteristische Arten (*Agonum sexpunctatum*, *Amara apricaria*, *Brachynus crepitans*) in beiden Untersuchungsjahren überein. Für die Flächen ACK und BRA wurden 2012 überhaupt keine charakteristischen Arten gefunden.

Tabelle 92: Charakteristische Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreide (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenz).

2011											
Art	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	SP
<i>Abax ovalis</i>									1,00		FWA
<i>Agonum sexpunctatum</i>					0,60						ROB
<i>Amara aenea</i>										1,00	OTH
<i>Amara apricaria</i>				0,60							PIO
<i>Amara communis</i>		0,50								0,50	NWI
<i>Amara convexior</i>		0,80									KTR
<i>Amara lunicollis</i>										1,00	KUL
<i>Amara similata</i>								0,64			WIE
<i>Brachinus crepitans</i>	0,36				0,36						KTR
<i>Calathus melanocephalus</i>										1,00	OTH
<i>Calathus rotundicollis</i>			0,80								WAL
<i>Carabus problematicus</i>			0,50						0,50		WAL
<i>Harpalus luteicornis</i>		0,60									WIE
<i>Notiophilus biguttatus</i>			0,36								WAL
<i>Platynus assimilis</i>							0,83				NWA
<i>Pterostichus burmeisteri</i>									0,63		FWA
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>			0,42						0,42		WAL
<i>Synuchus vivalis</i>			1,00								NWI
<i>Trechus quadristriatus</i>	0,80										ACK
2012											
Art	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	SP
<i>Abax ovalis</i>									0,83		FWA
<i>Agonum sexpunctatum</i>							0,50				ROB
<i>Amara apricaria</i>				0,56							PIO
<i>Amara communis</i>										0,50	NWI
<i>Amara consularis</i>				0,50							KUL
<i>Amara lunicollis</i>										0,39	KUL
<i>Brachinus crepitans</i>				0,30							KTR
<i>Calathus fuscipes</i>										0,42	OTH
<i>Carabus auratus</i>					0,39						KUL
<i>Carabus problematicus</i>			0,42						0,42		WAL
<i>Pterostichus burmeisteri</i>			0,50						0,50		FWA
<i>Stomis pumicatus</i>						0,42					NWI

Die für die Referenzflächen WAL und GEI charakteristischen Arten besaßen ihre Habitatpräferenz in unterschiedlichen Waldtypen, die charakteristischen Arten der Wiese bestanden aus Arten der Kultur- bzw. der offenen Nass- und Trockenhabitate, während die charakteristischen Arten der Agrarholzflächen mit einer Ausnahme eine eher unspezifische Habitatbindung (Pionier- bzw. Rohboden) aufwiesen (siehe Tabelle 92).

Struktur der Carabidenzönosen

Hinweise für die Interpretation der folgenden Ordinationsdiagramme: Die grafische Darstellung der Hauptkomponentenanalyse (PCA) beruht auf der Berechnung von Unähnlichkeiten (Distanzmaßen) zwischen den Arten und Probeflächen. Je näher die Probeflächen (mit den dort erfassten Arten) auf der Zeichnungsebene räumlich zueinander dargestellt sind, desto ähnlicher sind ihre Artengemeinschaften in Bezug auf die vorkommenden Arten und deren Individuenzahlen. Die Distanz zwischen zwei Probeflächen ist daher ein Maß für ihre zoönotische Ähnlichkeit. Sind Arten genau zwischen zwei Probeflächen dargestellt, so kommen sie an diesen beiden mit nahezu gleichen Individuenzahlen vor, Arten, welche nahe am Ursprung des Diagramms (Koordinaten: 0/0) dargestellt sind, kommen mit nahezu gleicher Individuenzahl an allen Probeflächen vor. Befinden sich die Einzelfallen einer Probefläche eng beieinander, ist die Verteilung der Arten- und Individuenzahlen auf die Einzelfallen sehr ähnlich (geringe Varianz), streuen sie weit über die Fläche, so ist die entsprechende Verteilung der Arten und Individuen auf die Einzelfallen sehr inhomogen (große Varianz).

In der Abbildung 136 und Abbildung 137 ist die Verteilung der Laufkäferarten in Abhängigkeit von ihren Individuenzahlen auf die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf für die Fangjahre 2011 und 2012 in Form von Ordinationsdiagrammen dargestellt. Die Einzelfallen einer jeden Untersuchungsfläche sind mit gleicher Farbe markiert.

Im Fangjahr 2011 sind die Laufkäfergemeinschaften der Referenzbiotope Wiese (WIE) und Brache (BRA) sowie auch des Waldes (WAL) und der Gehölzinsel (GEI) deutlich von den übrigen Untersuchungsflächen abgegrenzt (siehe Abbildung 136). Dies gilt ebenso für KU4, eine der beiden dreijährigen Agrarholzflächen.

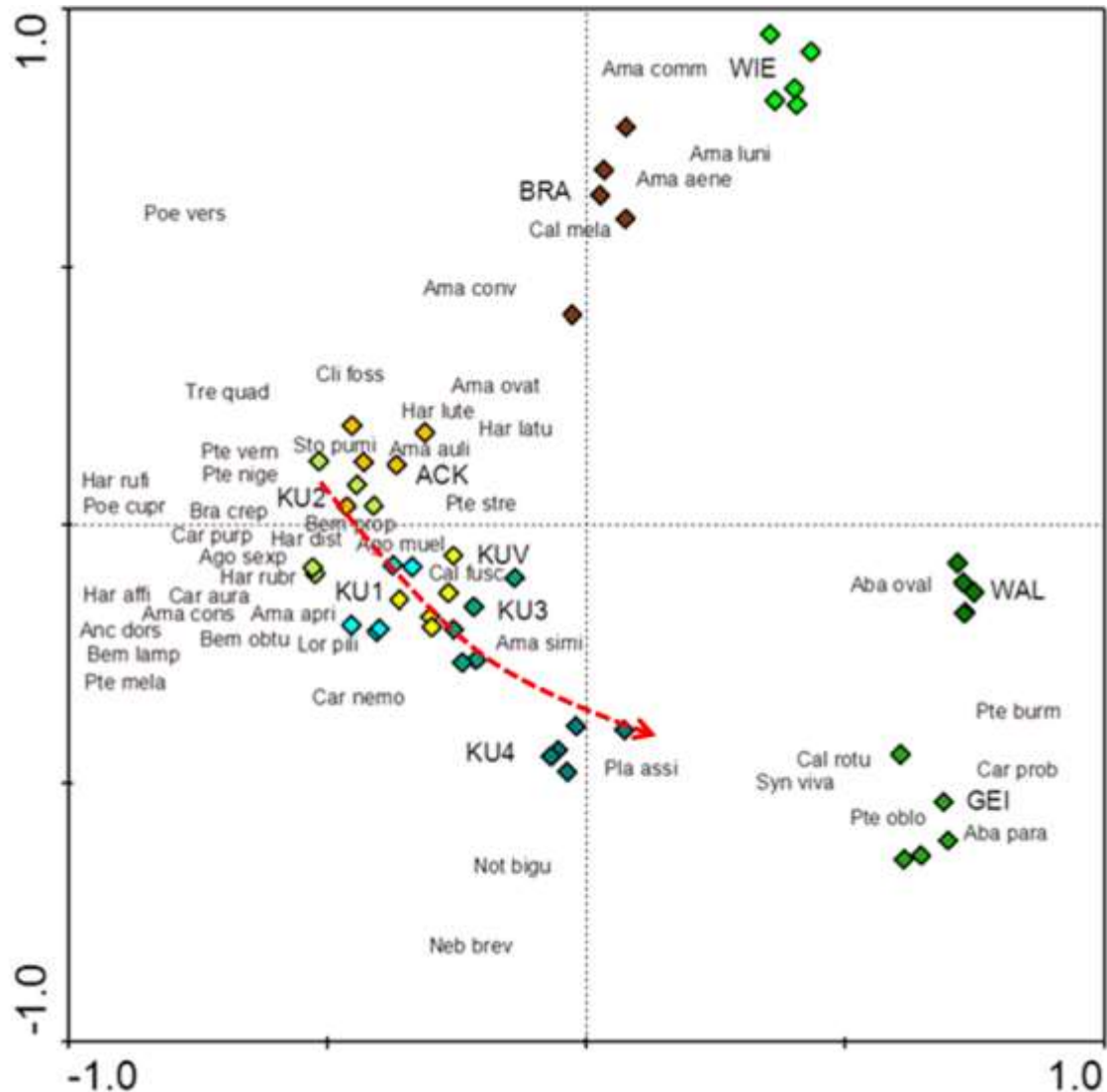


Abbildung 136: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf im Untersuchungsjahr 2011 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.

Die gleich alte Fläche KU3 dagegen zeigt große Ähnlichkeiten in den Laufkäfergemeinschaften mit der 2010 geernteten Fläche KU1 und dem angrenzenden Vorgewende (KUV). Die Artengemeinschaften der zweijährigen Fläche KU2 und des Ackers (ACK) sind einander relativ ähnlich. Diese Ähnlichkeit trifft für das Fangjahr 2012 nicht zu (siehe Abbildung 137). Der Acker (ACK) steht nun isoliert, was auch für die beiden gering bewirtschafteten Gehölzflächen WAL und GEI gilt, die jedoch miteinander stark übereinstimmende Laufkäfergemeinschaften beherbergen.

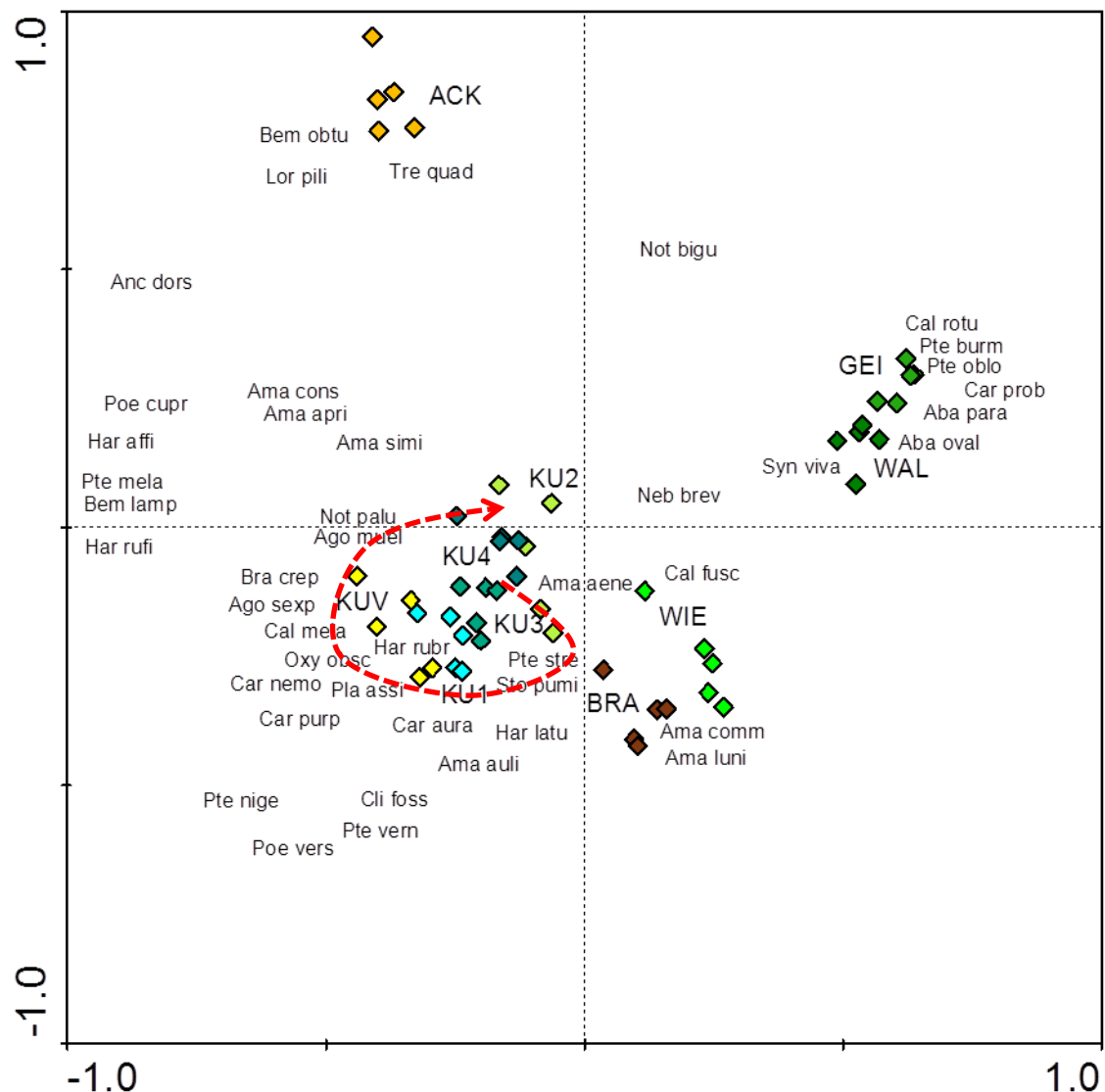


Abbildung 137: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf im Untersuchungsjahr 2012 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.

Die Probeflächen Wiese (WIE) und Brache (BRA) liegen eng beieinander, sind gegenüber den übrigen Standorten jedoch nur assoziiert. Die 2011 geernteten Agrarholzflächen KU3 und KU4 zeigen nach erfolgter Ernte hoch übereinstimmende Carabidenzönosen, die aber auch eine große Ähnlichkeit mit der (schlecht wüchsigen) dreijährigen Agrarholzfläche KU2 besitzen. Etwas abgesetzt davon ist die zweijährige Agrarholzfläche KU1 positioniert, an die das Vorgewende (KUV) räumlich und zoözoologisch eng angrenzt.

Struktur der Individuendominanzen

Definition: Eine homogene Individuendominanzverteilung liegt dann vor, wenn die Art am ersten Platz in der Rangfolge weniger als 30% der Gesamtzahl der Individuen einer Untersuchungsfläche besitzt. Bei Werten zwischen 30 und 50% ist die Verteilung indifferent, stellt eine Art >50% der Individuen, liegt eine inhomogene Verteilung vor.

Dominanzklassifizierung nach Engelmann (1978):

eudominant	≥32,0% der Individuen einer Untersuchungsfläche
dominant	10,0-31,99% der Individuen einer Untersuchungsfläche
subdominant	3,2-9,9% der Individuen einer Untersuchungsfläche
rezedent	1,0-3,1% der Individuen einer Untersuchungsfläche
subrezedent	0,32-0,99% der Individuen einer Untersuchungsfläche
sporadisch	<0,32% der Individuen einer Untersuchungsfläche

Die Laufkäferzönosen waren 2011 mit Ausnahme der Flächen WIE und GEI relativ homogen verteilt. Im Untersuchungsjahr 2012 war die Individuendominanz in der Brache, in den Agrarholzflächen inklusive des Vorgewendes KUV sowie im Wald homogen, im Acker und in der Gehölzinsel GEI indifferent und lediglich auf der Wiese inhomogen verteilt. Eine homogene Verteilung der Individuen war 2011 in den Flächen KU3, KU4, 2012 in allen vier Agrarholzflächen vorhanden. Während der Individuenanteil der Wiesenarten 2011 auch in der grasdominierten Fläche BRA etwa 30% ausmachte, konnten in den Agrarholzflächen dieser ökologischen Gruppe maximal 12% in KU1 zugeordnet werden. Mit zunehmendem Alter der Gehölzpflanzungen nahm der Individuenanteil der Wiesenarten ab und betrug in KU4 nur noch 4%. Im Untersuchungsjahr 2012 dominierten Acker- und Wiesenarten alle vier Agrarholzflächen, in der ältesten Fläche befand sich auch eine eurytope Waldart (*Pterostichus niger*). Eine große Ähnlichkeit in Bezug auf die Habitatpräferenz der Arten bestand 2011 zwischen den Flächen ACK und KU1 (65% Ackerarten, 26% Kulturarten, bzw. 60% Ackerarten und 25% Kulturarten). In KU1 verringerte sich der Individuenanteil der Ackerarten von 2011 bis 2012 um die Hälfte, derjenige von Arten der Kulturhabitate wurde durch den Dominanzanteil der Wiesenart *Poecilus versicolor* ersetzt. Die Verschiebung des Dominanzspektrums von Acker- zu Waldarten in den beiden Flächen KU1 und KU2 war gegenüber dem Vorjahr auf niedrigerem Niveau ebenfalls zu beobachten, wobei jedoch nach wie vor die Individuenanteile von Ackerarten jeweils die ersten Rangpositionen innehatten. Für das Jahr 2011 war auffällig, dass nahezu alle in der Waldfläche vorkommenden Waldarten auch in GEI und KU4 nachgewiesen wurden, in letzterer jedoch deutlich individuenreicher. Im Jahr 2012 wurden weder in den älteren noch in den geernteten Agrarholzflächen stenotope Waldarten nachgewiesen, lediglich die eurytope Waldart *Abax parallelepipedus* wurde mit einem Individuenanteil von 0,2% in KU1 gefunden, in GEI wies sie 14% und in WAL 7% Individuendominanz auf. Die Nasswaldart *Platynus assimilis* wurde 2011 in drei, 2012 in allen vier Agrarholzflächen nachgewiesen, davon 2011 in KU4 mit relativ hoher Individuenzahl. *Platynus assimilis* ist geflügelt und es wurden auch fliegende Individuen beobachtet (Larsson 1939, Lindroth 1992). Hierdurch kann diese, wie auch die folgende Art, neu entstehende Gehölzhabitate innerhalb

kürzester Zeit besiedeln. Weitere fünf eurytope Waldarten kamen in allen Agrarholzflächen vor, *Pterostichus niger* wurde 2011 ausschließlich in den Agrarhölzern nachgewiesen. In KU2 erreichte sie 2012 eine Individuendominanz von 13%, wurde in GEI überhaupt nicht und im Wald mit lediglich 1,3% erfasst. Insgesamt kamen in der Fläche KU4 und KU3 je 11 (2011: 9 bzw. 10), in KU2 10 (2011: 8) und in KU1 sechs Waldarten (2011: 9) vor.

Der Anteil xerophiler Arten lag mit Ausnahme der Fläche KU2 in allen Agrarholzflächen deutlich unter dem Anteil xerophiler Arten im Acker (ACK). Mit zunehmender Standzeit der Gehölze nahm dieser Anteil weiter ab und auch der Anteil hygrophiler Arten folgte dieser Entwicklung. Dieses Verhältnis kehrte sich mit Ausnahme von KU4 für xerophile Arten in 2012 um, für die Hygrophilen blieb die Tendenz mit Ausnahme von KU1 erhalten.

Zeitliche Dynamik

Aus der Abbildung 138 und Abbildung 139 können für die Laufkäfer mit Schwerpunktorkommen in Wäldern und im Acker die prozentualen Zu- bzw. Abnahmen im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr abgelesen werden. In den beiden Agrarholzflächen KU1 und KU2 wurden deutliche Zuwächse der Individuen von Waldarten (bei KU2 ca. 20%) bei gleichzeitiger Abnahme der Ackerarten verzeichnet.

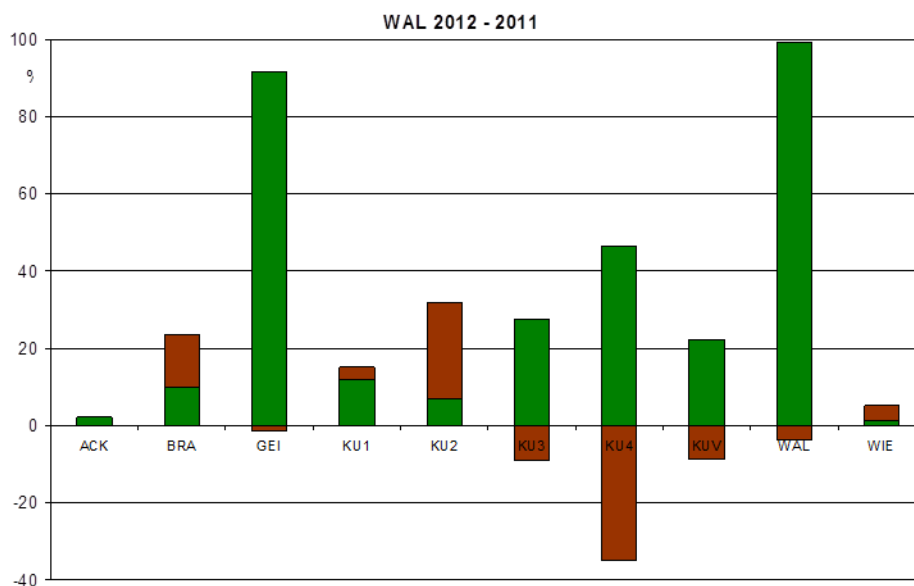


Abbildung 138: Individuenanteile der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Wäldern (alle Waldtypen zusammen genommen) im Untersuchungsjahr 2011 (grün) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, rotbraun) für die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf; ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = Buchen-Eichenmischwald, WIE = Wirtschaftswiese.

In den geernteten Flächen nahmen die Waldartenanteile im Untersuchungsjahr 2012 (besonders in KU4) ab. Hingegen waren keine Zunahmen der Individuenanteile von Ackerarten zu erkennen.

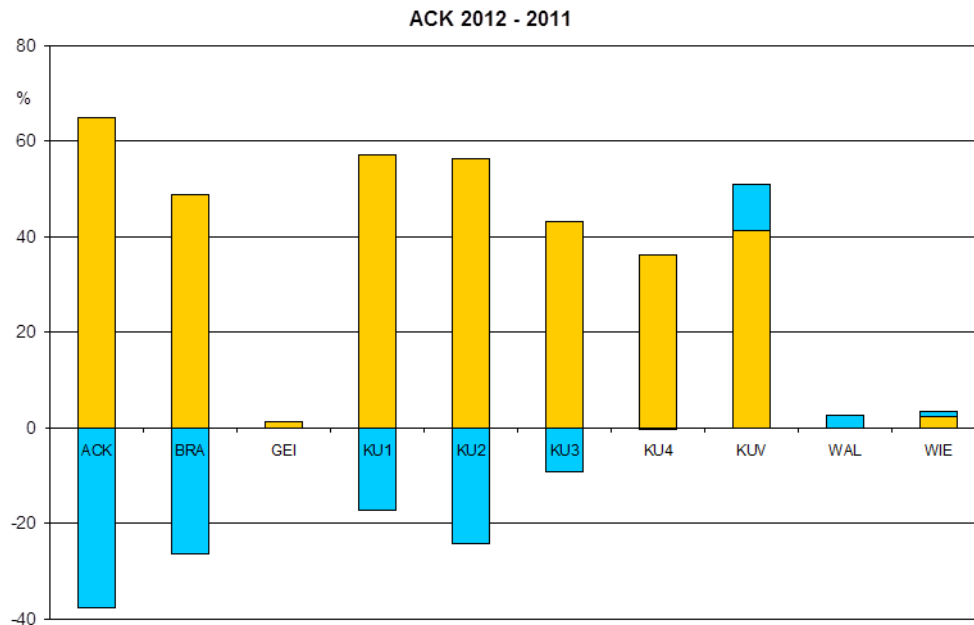


Abbildung 139: Individuenanteile von Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern im Untersuchungsjahr 2011 (gelb) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, blau) für die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf; ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = Buchen-Eichenmischwald, WIE = Wirtschaftswiese.

Im Vorwende (KUV) nahm der Individuenanteil der Ackerarten in 2012 leicht zu, während er in den übrigen Untersuchungsflächen nahezu gleich blieb.

In der Abbildung 140 und Abbildung 141 sind die Individuenanteile verschiedener Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenzen) für die Untersuchungsjahre 2011 und 2012 gegenüber gestellt. Dabei wurden die einzelnen Individuenanteile mit zunehmendem Alter des Gehölzaufwuchses von links nach rechts angeordnet.

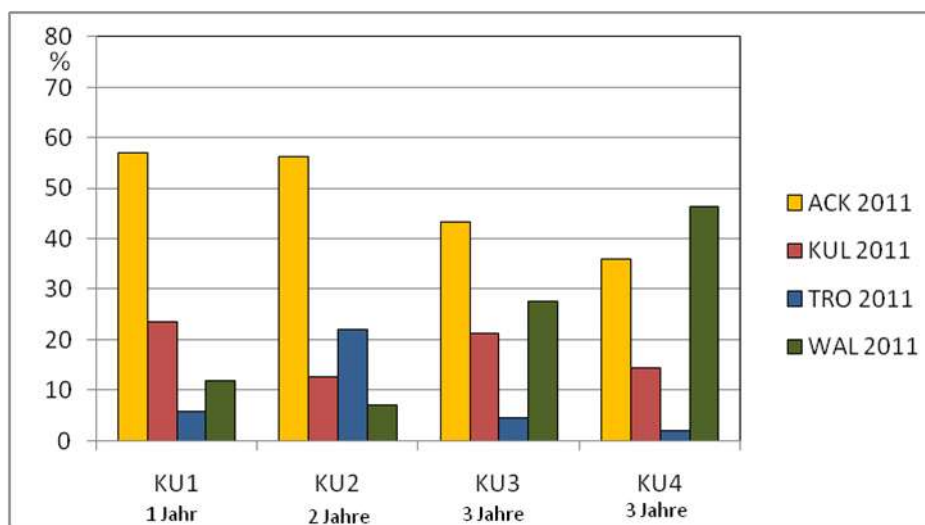


Abbildung 140: Individuenanteile von Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern (ACK), Kulturflächen (KUL), offenen Trockenstandorten (TRO) und Wäldern (alle Waldtypen zusammen genommen) (WAL) im Untersuchungsjahr 2011 in den Agrarholzflächen; KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit).

Aus der Abbildung 141 ist zu ersehen, dass der Individuenanteil der Waldarten mit zunehmender Standzeit der Agrarholzflächen im Untersuchungsjahr 2012 tendenziell zunahm. Dabei verblieb nach der Ernte von KU1 im Winter 2010 ein Individuenanteil von rund 13% an Waldarten in der Fläche.

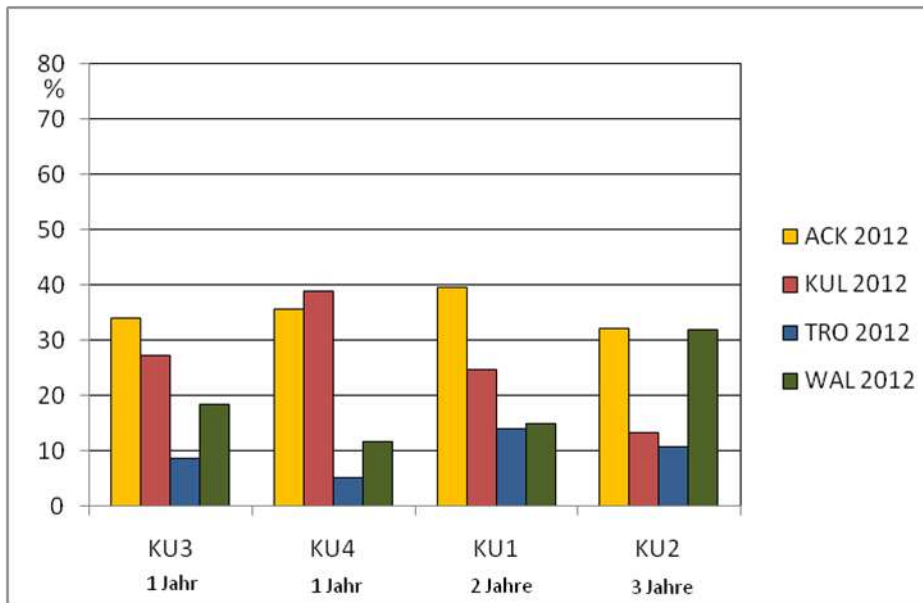


Abbildung 141: Individuenanteile von Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern (ACK), Kulturlflächen (KUL), offenen Trockenstandorten (TRO) und Wäldern (alle Waldtypen zusammen genommen) (WAL) im Untersuchungsjahr 2012 in den Agrarholzflächen; KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit).

Nach der Ernte der beiden Agrarholzflächen KU3 und KU4 im Winter 2011 verblieb ein Individuenanteil der Waldarten zwischen 10 und 20% in den Flächen, der Waldartenanteil von KU1 nahm gegenüber dem Vorjahr dagegen nur gering, der von KU2 jedoch um ca. 20% zu. Der Individuenanteil der Ackerarten von 30-40% in den beiden Flächen KU3 und KU4 veränderte sich nach der Ernte nicht wesentlich. Dagegen nahm er von jeweils 55% im Jahr 2011 auf 40% in der Fläche KU1 und auf ca. 30% in KU2 im Jahr 2012 ab (siehe Abbildung 141). Die Ergebnisse, besonders für die Dynamik von Individuenanteilen der Waldarten, können als erste Bestätigung für die Sägezahnhypothese gelten, die das Verbleiben eines bestimmten Anteils der ökologischen Gruppe „Waldarten“ nach der Ernte der Gehölze postuliert. Der Anteil liegt nach den Ergebnissen der ersten zwei Untersuchungsjahre zwischen 10 und 20%.

Räumliche Dynamik

Mit Hilfe von Richtungsfallenpaaren wurden drei unterschiedliche Aspekte der Besiedlungsdynamik von Laufkäfern und Spinnen untersucht.

1. Von zentraler Bedeutung war die Frage, ob durch die Ernte schnell wachsender Gehölze eine gerichtete Wanderbewegung bei Laufkäfern und Spinnentieren in angrenzende Flächen erfolgt. Hierzu wurden zwei landwirtschaftlich genutzte Offenlandbiotope (Acker, Brache) sowie eine Energieholzfläche im dreijährigen Aufwuchsstadium ausgewählt (siehe Abbildung 132).

2. Der Einfluss der räumlichen Nähe eines angrenzenden Ackers auf die Zusammensetzung der Zönose der Energieholzfläche im dreijährigen Aufwuchsstadium. Gibt es gerichtete Wanderbewegungen von Arten zwischen diesen Flächen?
3. Mittels eines weiteren Fallenpaares wurde der Einfluss der direkten Benachbarung von Energieholzflächen unterschiedlicher Aufwuchsstadien untersucht. Hierzu wurde je eine Richtungsfalle in einer zweijährigen sowie in einer dreijährigen Gehölzfläche eingerichtet.

Diese Untersuchungen sollten zur Beantwortung folgender Fragen beitragen:

- Wie reagieren die Tiere auf eine starke Veränderung des Habitates, wie sie durch die Ernte schnell wachsender Gehölze hervorgerufen wird?
- Verbleiben die Tiere in der geernteten Fläche oder wandern sie ab?
- Gibt es gerichtete Wanderbewegungen von Arten zwischen den angrenzenden Flächen?
- Wandern Tiere aus angrenzenden Lebensräumen in diese Fläche ein?
- Gibt es eine Wanderbewegung von Arten zwischen einer Energieholzfläche im dreijährigen Aufwuchsstadium und einem Acker sowie zwischen Energieholzflächen unterschiedlicher Aufwuchsstadien?
- Wenn eine Wanderbewegung stattfindet, ist diese gerichtet oder ungerichtet?

Als gerichtete Bewegung wurde gewertet, wenn innerhalb einer Richtungsfalle, also im direkten Vergleich aller vier Segmente einer Richtungsfalleineinheit, deutliche Unterschiede in Bezug auf die Individuenzahlen eines Schwerpunkt-vorkommens (siehe Tabelle 191) im Vergleich zur gegenüberliegenden Richtungsfalle an der nächstliegenden oder der am weitesten entfernt liegenden Einzelfalle vorhanden waren (siehe Abbildung 142). Die Fangergebnisse aus den hierzu seitlich liegenden Fallen wurden nicht als gerichtete Bewegung gewertet. Diese dienten ausschließlich der Einordnung der Fangzahlen im Vergleich.

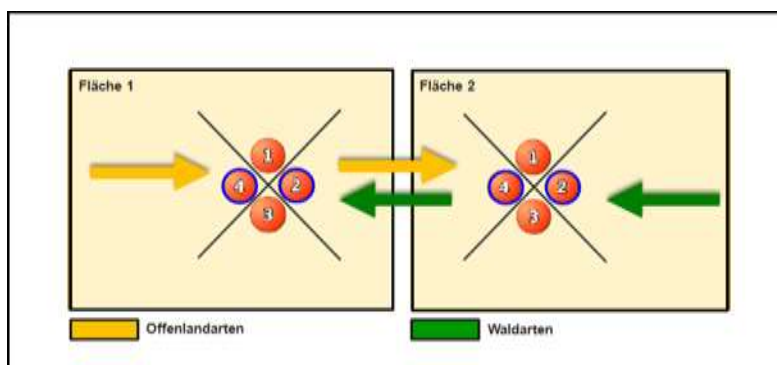


Abbildung 142: Schematische Darstellung eines Richtungsfallenpaares. Die richtungsrelevanten Fallen sind blau markiert. Eine als gerichtete Bewegung von Offenlandarten gewertete Laufaktivität, ausgehend von der Fläche 1, erfolgt für beide Richtungsfalleineinheiten jeweils nur für die Fangergebnisse der Falle 4, für die Waldarten der Fläche 2 analog jeweils nur für Falle 2.

Folgende Möglichkeiten einer gerichteten Laufbewegung konnten auftreten:

- Die höchste Individuenzahl eines Schwerpunkt-vorkommens trat in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die weiteste Entfernung zur Nachbarfläche aufwies, auf (in der Abbildung 142 der Fläche 2 für Waldarten in der Falle 2).
- Die maximale Individuendichte eines Schwerpunkt-vorkommens wurde innerhalb eines Richtungsfallenpaares in der Einzelfalle gefunden, welche die kürzeste Distanz zur Nachbarfläche aufwies (in der Abbildung 142 der Fläche 1 für Waldarten in der Falle 2).
- Die geringste Individuenzahl eines Schwerpunkt-vorkommens trat in einer dieser Einzelfallen auf.

Die erfassten Wanderbewegungen sind nach den unter Ziffer 1 und 2 aufgeführten Einzelfällen je Flächenpaar separat in der Abbildung 143 und Abbildung 144 dargestellt.

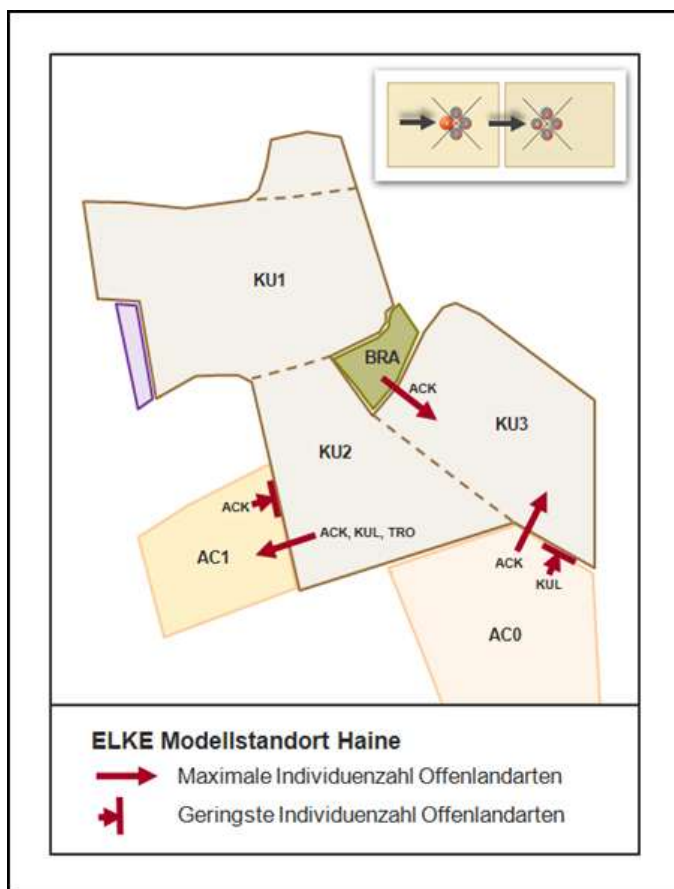


Abbildung 143: Gerichtete Wanderbewegungen von Laufkäfern zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunkt-vorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die weiteste Distanz zur Nachbarfläche aufweist.

Nach der Holzernte (Winter 2011/2012) und der damit verbundenen starken Veränderung der Habitateigenschaften zeigte sich während des darauf folgenden Aktivitätszeitraumes eine gerichtete Wanderaktivität von Ackerarten aus der Brache in die geerntete Fläche KU3. Auch aus dem benachbarten Acker AC0 war eine bevorzugte Wanderungsrichtung von Acker- und Kulturarten in die Fläche KU3 abzulesen. Eine gerichtete Aktivität, z.B. von Waldarten, ausgehend von der geernteten Fläche KU3 war hingegen nicht feststellbar.

Ausgehend von der Agrarholzfläche im dreijährigen Aufwuchsstadium (KU2) konnte eine gerichtete Wanderung von Acker- und Kulturarten sowie Arten der offenen trockenen Habitate zum Acker AC1 registriert werden.

Zwischen den Gehölzflächen unterschiedlicher Aufwuchsstadien (KU1 und KU2) war keine gerichtete Wanderbewegung erkennbar.

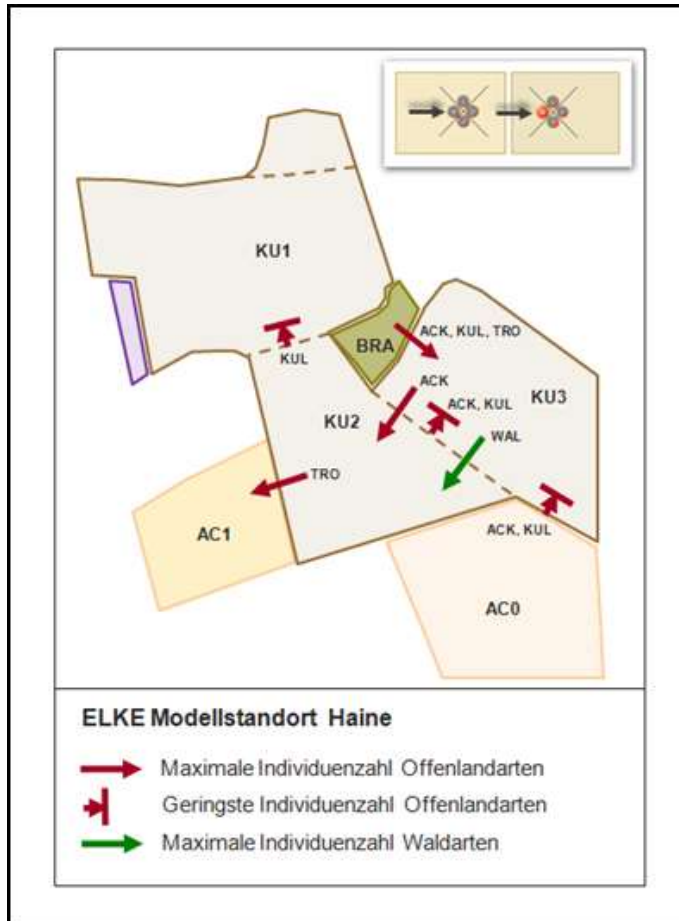


Abbildung 144: Gerichtete Wanderbewegungen von Laufkäfern zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die kürzeste Distanz zur Nachbarfläche aufweist.

Die höchsten Individuenzahlen der Acker- und Kulturarten sowie Arten der offenen trockenen Habitate wurden in der der Brache am nächsten liegenden Einzelfalle der Fläche KU3 gefunden. Auffällig geringe Werte traten innerhalb des Richtungsfallenpaares AC0-KU3 bei den Acker- und Kulturarten auf. In KU2 zeigten sich die höchsten Individuenzahlen der Acker- und Waldarten in der Einzelfalle, die die kürzeste Distanz zur Fläche KU3 aufwies. In der Fläche AC1 traten die meisten Individuen der Arten der offenen, trockenen Habitate in der Einzelfalle, die der Fläche KU2 am nächsten lag, auf.

Gefährdete Arten

Die Anzahl der gefährdeten Laufkäferarten für Hessen (Malten, 1998) (inkl. der Kategorien „G“ und „V“) in den Untersuchungsflächen ist in der Tabelle 93 dargestellt. Die Agrarholzflächen wiesen in beiden Jahren die meisten gefährdeten Arten auf. Ihre Anzahl bewegte sich zwischen drei und sechs (2011) bzw. zwischen eins und fünf (2012). Darunter sind sowohl Arten der offenen Kulturhabitate, der

Äcker sowie Arten mit Bevorzugung von offenen Nasshabitaten, offenen Trockenhabitaten, Pionierböden bzw. Vorwäldern. In den Agrarholzflächen befanden sich auch Arten, die in unterschiedlichen Kategorien bundesweit gefährdet sind (Trautner et al. 1998).

Tabelle 93: Gefährdete Laufkäferarten auf den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende an KU1, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese; RL = Rote Liste, für Hessen: Malten (1998), für Deutschland (RL_D): Trautner et al. (1998), 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär.

2011										
RL-Kategorie	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
0										
1										
2		1				1				
3	1		1	2	1	3	2	2		
R										
V	1	1		2	2	2	1	1		
G										
D								1		
RL Hessen	2	2	1	4	3	6	3	3		
Artenzahl	36	34	26	45	42	47	40	43	10	21
RL_D	2	2		3	2	5	4	2		1
2012										
RL-Kategorie	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
0										
1	1					1				
2						1				
3				1	1	1				1
R										
V	2	1		1	2	2	1			
G										
D										
RL Hessen	3	1		2	3	5	1			1
Artenzahl	34	33	22	37	40	42	34	36	16	21
RL_D	4	11		1	4	3	1	1		

Die bewaldeten Referenzflächen und die Wirtschaftswiese wiesen in beiden Jahren keine bzw. nur eine in Hessen gefährdete Art auf. In jeder der Flächen, in denen Richtungsfalleneinheiten standen, wurden unter den Laufkäfern Arten gefunden, die für Hessen als auch/bzw. nur für Deutschland als gefährdet gelten (siehe Tabelle 94). Mit vier für Hessen gefährdete Arten stellten das Wintergetreidefeld AC0 sowie die Richtungsfalleneinheiten KU2_4 und KU2_7 in der ältesten Agrarholzfläche sowie KU3_3 und KU3_5 in der geernteten Fläche gleichrangig die Spitzenpositionen.

Tabelle 94: Gefährdete Laufkäferarten auf den Untersuchungsflächen in Allendorf 2012 (Richtungsfallen);
AC0 = Wintergetreidefeld, AC1 = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, KU1 = Agrarholzfläche
(Pappelhybriden, zweijährig), KU2_4, KU2_7, KU2_9 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, dreijährig),
KU3_2, KU3_3, KU3_5 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, 2011 geerntet); RL = Rote Liste, für Hessen:
Malten (1998), für Deutschland (RL_D): Trautner et al. (1998), 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom
Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V =
Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär.

RL-Kategorie	AC0	AC1	BRA	KU1	KU2_4	KU2_7	KU2_9	KU3_2	KU3_3	KU3_5
0										
1										
2					1					
3	3	1	1	1	1	2	1	2	2	2
R										
V	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2
G										
D										
RL Hessen	4	2	2	2	4	4	2	3	4	4
Artenzahl	37	46	42	49	46	44	39	47	41	41
RL_D	1	2	3	2	3	1	2	4	3	2

Die Richtungsfalleneinheit mit den meisten bundesweit gefährdeten Arten befand sich in der geernteten Fläche KU3. Die Vorzugshabitate der gefährdeten Arten aus den Richtungsfallen sind offene Trockenhabitate (fünf), Äcker (zwei), offene Nasshabitate und Wälder (je zwei) sowie Kulturhabitate (zwei).

4.4.3.13 Ergebnisse Allendorf, Spinnen und Weberknechte (Ingolf Rödel, Jessika Konrad unter Mitarbeit von Karl-Hinrich Kielhorn)

Zönosenstruktur (Arten- und Individuenzahlen, Diversitätsindizes)

Mit Bodenfallen wurden im Untersuchungsjahr 2011 am Standort Allendorf 98 Arten in 9.152 Individuen gefangen, im Jahre 2012 waren es 106 Arten in 9.507 Individuen. In den Richtungsfallen wurden im Untersuchungsjahr 2012 136 Spinnen- und Weberknechtarten in 13.813 Individuen nachgewiesen. Die Verteilung der Arten- und Individuenzahlen auf die Standorte sowie die Diversitätsindizes sind der Tabelle 95 zu entnehmen. Die höchsten Artenzahlen sowie die meisten Arten mit ein bis zwei Individuen (charakterisiert durch den höchsten Wert für Alpha) wurden in beiden Untersuchungsjahren in der Brache, die niedrigsten Artenzahlen im Wald (WAL) ermittelt, in dem auch in beiden Jahren die Individuenzahl am niedrigsten war.

Tabelle 95: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Spinnen in den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende an KU1, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.

2011										
Parameter	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	39	45	30	44	37	32	34	29	24	35
Individuen	2064	836	194	759	1539	331	391	1054	135	1850
Simpson	1,86	4,34	6,23	8,62	7,15	8,24	10,38	3,6	9,93	3,73
Alpha	6,82	10,18	9,92	10,17	6,82	8,75	8,95	5,52	8,49	6,13
Shannon	1,27	2,19	2,31	2,65	2,35	2,65	2,67	1,87	2,57	1,87

2012										
Parameter	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE
Arten	33	47	34	37	40	35	34	33	30	39
Individuen	1630	610	279	680	491	497	768	1729	255	2558
Simpson	2,73	7,1	3,4	10,2	8,94	10,04	6,61	4,71	6,58	2,7
Alpha	5,86	11,87	10,15	8,4	10,29	8,59	7,28	5,79	8,83	6,53
Shannon	1,71	2,59	1,95	2,7	2,68	2,65	2,29	2	2,39	1,63

Die Artenzahlen der Spinnen und Weberknechte zeigten in 2011 und 2012 gegensätzliche Trends. Im Jahr 2011 nahmen die Artenanzahlen mit dem Alter der Gehölze kontinuierlich ab, im Jahr 2012 war der Trend umgekehrt. Die Individuenanzahlen zeigten einen abnehmenden Trend mit zunehmendem Alter der Gehölze, wobei die höchsten Individuenanzahlen im ersten oder zweiten Aufwuchsjahr erreicht wurden (KU2 in 2011). Die Diversitätswerte für Alpha und Shannon zeigten für das Jahr 2012 eine zunehmende Diversität mit dem zunehmenden Alter der Gehölze.

Tabelle 96: Arten- und Individuenzahlen der Spinnen und Weberknechte in den Untersuchungsflächen in Allendorf (Richtungsfallen); AC0, AC1 = Wintergetreidefelder, BRA = Brache, KU1 = Agrarholzfläche (Pappelhybriden, zweijährig), KU2_4, KU2_7, KU2_9 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, dreijährig), KU3_2, KU3_3, KU3_5 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, 2011 geerntet).

2012										
Parameter	AC0	AC1	BRA	KU1	KU2_4	KU2_7	KU2_9	KU3_2	KU3_3	KU3_5
Arten	50	56	86	74	62	68	59	57	66	56
Individuen	1650	2537	1719	1558	1125	1182	653	1060	1549	780

Die Richtungsfallenuntersuchungen erbrachten für die Brache bzw. für eine der beiden Ackerflächen (siehe Tabelle 96) die höchsten Arten- und Individuenzahlen. Die minimale Artenzahl trat in der anderen Ackerfläche auf, die geringste Individuenzahl in der ältesten der untersuchten Agrarholzflächen (KU2_9).

Charakteristische Arten

Die charakteristischen Spinnenarten sind der Tabelle 97 zu entnehmen. Im Jahr 2011 wurden für die Agrarholzflächen vier charakteristische Arten ermittelt, 2012 waren es nur zwei Arten. Diese zwei Arten traten in den beiden geernteten Flächen auf und waren mit keiner der charakteristischen Agrarholzflächenarten des Vorjahres identisch. Die größte Anzahl an charakteristischen Arten wurde

2011 in den beiden gehölzdominierten Referenzbiotopen WAL und GEI ermittelt, im Jahr 2012 kam die höchste Anzahl an charakteristischen Arten in der Brachefläche vor.

Tabelle 97: Charakteristische Spinnenarten auf den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktverkommen (Habitatpräferenz).

2011											
Art	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	SP
<i>Alopecosa cuneata</i>										0,39	WIE
<i>Anyphaena accentuata</i>									0,64		FWA
<i>Bathypantes gracilis</i>	0,42										ACK
<i>Coelotes terrestris</i>			0,39						0,39		FWA
<i>Diplocephalus picinus</i>			0,46								FWA
<i>Enoplognatha thoracia</i>										1,00	WIE
<i>Erigonella hiemalis</i>		0,64									RUD
<i>Histoipona torpida</i>									0,53		MWA
<i>Inermocoelotes inermis</i>									0,89		MWA
<i>Ozyptila praticola</i>			0,83								FWA
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>					0,50						ACK
<i>Piratula latitans</i>					0,60						ONH
<i>Porrhomma errans</i>					0,64						VWA
<i>Tenuiphantes flavipes</i>			0,39						0,39		FWA
<i>Tiso vagans</i>										0,80	WIE
<i>Walckenaeria vigilax</i>	0,56										ACK
<i>Xysticus ulmi</i>					0,42						OHA
2012											
Art	ACK	BRA	GEI	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	WAL	WIE	SP
<i>Cnephalocotes obscurus</i>		0,71									RUD
<i>Coelotes terrestris</i>			0,56								FWA
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>		0,36									RUD
<i>Diplocephalus picinus</i>			0,50								FWA
<i>Diplostyla concolor</i>						0,39					VWA
<i>Erigonella hiemalis</i>		0,60									RUD
<i>Inermocoelotes inermis</i>									0,80		MWA
<i>Meioneta rurestris</i>	0,39										ACK
<i>Microneta viaria</i>									0,56		FWA
<i>Pirata uliginosus</i>		0,39									RUD
<i>Robertus neglectus</i>	0,53										KUL
<i>Tallusia experta</i>		0,46									RUD
<i>Tenuiphantes flavipes</i>			0,39						0,39		FWA
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>									0,83		FWA
<i>Xysticus cristatus</i>							0,39				KUL

Die für die Referenzflächen WAL und GEI charakteristischen Arten besaßen ihre Habitatpräferenz in unterschiedlichen Waldtypen, die charakteristischen Arten der Agrarholzflächen setzten sich aus Arten der Äcker, offener Nasshabitats und Kulturflächen sowie aus Vorwaldarten zusammen.

Struktur der Spinnenzönosen

Hinweise für die Interpretation der Ordinationsdiagramme finden sich im Kapitel 4.4.3.12. Ebenso wie bei den Laufkäfern, sind auch für die Spinnen in den Untersuchungsjahren 2011 und 2012 die Gehölzstandorte GEI und WAL von den übrigen Referenz- und Agrarholzflächen deutlich abgegrenzt dargestellt, was auf eine sehr unterschiedlich zusammengesetzte Artengemeinschaft in den beiden gehölzdominierten Referenzhabitaten hindeutet (siehe Abbildung 145 und Abbildung 146). Im Untersuchungsjahr 2012 ist auch die Wiese (WIE) von den übrigen Probestflächen isoliert dargestellt, im Jahr 2011 zeigte die Spinnenzönose der Wiese eine deutliche Ähnlichkeit (Nähe) zur Ackerfläche (ACK).

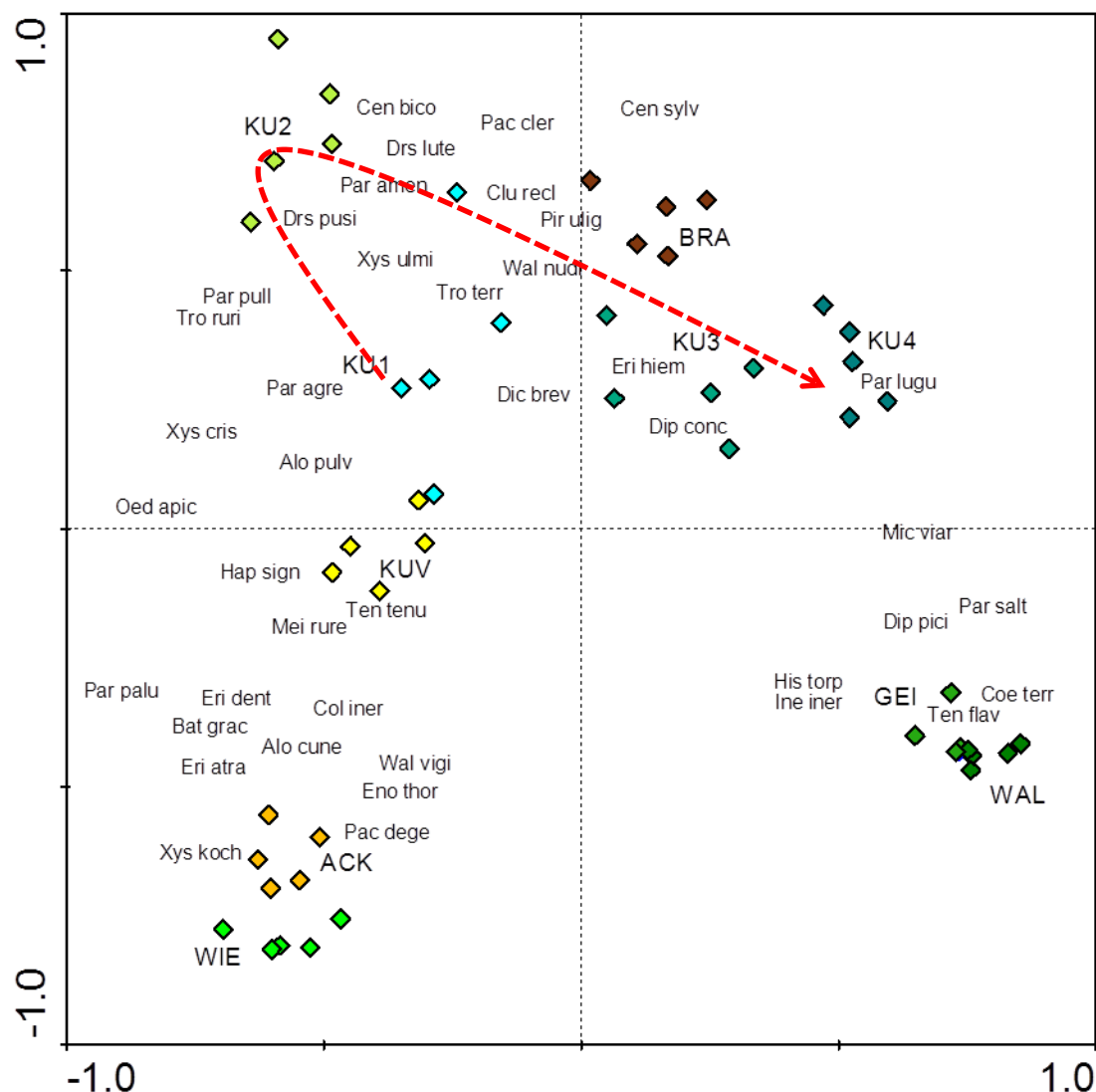


Abbildung 145: Verteilung der Spinnenarten auf die Untersuchungsflächen im Untersuchungsjahr 2011 am Standort Allendorf auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.

Die Spinnenzönosen der Agrarholzflächen zeigten in beiden Untersuchungsjahren anfänglich eine Zusammensetzung, die den Spinnenzönosen der Ackerflächen und des angesäten Vorgewendetes (KUV) teilweise ähnelten, jedoch auch eigenständige Elemente aufwiesen, d.h. sich teilweise von denen des angesäten Vorgewendetes und der Ackerfläche auch partiell unterschieden. Mit dem dritten Standjahr der Gehölze wird die Spinnenzönose auf den Agrarholzstreifen denen der gehölzdominierten Referenzbiotope immer ähnlicher, ohne jedoch eine sehr hohe Übereinstimmung im Arteninventar zu erreichen. Die Einzelfallen der 2010 geernteten Agrarholzfläche KU1 zeigten im Jahr 2011 eine sehr inhomogene Zusammensetzung der Spinnenzönose an. Im Jahr 2012 besaß KU1 eine geringere Varianz in den Artengemeinschaften.

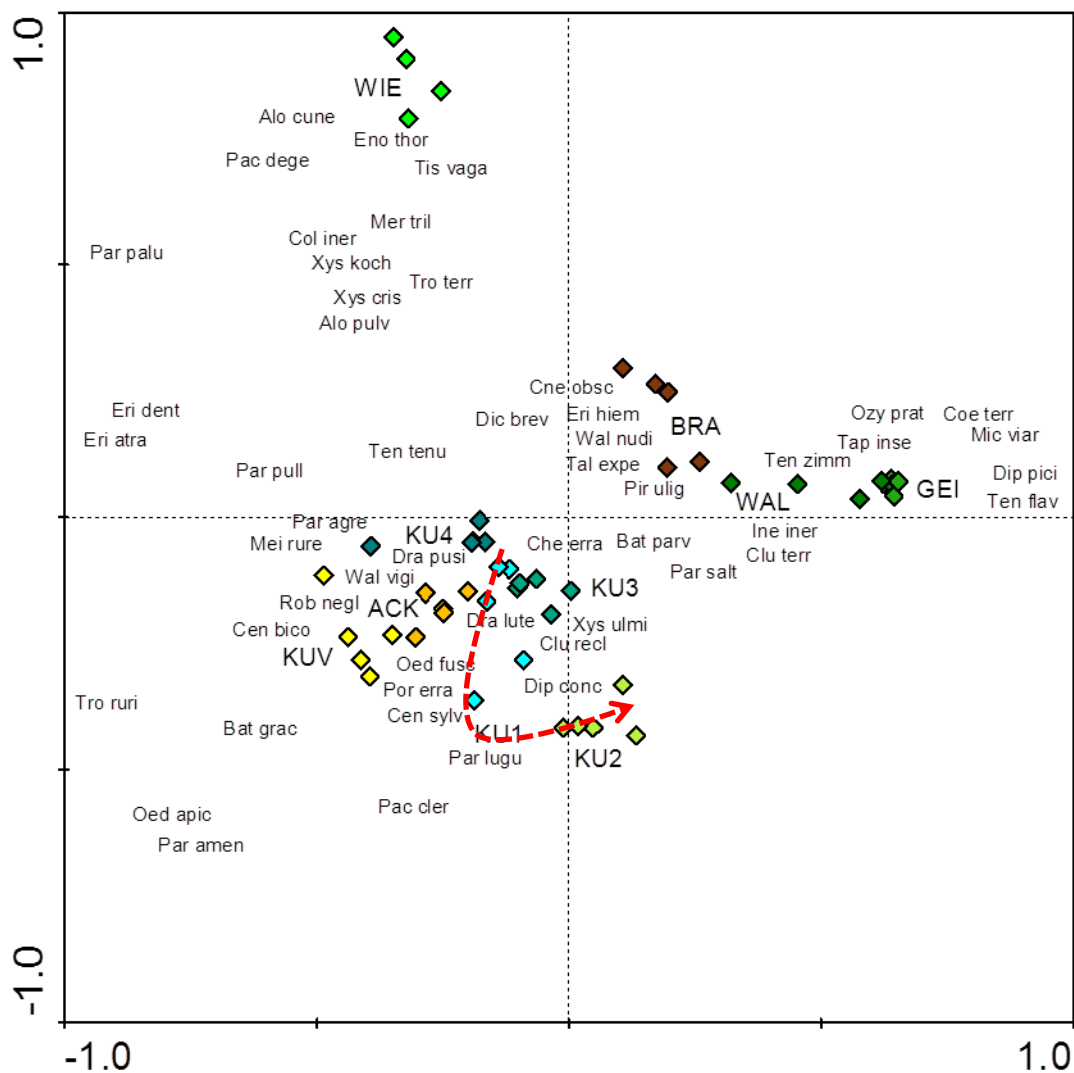


Abbildung 146: Verteilung der Spinnenarten auf die unterschiedlichen Untersuchungsflächen im Untersuchungsjahr 2012 am Standort Allendorf auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.

Struktur der Individuendominanzen

Mit dem Alter der Agrarholzflächen zeichnete sich in der Tendenz eine Zunahme von Waldarten ab, die sich auch in einer zunehmenden Individuendominanz manifestierte. Während in den Agrarholzflächen KU1-KU3 die oberen Rangplätze in der Individuendominanz von Arten offener Standorte im Jahr 2011 eingenommen wurden, belegten diese in KU4 zunehmend Waldarten.

Unter den Arten mit >1% Individuendominanz (Rezedente), fanden sich 2011 in KU1 eine Waldart und eine Vorwald-/Waldrandart, die zusammen 8% der Gesamtindividuen ausmachten. In KU2 befanden sich keine Wald-/Vorwaldarten unter den Arten >1% Individuendominanz. In KU3 stellten eine Wald- und zwei Vorwald-/Waldrandarten, die 11% der Individuen ausmachten, und in KU4 drei Wald- und drei Vorwald-/Waldrandarten einen Individuenanteil von insgesamt 46%. Die in den Flächen Gehölzinsel – GEI und Wald – WAL eudominant aufgetretene Trichterspinnenart *Coelotes terrestris* war in den Agrarholzflächen nur in KU1 mit einem Individuum (sporadisch) gefunden worden. Die Individuendominanzverteilung der Brachefläche zeichnete sich 2011 in den Dominanzrängen >1% durch einen Mix aus Brache-, Wiesen- sowie zwei Waldarten und einer Vorwaldart aus. Die Referenzflächen WAL und GEI beherbergten überwiegend charakteristische Waldarten. In der Waldfläche waren unter den 24 insgesamt nachgewiesenen Arten 12 charakteristische Waldarten und zwei Arten mit Präferenz für Vorwälder/Waldränder mit einer Individuendominanz >1%. In der Gehölzinsel GEI waren es entsprechend sieben Waldarten und zwei Vorwald-/Waldrandarten. Die Rangplätze oberhalb 1% Individuendominanz auf der Wirtschaftswiese waren alle mit Wiesen-, Acker- und ± unspezifischen Offenlandarten belegt.

Habitatfunktionen der mit Pappeln bestellten Agrarholzflächen für epigäische Webspinnen

Aussagen über die Habitatfunktionen eines Lebensraumes lassen sich aus den Habitatpräferenzen der anwesenden Arten ableiten. Zur ökologischen Charakterisierung der Webspinnenzönosen wurden für alle zehn Untersuchungsstandorte die Verteilungen der Individuen nach Schwerpunktorkommen ermittelt und getrennt nach Beobachtungsjahren dargestellt (vgl. Abbildung 147 und Abbildung 148).

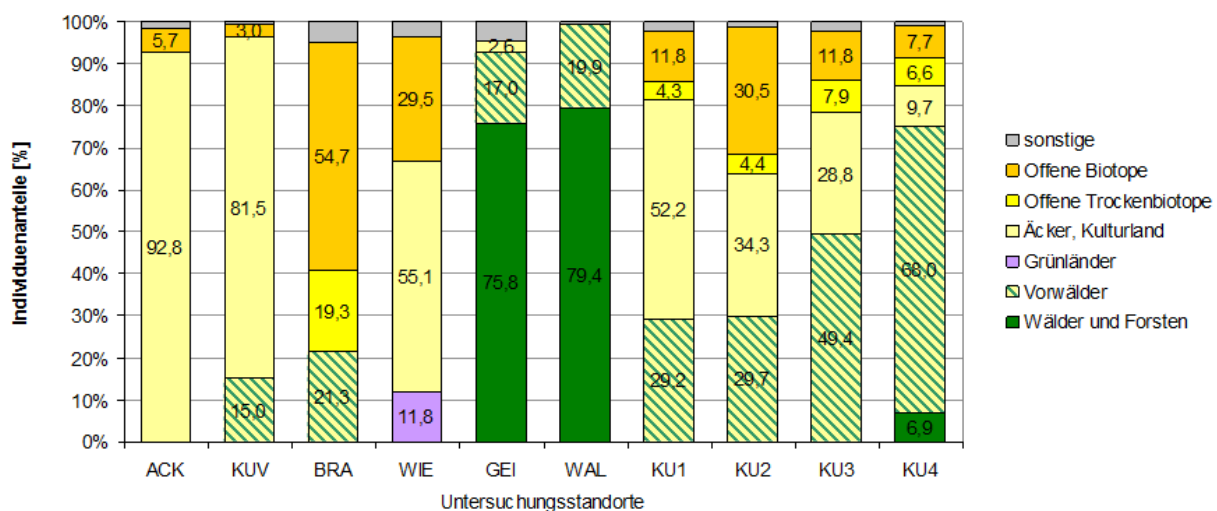


Abbildung 147: Verteilung der im Untersuchungsjahr 2011 erfassten Individuen nach Schwerpunktorkommen.

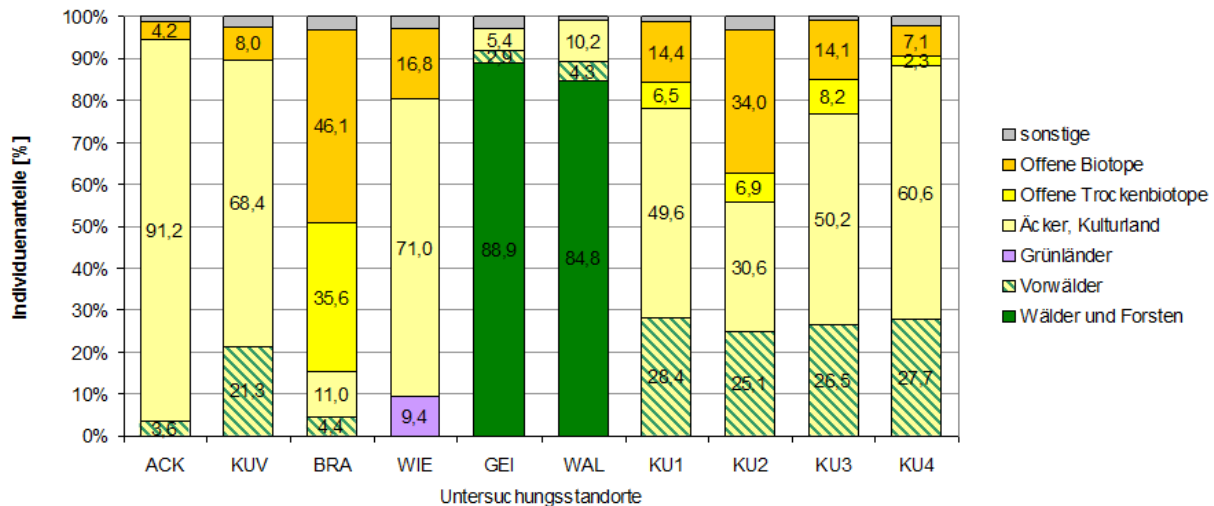


Abbildung 148: Verteilung der im Untersuchungsjahr 2012 erfassten Individuen nach Schwerpunktorkommen.

Die Abbildung zeigt deutliche Unterschiede in den Spinnenzönosen der untersuchten Lebensraumtypen, lässt im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre vielfach aber auch eine weitgehende Konstanz auf den Flächen erkennen. Der letztgenannte Aspekt weist auf relativ stabile Verhältnisse hin und darauf, dass nicht übermäßige Populationsschwankungen die Ergebnisse überlagern, wenngleich eine in bewirtschafteten Kulturlandschaften übliche Dynamik vorhanden ist.

So stellen auf dem Getreidefeld (ACK) erwartungsgemäß typische Ackerspinnen das Gros der erfassten Individuen (*Oedothorax apicatus*, *Erigone atra*, *Erigone dentipalpis*). Zusammen mit weiteren Kulturlandarten erreichen sie in beiden Jahren mehr als 90% am Individuenaufkommen.

Auch im Bereich des angesäten Vorgewendes (KUV) treten Ackerspinnen und Bewohner von offenem Kulturland deutlich in den Vordergrund. Sie weisen auf den gestörten Charakter der im Frühjahr 2011 frisch eingesäten Fläche hin. Besonders große Individuenanteile stellt auch hier die schwerpunktmäßig auf Äckern lebende Zwergspinne *Oedothorax apicatus*. Neben den Acker- und Kulturlandarten bilden Vorwaldbewohner eine weitere nennenswerte Fraktion. Maßgebliche Anteile an ihr haben die Wolfspinne *Pardosa amentata* sowie die Zwergspinnen *Centromerita bicolor* und *Centromerus sylvaticus*.

Die Spinnenzönose der Brache (BRA) wird von Bewohnern unterschiedlicher Offenlandhabitate beherrscht. Häufigste Art war in beiden Untersuchungsjahren *Pardosa pullata*, eine im frischen und feuchten Offenland weit verbreitete Wolfspinne. Eurytope Freiflächenarten stellen etwa die Hälfte der gefangenen Individuen (2011: 54,7%, 2012: 46,1%), während darüber hinaus Spinnen mit Schwerpunktorkommen in unterschiedlichen, jedoch eher trockenen, Offenlandbiotopen (Ruderal- und Pionierfluren) zum aufgenommenen Bestand gehören. Vorwaldbewohner, im Wesentlichen vertreten durch *Centromerita bicolor* und *Centromerus sylvaticus*, erreichten im Jahr 2011 einen Anteil von 21,3% am Gesamtindividuenaufkommen. Dieser ging im Folgejahr auf 4,4% zurück, während die Bewohner offener Trockenbiotope Anteile gewannen und Acker- bzw. Kulturlandarten als neue Fraktion hinzukamen.

Die Spinnenzönose des Grünlandes (WIE) spiegelt gestörte und eher frische bis trockene Verhältnisse wider. Hierfür sprechen die starke Präsenz von Acker- bzw. Kulturlandarten, etwa in Gestalt von *Pardosa palustris* sowie den Zwergspinnen *Erigone atra* und *Erigone dentipalpis*. Zusammen erreichen diese Arten einen Individuenanteil von 55,1% im Jahr 2011 und sogar 71,0% im Jahr 2012. Eine weitere ökologische Gruppe bilden eurytope Freiflächenarten wie *Pachygnatha degeeri*, *Pardosa pullata*, *Alopecosa pulverulenta* und *Xysticus kochi*. Lediglich etwa 10% der erfassten Spinnen gehören Arten an, die ihren Schwerpunkt in Grünland- bzw. Wiesengesellschaften haben. Als solche wurde die Wolfspinne *Alopecosa cuneata* eingestuft, wenngleich auch sie vor allem trockene Habitate mit lückiger Vegetation besiedelt und in klassischem Grünland eher als Störzeiger gilt. Spezialisierte Wiesenbewohner mit hohem Feuchteanspruch fehlen in der Spinnenzönose der Probefläche.

Typische Wald- und Vorwaldarten prägen den in der Gehölzinsel (GEI) aufgenommenen Bestand und stellen zusammen über 90% der gefangenen Individuen. Das Spektrum der Waldbewohner rekrutiert sich vor allem aus Arten, die in unterschiedlichen Wald- und Forstgesellschaften verbreitet auftreten, wobei viele von ihnen Laub- und Nadelwälder gleichermaßen besiedeln. Die höchsten Abundanzen erreichten die Zwergspinnen *Diplocephalus picinus* und *Tenuiphantes flavipes*. Auf dem dritten Dominanzrang folgt in beiden Untersuchungsjahren *Coelotes terrestris*, eine in nicht zu trockenen Gehölzen häufige Trichternetzspinne. Die Präsenz von Vorwaldarten geht in erster Linie auf *Pardosa lugubris* und *Pardosa saltans* zurück, ferner gehören *Centromerus sylvaticus*, *Enoplognatha ovata* und *Neriere clathrata* dieser Fraktion an. Trotz des relativ eurytopen Verhaltens der genannten Spezies werden lichte Gehölzbestände, egal ob Laub- oder Nadelwald, als ihre bevorzugten Biotope aufgefasst. Vorwälder, aber auch Waldränder an Lichtungen und Schneisen, entsprechen diesem Habitatschema in besonderer Weise. Ein in beiden Jahren sehr geringer Anteil von Acker- und Kulturlandbewohnern gründet sich auf sporadische Nachweise der in umliegenden Biotopen häufigen Zwergspinnen *Oedothorax apicatus*, *Erigone atra*, *Meioneta rurestris*, *Tenuiphantes tenuis* sowie der Wolfspinne *Trochosa ruricola*. Ihr Auftreten in der Gehölzinsel wird auf Randeffekte zurückgeführt.

Auch die Spinnenfauna des untersuchten Buchenwalds (WAL) rekrutiert sich fast ausschließlich aus Arten, die ihren Schwerpunkt in Wäldern und Vorwäldern haben. Als Vorwaldbewohner tritt die bereits im Zusammenhang mit der Gehölzinsel erwähnte Wolfspinne *Pardosa saltans* nennenswert in Erscheinung und rangiert im Untersuchungsjahr 2011 mit einem Individuenanteil von 13,2% sogar unter den Dominanten. Waldarten stellen etwa 80% der im Jahr 2011 und 85% der 2012 gefangenen Individuen. Größere Anteile an dieser Fraktion haben *Coelotes terrestris*, *Tenuiphantes flavipes*, *Microneta viaria*, *Diplocephalus picinus* und *Inermocoelotes inermis*. Auffallend ist das Erscheinen von Acker- bzw. Kulturlandarten im Jahr 2012. Namentlich handelt es sich um die beiden auf Äckern sehr häufigen Zwergspinnen *Erigone atra* und *Erigone dentipalpis*, welche mit je 11 Individuen gefangen wurden und damit zusammen knapp 10% der Bestandsaufnahme stellen.

Die Spinnenzönosen der Agrarholzflächen (KU1-KU4) setzen sich aus Vorwaldarten, Spinnen der Äcker und des Kulturlandes sowie Arten anderer gehölzfreier Habitate zusammen. Auf allen Flächen stellen diese drei Fraktionen zusammen etwa 90% des Individuenaufkommens. Der Individuenanteil von Vorwaldarten steht in Zusammenhang mit dem Alter der Kultur, wobei sich Wuchshöhe und

Deckungsgrad der Gehölze als ausschlaggebende Faktoren erweisen. In jüngeren Kulturen stellen die Vorwaldarten etwa 30% des Individuenaufkommens und zwar anscheinend recht unabhängig von den genannten Faktoren. Das gilt im Jahr 2011 für die Standorte KU1 und KU2 sowie 2012, nach Beerntung der KU3 und KU4, für alle vier Flächen. Erst in älteren Kulturen, wie den im Jahr 2011 zur Ernte „reifen“ Plantagen KU3 und KU4, nehmen die Anteile der Vorwaldarten deutlich zu. Sie erreichten auf der Fläche KU3 knapp 50%, auf der KU4 sogar 66%, während an letzterem Standort darüber hinaus erstmals Waldarten nennenswert in Erscheinung treten. Hierbei handelt es sich vor allem um die Zwergspinnen *Diplocephalus picinus* und *Microneta viaria*, welche der Fraktion insgesamt zu einem Individuenanteil von knapp 7% verhelfen. Beide gehören auch in den Referenzbiotopen Buchenwald (WAL) und Gehölzinsel (GEI) zu den häufigen Arten. Größere und in ihrer Ausbreitungsfähigkeit eingeschränkte Waldspinnen fehlen in den Agrarholzflächen nahezu völlig. Die im Rahmen des ELKE-Projektes erhobenen Daten gestatten keine Aussagen darüber, ob und in welchem Maße sich die Präsenz von Waldarten in späteren Zyklen der Energieholzbewirtschaftung an den Untersuchungsstandorten weiter erhöht. Eine entsprechende Sukzession konnten Schardt et al. (2008) bei Untersuchungen von Energiewäldern in der Oberpfalz (Bayern) nachweisen. Ihren Ergebnissen zufolge nahm in den ebenfalls mit Hybridpappeln bepflanzten Agrarholzflächen der Individuenanteil von Waldarten mit den Umtriebszyklen zu. Zur Fauna gehörten dann auch größere Waldarten, wie z.B. die Bodentrichterspinnne *Coelotes terrestris*.

Unter den Vorwaldarten erreichen vor allem *Centromerita bicolor*, *Centromerus sylvaticus*, *Diplostyla concolor* sowie die Wolfspinnen *Pardosa amentata* und *Pardosa lugubris* größere Individuenanteile.

Den absoluten Fangzahlen ist zu entnehmen, dass sich die beschriebene Verschiebung im Verhältnis zwischen Vorwald- und Offenlandarten mit zunehmendem Bestandsalter nicht auf Häufigkeitszunahmen der Vorwaldspinnen, sondern auf einen Rückgang der Offenlandbewohner gründet. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass die erfassten Vorwaldarten innerhalb der Agrarholzflächen keine klaren Präferenzen für bestimmte Altersstadien zeigen, sondern das Spektrum von der frisch beernteten Fläche bis hin zum „reifen“ Bestand relativ undifferenziert als Habitat nutzen.

Für die in jungen, noch hinreichend lückigen Kulturen lebenden Offenlandarten verschlechtern sich die Bedingungen mit zunehmendem Deckungsgrad der Gehölze. Laut den Ergebnissen des Untersuchungsjahres 2011 setzt dieser Prozess etwa im dreijährigen Bestand ein (siehe KU3), wenngleich der Beginn sowohl mit den Wachstumsbedingungen des Standortes als auch der Witterung variieren wird.

Räumliche Dynamik

In der Richtungsfalle der Fläche KU3 zeigten die Waldarten unter den Spinnentieren nach der Ernte eine gerichtete Laufaktivität in Richtung des angrenzenden Ackers AC0 (siehe Abbildung 148). Innerhalb dieser Gehölzfläche waren keine Besiedlungstendenzen in Richtung der Brache oder der Gehölzfläche im dreijährigen Aufwuchsstadium KU2 erkennbar.

Auffällig niedrige Individuenzahlen zeigten die Waldarten innerhalb des Richtungsfallenpaares der Gehölzflächen unterschiedlicher Aufwuchsstadien in der Fläche KU2, was auf eine Meidung dieser Laufrichtung hinweist.

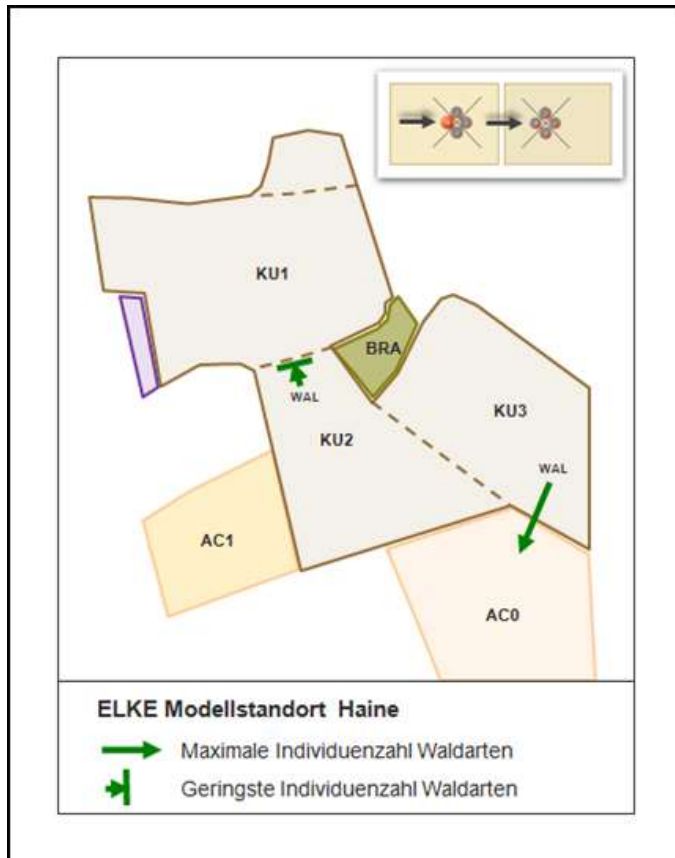


Abbildung 149: Gerichtete Wanderbewegungen von Spinnentieren zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die weiteste Distanz zur Nachbarfläche aufweist (2012).

Maximale Individuenzahlen wurden für Waldarten zwischen den Flächen KU3-KU2 jeweils in der Einzelfalle registriert, die zur gegenüberliegenden Fläche die kürzeste Distanz aufwies (siehe Abbildung 150).

Eine sehr geringe Aktivitätsdichte wurde für die Ackerarten in der Einzelfalle der Fläche AC1, welche zu der Fläche KU2 die geringste Distanz aufwies, ermittelt. Hier wurden lediglich 258 Tiere festgestellt, während in den anderen drei Fällen jeweils mehr als 500 Tiere vorhanden waren.

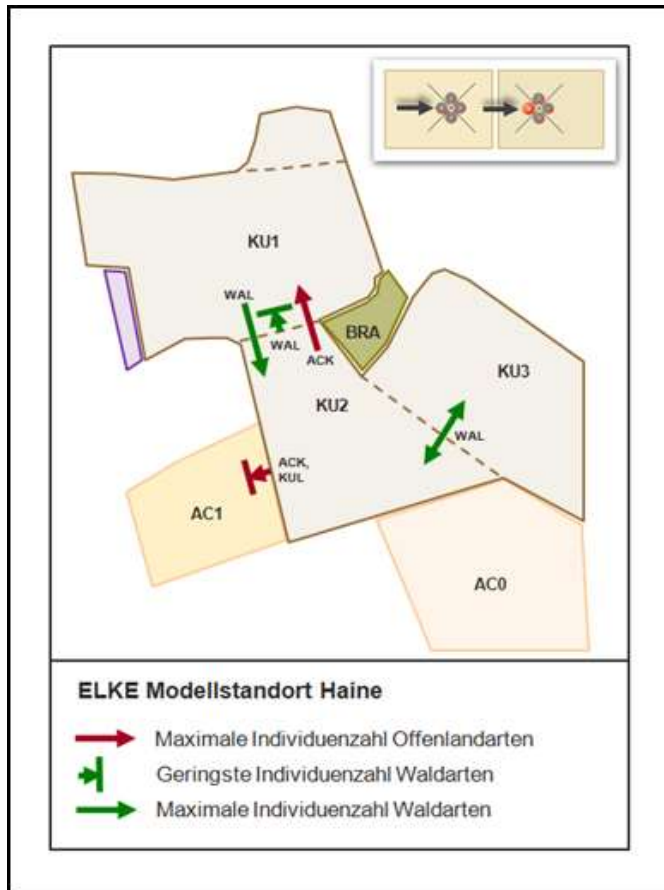


Abbildung 150: Gezielte Wanderrichtungen von Spinnentieren zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenspaars die kürzeste Distanz zur Nachbarfläche aufweist (2012).

Zwischen den Gehölzflächen unterschiedlicher Altersstadien zeichneten sich in Bezug auf die Waldarten gegenläufige Tendenzen ab. So wurden in beiden richtungsrelevanten Einzelfällen der ältesten Fläche KU2 deutlich weniger Waldarten gefunden als in den anderen sechs Einzelfällen, was auf eine Vermeidung von Wanderungen in Richtung KU1 (zweijährig) hindeutet. In umgekehrter Richtung traten die höchsten Individuenzahlen der Waldarten dagegen in der Einzelfalle auf, die in KU2 der Fläche KU1 am nächsten lag. Die meisten Individuen der Ackerarten wurden innerhalb der Richtungsfallens in KU1 in der Einzelfalle, die zur Fläche KU2 die kürzeste Distanz aufwies, gefunden, was auf eine Wanderrichtung von KU2 (dreijährig) nach KU1 (zweijährig) hindeuten könnte.

Diskussion

Nach zwei Jahren Untersuchungszeit zeigt sich, dass die Werte der α -Diversität bei den Laufkäfern in den Agrarholzflächen in beiden Jahren höher sind als in den Referenzbiotopen. Das trifft für die Spinnen nur für den Simpson- (KU4 in 2011, KU1 in 2012) und den Shannon-Index (in beiden Jahren in KU1) zu. Die Diversitätsparameter sind bei den Laufkäfern in beiden Jahren in der jeweils ältesten Agrarholzfläche am höchsten. Daraus folgt, dass die Agrarholzflächen ein hohes Potenzial zur Erhöhung der α -Diversität der Laufkäferzönosen haben. Dagegen besitzen beide Tiergruppen in den Agrarholzflächen nur wenige charakteristische Arten, was bedeutet, dass die meisten Arten, welche in den Agrarholzflächen vorkommen, auch in den übrigen Flächen vorhanden sind. Die Referenzbiotope,

vor allem die Gehölzflächen, die Wiese und die Brache, sind durch eine hohe Anzahl an charakteristischen Arten schärfer gegeneinander und von den Agrarholzflächen abgegrenzt. Vor allem im Untersuchungsjahr 2011 besitzen die Agrarholzflächen mit unterschiedlicher Standzeit gegeneinander und zum Acker abgrenzbare Spinnengemeinschaften, wobei die jungen (ein- bis zweijährigen) Aufwuchsstadien einander noch sehr ähnlich sind. Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Zönosen im Vergleich zu den Referenzbiotopen sind sehr viel größer. Blick/Burger (2002) sowie Schardt et al. (2008) fanden ebenfalls bereits nach vier Jahren Standzeit eines Agrarholzbestandes in Bayern Spinnenzönosen vor, die sich durch einen höheren Anteil an Waldarten von der Zönose des zeitgleich untersuchten Ackers unterschieden. Bei den Laufkäfern des Standortes Allendorf waren im Jahr 2011 noch große Ähnlichkeiten zwischen den Zönosen der Agrarholzbestände und des Ackers vorhanden. Während sich 2011 die Laufkäfer- und Spinnenzönosen der älteren Agrarholzflächen KU3 und KU4 sowohl von denen der jüngeren Flächen als auch untereinander deutlich unterscheiden, ist im Untersuchungsjahr 2012 diese Differenzierung nach erfolgter Ernte aufgehoben. Aufgrund des relativ hohen Anteils von bis zu ca. 20% Waldarten zeigt sich bei den Laufkäfern keine vollständige „Rückentwicklung“ in eine Ackerzönose. Bei den Spinnen ist eine solche Rückentwicklung jedoch deutlicher ausgeprägt, da nach der Ernte die Einbußen an Waldarten bis nahe 40% (KU4) betragen. Darüber hinaus ist zu sehen, dass die Sukzession der Spinnen in den Agrarholzflächen von vormals Ackerzönosen aufgrund des schnellen Gehölzaufwuchses direkt zu einer mit Waldarten dominierten Zönose und nicht über ein Brachestadium verläuft. In der kurzen Standzeit von drei Jahren bildet sich jedoch keine „echte“ Waldzönose aus, da sich die Artengemeinschaften der Referenzbiotope Wald (WAL) und Gehölzinsel (GEI) auch im Vergleich zu den ältesten Agrarholzflächen noch sehr deutlich unterscheiden.

Bei Betrachtung der zeitlichen Veränderung in der Zusammensetzung der Laufkäfergemeinschaften ist deutlich zu erkennen, dass mit zunehmender Standzeit der Gehölze die Individuenanteile der Waldarten 2011 zunehmen, während gleichzeitig die der Ackerarten abnehmen. Sowohl die Zu- als auch die Abnahmen sind bei $p < 0,05$ zwischen der jüngsten Fläche KU1 und den beiden ältesten Flächen KU3 und KU4 statistisch signifikant. In der frisch geernteten Fläche KU1 verbleibt in 2011 ein Restanteil von 13% der Individuen von Waldarten. Nach der Ernte der ältesten Flächen KU3 und KU4 wurde erwartungsgemäß im Untersuchungsjahr 2012 ein Verlust des Individuenanteils an Waldarten bei gleichzeitiger Zunahme an Ackerarten registriert, es verblieb jedoch ein Individuenanteil von 10-20% Waldarten in beiden Flächen. Eine ähnliche Entwicklung zeichnete sich auch auf den von Blick et al. (2003) untersuchten Agrarholzflächen ab. Eine leichte Zunahme des Individuenanteils an Waldarten kann in diesem Jahr für die noch nicht geernteten Flächen KU1 und KU2 registriert werden. Zumindest für die Laufkäfer lässt sich nach zwei Jahren im Trend erkennen, dass die oben postulierte Sägezahnhypothese bestätigt werden kann. Die beschriebene Dynamik verläuft bei den Spinnen im Jahr 2011 ähnlich wie bei den Laufkäfern. Im Jahr 2012 verwischen sich jedoch die Unterschiede in den Individuenanteilen der Waldarten, da sie in den zwei- bzw. dreijährigen Flächen gegenüber dem Vorjahr nur unbedeutend zunehmen, während sie für die geerntete Fläche KU3 ebenfalls zunehmen. Lediglich bei KU4 ist ein erheblicher Verlust bei den Individuenanteilen der Waldarten zu verzeichnen. In dieser Fläche ist auch die größte Zunahme der Individuenanteile von Ackerarten vorhanden. In den

älteren Flächen dagegen ist lediglich eine Abnahme des Individuenanteils von Ackerarten in KU1 zu erkennen.

Stenotope Waldarten treten in den Agrarholzflächen gar nicht oder nur in Einzelindividuen auf. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Blick (2006) und Schardt et al. (2008), die u.a. Bodenfallenuntersuchungen eines Pappel-Agrarholzbestandes jeweils am Ende von drei Aufwuchsperioden zu je sechs Jahren im Vergleich zu einem Acker auf die vorhandenen Spinnenzönosen untersuchten. Dabei nahm der Anteil der Waldarten in jeder Aufwuchsperiode zu, während parallel dazu der Artenanteil der Offenlandarten zurückging. Mit jeder der drei Aufwuchsperioden näherte sich das Artenspektrum dem eines Hochwaldes mehr an. Goßner et al. (2008) untersuchten Wildpflanzen und Arthropodengemeinschaften in Eichenaufforstungen in Bayern und fanden heraus, dass sich die Zönosen erst nach 20 Jahren Standzeit denen eines Hochwaldes angleichen. Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass Aufwuchszeiten von 3-4 Jahren, wie sie am Standort Allendorf üblich sind, viel zu kurz für eine Entwicklung der Laufkäfer- und Spinnenzönosen zum Hochwald sind. Wie im Folgenden ausgeführt wird, könnte sich nach der Sägezahnhypothese der Individuen- und Artenanteil von Laufkäfern und Spinnen, welche Wälder als Lebensraum bevorzugen, einem Niveau von 40-50% annähern. Die Ernte der Fläche nach dem Rotationsprinzip kann diesen Prozess noch erheblich beschleunigen, da den geernteten Teilflächen immer auch ältere Stadien benachbart sind. Dadurch ist eine sehr viel schnellere Besiedlung der geernteten Teilflächen mit Waldarten möglich, als dies bei der zeitgleichen Ernte des gesamten Agrarholzbestandes aus weiter entfernten Waldbiotopen möglich wäre. Eine durchgängige Sukzession der Spinnengemeinschaften in Richtung Vorwald- bzw. Niederwaldzönose trotz zwischenzeitlicher Ernte wurde auch von Schardt et al. (2008) für die von ihnen untersuchten Agrarholzflächen nachgewiesen.

Die beschriebenen Vorgänge machen deutlich, dass die Agrarholzflächen in Allendorf aus zoozönotischer Sicht hochdynamische Systeme darstellen, deren Arten- und Individuenzusammensetzung und die Zusammensetzung ihrer vorwiegenden Habitatpräferenzen mit dem Aufwuchs und der Ernte einem starken Wandel unterzogen sind. Obwohl die Äcker eine weitaus kürzere Umtriebszeit als die Agrarholzflächen besitzen, sind ihre Zönosen, nach der Zusammensetzung der Habitatpräferenzen beurteilt, stabiler, aber auch weniger divers.

Die Anzahl der vorgefundenen gefährdeten Laufkäferarten für Hessen und Deutschland ist zwar insgesamt nicht sehr hoch, aber im Vergleich zu den Referenzbiotopen in den Agrarholzflächen am höchsten. Hier treten auch die meisten Arten aus den hohen Gefährdungskategorien 1-3 (vom Aussterben bedroht, stark gefährdet und gefährdet) auf. Dies gilt für beide Jahre, 2012 auch für eine der geernteten Flächen. Unter den Spinnen befinden sich in beiden Jahren keine für Deutschland gefährdeten Arten, für Hessen existiert keine Rote Liste.

Die Ergebnisse der Untersuchungen mit Richtungsfallen im Jahr 2012 zeigen, dass die Offenlandarten den größten Anteil an der Bewegungsdynamik der Laufkäfer ausmachen. Die stärksten Wanderbewegungen wurden im Zusammenhang mit der Wiederbesiedlung der im Winter 2011/2012

geernteten Energieholzfläche KU3 aus den angrenzenden Flächen Brache (BRA), Gehölz im dreijährigen Aufwuchsstadium (KU2) und Acker (AC0) festgestellt.

In der KU3 (2012: abgeerntet) gegenüberliegenden richtungsrelevanten Falle der Fläche KU2 (dreijährig) wurde die höchste Individuenzahl von Ackerarten gefunden, die überwiegend durch die licht- und feuchtepräferente Art *Bembidion lampros* gestellt wurde. Durch den geringen zeitlichen Abstand zur Ernte wies die Fläche KU3 während des Hauptaktivitätszeitraumes dieser frühjahrsaktiven Art nur einen geringen Deckungsgrad durch Belaubung auf, sodass diese Tiere möglicherweise von der höheren Feuchtigkeit in KU2 angezogen wurden.

In den Flächen BRA und AC0 ist eine gerichtete Bewegung von Individuen der Ackerarten in Richtung der abgeernteten Agrarholzfläche KU3 erkennbar, welche in der Fläche KU3 jedoch nur aus Richtung der Brache erkennbar ist. Auffällig ist, dass in den richtungsrelevanten Fällen der Fläche KU3, die den Flächen AC0 und KU2 gegenüberliegen, jeweils die geringsten Individuenzahlen von Ackerarten gefunden wurden. Dies kann auf eine Vermeidung dieser Laufrichtung (Wanderung von Ackerarten aus dem Acker bzw. des abgeernteten Agrarholzstreifens heraus) hindeuten. Ob dies jedoch eine tatsächliche Laufbewegung widerspiegelt und ob diese aus der Fläche KU3 erfolgt, kann nicht sicher gesagt werden, da eine Untersuchung mittels Richtungsfallen nur indirekte Rückschlüsse auf einen tatsächlich erfolgten Biotopwechsel zulässt. Während eine Richtungspräferenz innerhalb der Richtungsfalleneinheit einer Fläche eindeutig zugeordnet werden kann, können unterschiedliche Faktoren für maximale/minimale Aktivitätsabundanzen in der richtungsrelevanten Falle einer gegenüber liegenden Fläche verantwortlich sein. So sind die geringen Individuenzahlen von Ackerarten in den jeweiligen Einzelfällen der Fläche KU3 mit der kürzesten Distanz zu den Flächen AC0 und KU2 auf Arten zurückzuführen, die bereits in KU3 vorhanden sind. Demnach kann a) kein Habitatswechsel stattgefunden haben, b) eine gerichtete Laufaktivität erfolgt sein, die durch das Fehlen von maximalen Werten für die Individuenzahlen von Ackerarten nicht erfasst wird, c) im Jahresverlauf eine hohe Dynamik in der Habitatausprägung dafür verantwortlich sein, dass eine Fläche von frühjahrsaktiven Arten noch besiedelt wird, während diese Fläche für spätsommer- und herbstaktive Arten bereits kein geeignetes Habitat mehr darstellt. Da in den richtungsrelevanten Fällen beider Richtungsfallenpaare in KU3 jedoch frühjahrs- und spätsommer- bzw. herbstaktive Arten gefunden wurden, kann die letztgenannte Möglichkeit ausgeschlossen werden.

Eine bevorzugte Laufrichtung von Individuen der Kulturarten in die abgeerntete Fläche KU3 hinein lässt sich aus der an die Brache angrenzende Richtungsfall KU3_3 ablesen. Die Bewegungsaktivität in Richtung KU3, ausgehend von den Flächen KU2 und AC0, erscheint hingegen „negativ“ gerichtet, was, wie bereits oben erläutert, auf eine Vermeidung dieser Laufrichtung, aber auch auf eine nicht erfassbare Wanderbewegung hinweisen kann. Innerhalb der Wanderbewegungen der Kulturarten entfallen jeweils die meisten Individuen auf Tiere der Gattung *Poecilus*. Die Zusammensetzung der ökologischen Gruppe „Kulturarten“ ist jedoch in der richtungsrelevanten Falle der Fläche KU3 gegenüber der Brache von derjenigen gegenüber AC0 angrenzenden verschieden. Dies lässt vermuten, dass die Fläche KU3 nach der Ernte für unterschiedliche Kulturarten, die in der Brache leben, ebenfalls als geeigneter Lebensraum dienen kann, während sie für Kulturarten des Ackers weniger geeignet erscheint.

Die einzige nachweisbare gerichtete Bewegungsaktivität von Waldarten unter den Laufkäfern tritt zwischen den Energieholzflächen KU2 (älteste) und KU3 (abgeerntet) auf. Hier treten die höchsten Individuenzahlen der Waldarten in der Falle KU2_4 auf, welche die kürzeste Distanz zu KU3 aufweist. Eine Richtungsänderung von Tieren in der Fläche KU2, die nach einer Umkehr an der Habitatsgrenze vermehrt in diese Falle gelaufen sind, kann potenziell zu diesem Ergebnis beigetragen haben. Da ein solcher flächeninterner Randeffect jedoch an keinem der drei anderen Feldränder dieser Fläche gefunden wurde, wird diese Möglichkeit hier ausgeschlossen. Demnach wählen diese Tiere ihren Lebensraum differenziert und verlassen diesen selbst nach einer Störung wie einer Holzernte nur dann, wenn ein geeignetes Habitat in räumlicher Nähe vorhanden ist. Vor allem nach einer Ernte können Waldarten eine angrenzende Energieholzfläche im mehrjährigen Aufwuchsstadium, aber vermutlich auch etablierte Gehölzinseln und Hecken, als Lebensraum nutzen.

Im Gegensatz zu den Laufkäfern erfolgt die Bewegungsaktivität der Spinnen vorwiegend durch Waldarten und zwischen den Gehölzflächen. So ist zwischen den Flächen KU2 (älteste) und KU3 (abgeerntet) eine beidseits gerichtete Laufaktivität von Waldarten erkennbar, die jedoch, neben anderen Arten, vorwiegend auf Individuen der relativ häufigen Vorwaldart *Pardosa amentata* zurückzuführen ist.

Auch zwischen den Gehölzflächen unterschiedlicher Aufwuchsstadien KU2 (dreijährig) und KU1 (zweijährig) findet eine Wanderbewegung von Waldarten statt. Zwar ist auch hier die gerichtete Bewegung vorwiegend auf Arten der Gattung *Pardosa* zurückzuführen, jedoch ist die Präferenz einer Richtung deutlicher ausgeprägt als zwischen der dreijährigen Fläche KU2 und der geernteten Fläche KU3. Während die Fangzahlen der Waldarten, ausgehend von der Fläche KU2 (dreijährig), eine Vermeidung der Laufrichtung nach KU1 (zweijährig) anzeigen, ist eine Laufaktivität in umgekehrter Richtung zu vermuten. Analog zu dem Bewegungsmuster der Laufkäfer kann auch für die Ackerarten unter den Spinnentieren keine deutlich gerichtete Bewegungsaktivität zwischen den Flächen KU2 (dreijährig) und AC1 festgestellt werden, was der Vergleich der Individuenzahlen der Arten *Oedothorax apicatus*, *Erigone atra* und *Erigone dentipalpis* in beiden Flächen verdeutlicht. Während in je drei der vier Einzelfallen der Richtungsfrage in AC1 mehr als 500 Tiere dieser Arten auftraten, wurden in der Falle mit der kürzesten Distanz zur Fläche KU2 weniger als die Hälfte der Individuen dieser Arten gefunden.

Ökologische Einordnung auf der Basis der Spinnenzönosen in Allendorf (Ingolf Rödel)

Welchen Einfluss haben die mit Pappeln bestellten Agrarholzflächen auf die Habitatvielfalt in landwirtschaftlich geprägten Räumen?

Als Ausgangspunkt wird eine aus Äckern, Grünland und Brachen bestehende Agrarlandschaft betrachtet. Diese drei Nutzungs- bzw. Lebensraumtypen sind vielerorts prägend und werden oft nur spärlich durch Kleinstrukturen, wie z. B. Feldgehölze, Hecken und Säume, begleitet. Im Rahmen der Untersuchungen werden sie durch je eine Probefläche repräsentiert (ACK, WIE, BRA).

Mit den Agrarholzflächen in Allendorf werden wenige Leistungssorten schnell wachsender Laubgehölze in bis dahin weitgehend gehölzfreien Agrarlandschaften etabliert, wodurch sich der Anteil an Ackerfläche verringert und der der Gehölze erhöht. Die Untersuchungsstandorte KU1 bis KU4

repräsentieren unterschiedliche Entwicklungsstadien von Pappel-Anpflanzungen, das Vorgewende (KUV) eine durch Kräutereinsaat gestaltete Randzone. Im Folgenden ist zu prüfen, ob mit den hinzukommenden Biotopen neue Arten, insbesondere solche mit neuen Habitatpräferenzen in die Agrarlandschaft gelangen. Ebenfalls ist es denkbar, dass bislang nur sporadisch aufgetretene Arten in den Agrarholzflächen günstigere Bedingungen finden und hier Vorkommensschwerpunkte innerhalb der Agrarlandschaft entwickeln.

In der Zusammenfassung beider Untersuchungsjahre beläuft sich die in den Agrarbiotopen des Ausgangszustandes (ACK, BRA, WIE) ermittelte Artenzahl auf 89, unter Einbeziehung der Agrarholzflächen und des Vorgewendes erhöht sich diese auf 108. Eine Liste jener 19 Spezies, die ausschließlich in den Agrarholzkulturen (KU1-KU4, KUV) gefunden wurden, enthält Tabelle 92. Sie nennt neben Ökotyp und Schwerpunktorkommen auch die auf den Untersuchungsflächen festgestellten Individuenzahlen. Arten mit nur einem Nachweis werden als Zufallsfunde angesehen und nicht weiter betrachtet. Das Gleiche gilt für die mit je zwei Individuen erfassten Taxa *Hahnina nava* und *Troxochrus scabriculus*, die weder in Vorwäldern noch in anderen Waldbiotopen Schwerpunktorkommen besitzen.

Es verbleiben sechs, mit Individuenzahlen zwischen 4 und 35 gefangene Taxa, die ihren Schwerpunkt in Wäldern oder Vorwäldern haben. Die als *Pardosa lugubris* s.l. aufgeführten Tiere dürften zumindest anteilig *Pardosa saltans* zuzuordnen sein, welche von den möglichen „Differenzialarten“ in den Agrarholzkulturen am häufigsten gefangen wurde. Es folgen die Zwergspinnen *Microneta viaria* und *Diplocephalus picinus* mit 13 bzw. 11 Individuen sowie *Neriere clathrata* und *Walckenaeria atrothibialis* mit je vier Exemplaren. Mit Ausnahme letztgenannter Art gehören all diese auch zu den Zönosen der als Referenzbiotope untersuchten Gehölze (WAL, GEI), wo sie zum Teil deutlich höhere Aktivitätsdichten hervorbringen. Es sind durchweg Arten, die ein breites Spektrum unterschiedlicher Gehölzbiotope besiedeln und in Hessen wie auch der Bundesrepublik eine weite Verbreitung besitzen (Staudt 2013). Ihre Aktivitätsdichten in den Agrarholzflächen sind gering.

Tabelle 98: Liste der in den Agrarholzflächen, jedoch nicht in den übrigen Agrarlebensräumen (ACK, BRA, WIE) nachgewiesenen Webspinnen; Arten, deren Summe >2 ist, sind rot gekennzeichnet; ÖT = Ökologischer Typ, SP = Schwerpunkt vorkommen.

Art	ÖT	SP	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	Summe
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	4		2	29		35
<i>Pardosa lugubris</i> s.l.	(h)(w)	VWA	7	3	4	19		33
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	WAL	1		1	11		13
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	WAL		1	1	9		11
<i>Nerene clathrata</i>	(h)(w)	VWA		1	2	1		4
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(h)w	WAL	1	2	1			4
<i>Hahnina nava</i>	(x)(w)	OHP	1	1				2
<i>Troxochrus scabriculus</i>	x	OTR	1			1		2
<i>Allomengea vidua</i>	h	ONH		1				1
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	eu	OHA				1		1
<i>Drassodes lapidosus</i>	eu	OTR			1			1
<i>Episinus angulatus</i>	(h)(w)	WAL		1				1
<i>Linyphia triangularis</i>	(x)(w)	OHP				1		1
<i>Mangora acalypha</i>	eu	OHP			1			1
<i>Phrurolithus festinus</i>	(x)	OTR		1				1
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	WAL	1					1
<i>Trochosa spinipalpis</i>	h	ONH	1					1
<i>Walckenaeria acuminata</i>	(h)w	WAL				1		1
<i>Zelotes subterraneus</i>	(x)(w)	WAL				1		1

Neben den ausschließlich in Agrarholzflächen erfassten Arten gibt es eine Reihe von Spinnen, die hier sehr viel häufiger als in den gehölzfreien Agrarbiotopen (Acker, Grünland, Brache) auftraten (siehe Tabelle 99). Im Falle der Wolfspinnen *Pardosa lugubris* und *Pardosa amentata* sowie der Zwergspinne *Diplostyla concolor* stammen über 90% der gefangenen Individuen aus den Agrarholzkulturen einschließlich des Vorgewendes. Die wenigen, auf offenen Landwirtschaftsflächen gefangenen Exemplare dieser Arten werden als „Irrgäste“ aufgefasst.

Tabelle 99: Arten, von denen mehr als 90% der Individuen in den Agrarholzflächen gefangen wurden; AGF = Agrarholzflächen, ÖT = Ökologischer Typ, SP = Schwerpunkt vorkommen.

Art	ÖT	SP	ACK	BRA	WIE	KU1	KU2	KU3	KU4	KUV	außerhalb AGF	AGF	AGF [%]
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	1			40	9	10	59	1	1	119	99,2
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	40	1	3	164	185	103	228	404	44	1084	96,1
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)w	VWA	5	1			6	33	47	4	6	90	93,8

Abbildung 151 zeigt für alle im Untersuchungszeitraum mit mindestens 50 Individuen erfassten Webspinnenarten, wie sich ihre Nachweise auf die offenen Agrarbiotope und die Agrarholzkulturen verteilen. Es wird deutlich, dass neben den bereits herausgestellten Arten weitere ihren Schwerpunkt im Bereich der Agrarholzflächen haben und durch deren Einrichtung in der Agrarlandschaft gefördert werden, jedoch handelt es sich auch hier ausschließlich um weit verbreitete und vielerorts häufige Spinnen. Die Untersuchungen belegen, dass Agrarholzkulturen die Präsenz von Wald- und Vorwaldarten in offenen Agrarlandschaften fördern können. Am Modellstandort Allendorf lassen eine,

wenn auch geringe, Erhöhung der Artenzahl und Häufigkeitszunahmen mehrerer, außerhalb der Agrarholzflächen nur schwach verteilter, Arten auf eine Erweiterung des Habitatspektrums schließen.

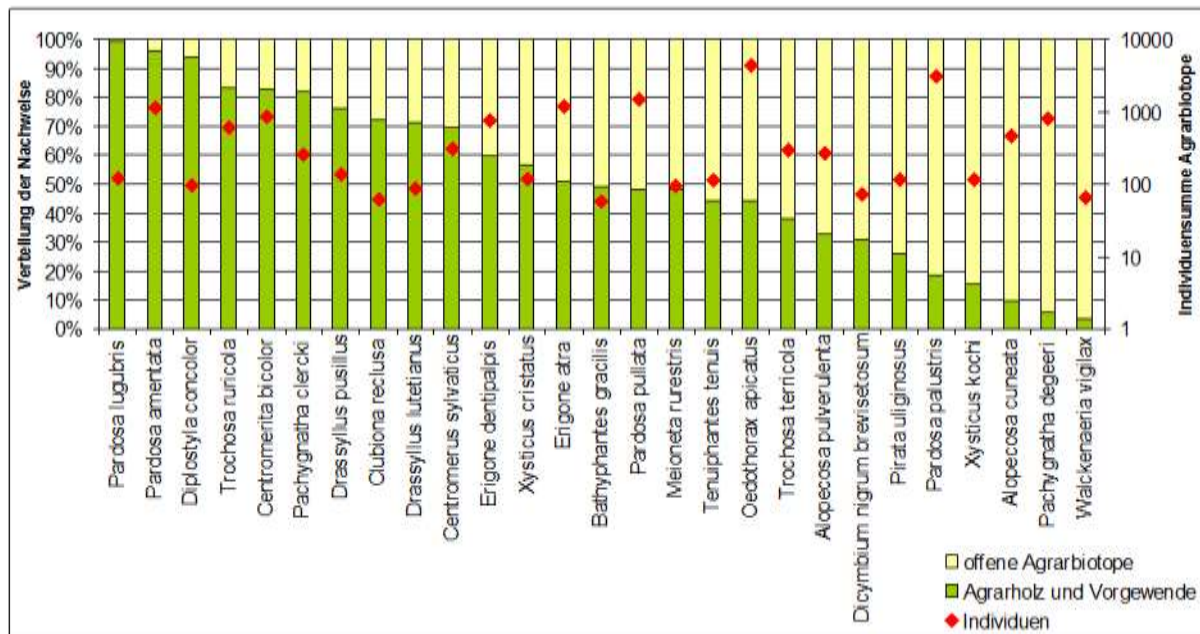


Abbildung 151: Verteilung der gefangenen Individuen auf offene Agrarbiotope (ACK, WIE, BRA) und Agrarholzflächen einschließlich Vorgewende; dargestellt sind alle Arten, die über beide Untersuchungsjahre mit mindestens 50 Individuen erfasst wurden.

Welchen Beitrag können die mit Pappel bestellten Agrarholzflächen zum Artenschutz der epigäischen Webspinnen leisten?

Artenschutz wirbelloser Tiere gründet sich ausschließlich auf Lebensraumschutz. Er erfüllt sich darüber, dass Biotope aufgrund ihrer Qualität und Ausstattung Habitatfunktionen für die Fauna übernehmen. Im Fokus stehen in erster Linie Arten, die aufgrund ihrer gegenwärtigen Bestandessituation in besonderer Weise schutzbedürftig sind. In aller Regel handelt es sich um spezialisierte Arten mit engen Habitatbindungen, die oft selten gewordene Biotope als Lebensraum beanspruchen. Die Schutzbedürftigkeit einer Art wird hier in direktem Zusammenhang einer durch Umweltveränderungen verursachten Bestandesgefährdung gesehen. Letztere ist durch die aktuellen Roten Listen dokumentiert und spiegelt sich in den Gefährdungseinstufungen wider, welche hier für die Beurteilung heranzuziehen sind.

Da für das Bundesland Hessen bislang keine Rote Liste der Webspinnen vorliegt, bleibt einzig die Rote Liste der Spinnen Deutschlands als Grundlage. Die letzte veröffentlichte Fassung beruht auf einem Bearbeitungsstand von 1996 (Platen et al. 1998), eine längst fällig gewordene Novellierung befindet sich im Druck (Blick et al. 2013 im Druck), soll hier aber ungeachtet des noch nicht erfolgten Erscheinens als Grundlage herangezogen werden.

Diese, auf aktuellem Kenntnisstand beruhende, Rote Liste führt keine der mittels Bodenfallen erfassten Spinnenarten in einer Gefährdungskategorie auf. Um dennoch Hinweise auf eine mögliche

Schutzbedürftigkeit einzelner Arten zu erhalten, wurden die aktuelle Bestandessituation in Deutschland sowie der langfristige Bestandestrend (Blick et al. 2013 im Druck) analysiert.

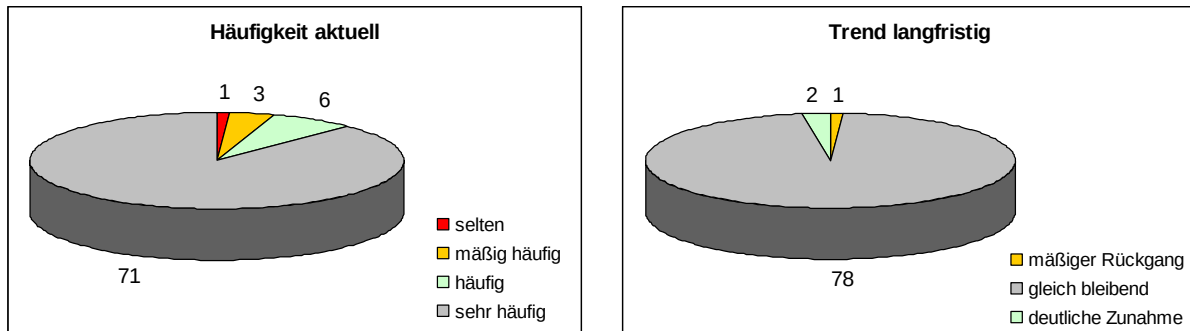


Abbildung 152: Aktuelle Häufigkeiten und langfristige Bestandestrends der in den Agrarholzflächen (einschließlich Vorgewende) nachgewiesenen Webspinnenarten

Abbildung 151 zeigt die Ergebnisse dieser Analyse. Der Darstellung aktueller Häufigkeiten liegen die bundesweit auf Basis der TK 25 ermittelten Rasterfrequenzen (Staudt 2013) zugrunde. Es wird deutlich, dass über 95% der in den Agrarholzflächen nachgewiesenen Arten in Deutschland sehr häufig oder häufig auftreten. Lediglich drei Arten (3,7%) gelten als mäßig häufig, darunter die Zwergspinne *Collinsia inerrans*, welche im kurz- als auch im langfristigen Trend eine deutliche Zunahme zeigt. *Porrhomma errans* ist als selten eingestuft, in den Bodenfallen wurde sie mit 28 Individuen gefangen, davon 17 im Bereich der Agrarholzflächen. Der langfristige Bestandestrend wird für 78 Arten (96,3%) als gleich bleibend angegeben, zwei Arten (*Collinsia inerrans*, *Mermessus trilobatus*) weisen deutliche Zunahmen auf, während einzig für *Allomengea vidua* ein mäßiger Rückgang verzeichnet wird. Der Nachweis eines einzelnen Individuums gelang im Herbst 2012 am Standort KU2.

Für den europaweiten Artenschutz sind außerhalb von FFH-Gebieten grundsätzlich die im Anhang IV der FFH-Richtlinie benannten Arten relevant. Die Webspinnen fanden in dieser Richtlinie jedoch keine Berücksichtigung. In Deutschland werden Belange des Artenschutzes durch das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG 2012) geregelt. Die einschlägigen Paragraphen fokussieren insbesondere auf die gemäß Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV 2005) besonders und streng geschützten Taxa. Aus der großen Gruppe der Spinnentiere (Arachnidae) sind lediglich fünf Arten verzeichnet. Keine von ihnen wurde im Bereich der Agrarholzkulturen nachgewiesen und auch potenzielle Vorkommen lassen sich allein aufgrund ihrer Habitatsprüche sicher ausschließen.

Die voranstehenden Betrachtungen machen deutlich, dass die am Standort Allendorf untersuchten Agrarholzkulturen nahezu ausschließlich von weit verbreiteten, vielerorts häufigen Webspinnen mit bundesweit stabilen Vorkommen besiedelt werden. Gesetzlich geschützte Spezies fehlen ebenso wie gefährdete Arten. Der epigäischen Webspinnenfauna gehören damit keine für den speziellen Artenschutz der Tiergruppe relevanten Taxa an. In der betrachteten Ausprägung stellen Agrarholzkulturen kein Zielbiotop für den Artenschutz der Webspinnen dar.

4.4.3.14 Ergebnisse Allendorf, Eklektorenfänge (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick)

Insgesamt wurden mit den Baumelektoren 6.952 Individuen aus 24 Klassen bzw. Ordnungen erfasst (siehe Abbildung 153 und Tabelle 100).

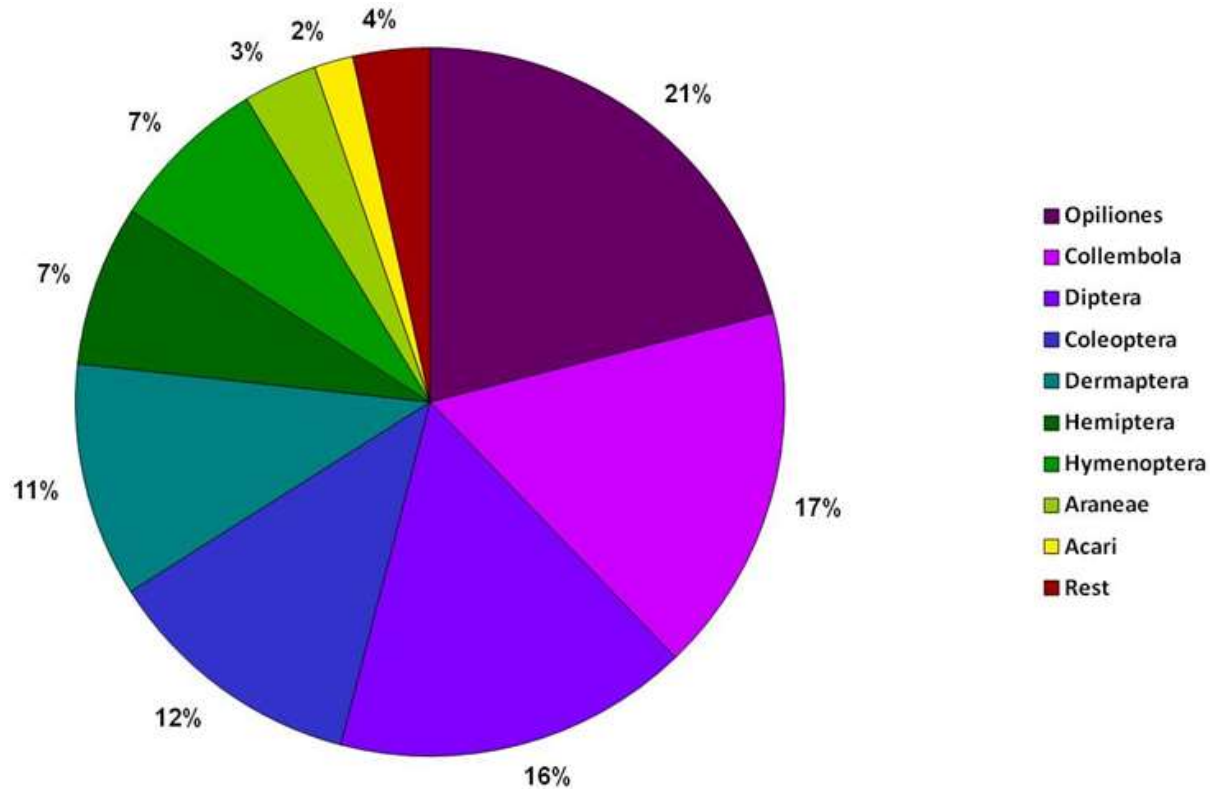


Abbildung 153: Arthropoden Klassen und Ordnungen in den Baum-Elektoren (adulte Tiere und Larven/Juvenile).

Tabelle 100: Verteilung der Arthropoden-Klassen und Ordnungen – Ergebnisse der Eklektorenuntersuchungen der drei Bestandsklassen (adulte Tiere und Larven/Juvenile).

Klasse/ Ordnung	Bestand 2J	Bestand 3J	Bestand 4J	Summe
<i>Opiliones</i>	512	411	540	1463
<i>Collembola</i>	590	439	143	1172
<i>Diptera</i>	236	257	637	1130
<i>Coleoptera</i>	171	325	335	831
<i>Dermaptera</i>	71	135	538	744
<i>Hemiptera</i>	68	9	432	509
<i>Hymenoptera</i>	154	82	270	506
<i>Araneae</i>	58	72	99	229
<i>Acari</i>	68	17	39	124
<i>Thysanoptera</i>	14	2	44	60
<i>Siphonaptera</i>	44	2		46
<i>Psocoptera</i>	6	21	17	44
<i>Lepidoptera</i>	3	8	10	21
<i>Chilopoda</i>	3	4	9	16
<i>Isopoda</i>	11	1	4	16
<i>Gastropoda</i>	6	3	4	13
<i>Trichoptera</i>			7	7
<i>Diplopoda</i>	1	2	2	5
<i>Mecoptera</i>	2	2	1	5
<i>Neuroptera</i>	2		1	3
<i>Oligochaeta</i>	3			3
<i>Plecoptera</i>	1		2	3
<i>Blattoptera</i>			1	1
<i>Orthoptera</i>			1	1

Weberknechte (*Opiliones* – 1.463), Springschwänze (*Collembola* – 1.172) und Fliegen (*Diptera* – 1.130) stellten mit jeweils mehr als 1.000 Individuen über 50% der Individuen in den Fallen. In hohen Individuenzahlen waren weiterhin Käfer (*Coleoptera* – 831), Ohrwürmer (*Dermaptera* – 744), Blattläuse, Wanzen und Zikaden (*Hemiptera* – 509) und Hautflügler (*Hymenoptera* – 506) in den Fängen vorhanden. Insgesamt wurden 9 Klassen bzw. Ordnungen in mehr als 100 Individuen gefangen. Weitere 15 Klassen oder Ordnungen waren mit Individuenzahlen zwischen 1 und 60 vertreten.

Die einzelnen Klassen und Ordnungen entwickelten sich mit zunehmendem Bestandsalter unterschiedlich (siehe Abbildung 154).

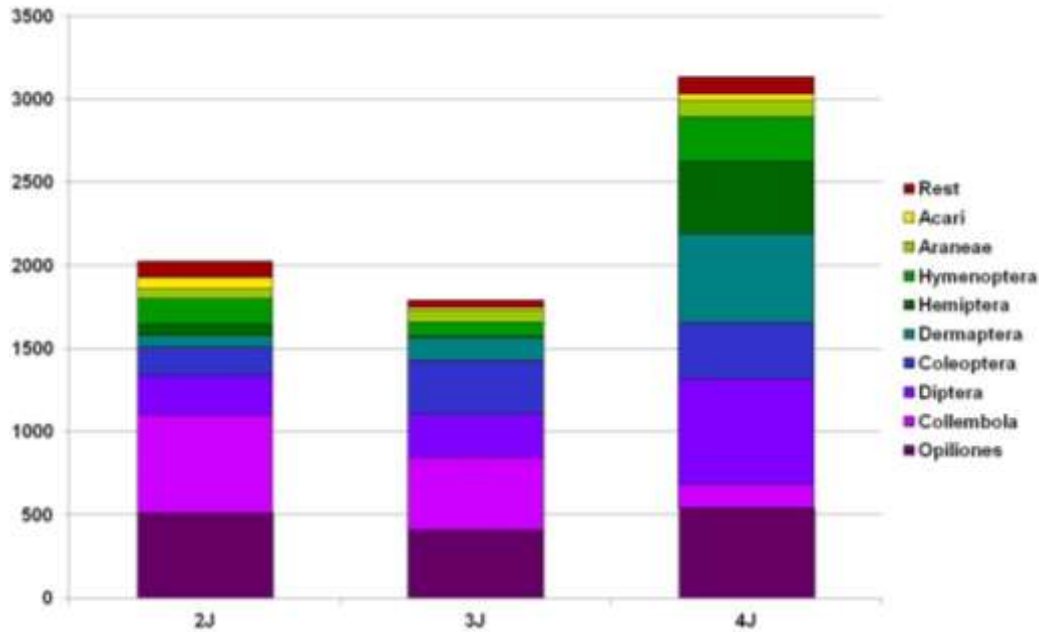


Abbildung 154: Bestandsentwicklung der Klassen bzw. Ordnungen mit mehr als 100 nachgewiesenen Individuen (adulte Tiere und Laven).

Im vierten Bestandsjahr waren mit über 3.000 die höchsten Individuenzahlen zu verzeichnen. Die Veränderungen vom zweiten auf das dritte Bestandsjahr sind gering und liegen im Bereich von 283 Individuen.

Keine bzw. geringfügige Veränderungen sind in der Zeitreihe 2J, 3J, 4J bei den Milben (Acari), Käfern (Coleoptera) und Weberknechten (Opiliones) zu beobachten. Ein negativer Trend um den Faktor 4,1 besteht dagegen bei den Collembolen. Positiv entwickelt haben sich dagegen von den zweijährigen zu den vierjährigen Agrarholzbeständen die Bestände der Spinnen (Araneae – Faktor 1,7), Hautflügler (Hymenoptera – Faktor 1,8) und der Fliegen (Diptera – Faktor 2,7). Besonders deutliche positive Bestandsentwicklungen treten bei den Ohrwürmern (Dermaptera – Faktor 7,6) und den Blattläusen, Wanzen und Zikaden (Hemiptera – Faktor 6,4) auf. Bei den Hemipteren wird die Steigerung der Bestandszahlen vor allem von den Blattläusen getragen.

Die Rolle der Agrarholzbestände für das Ökosystem wird durch die Verteilung der gemäß ihrer Trophieebene gruppierten Arthropodengruppen deutlich (siehe Abbildung 155).

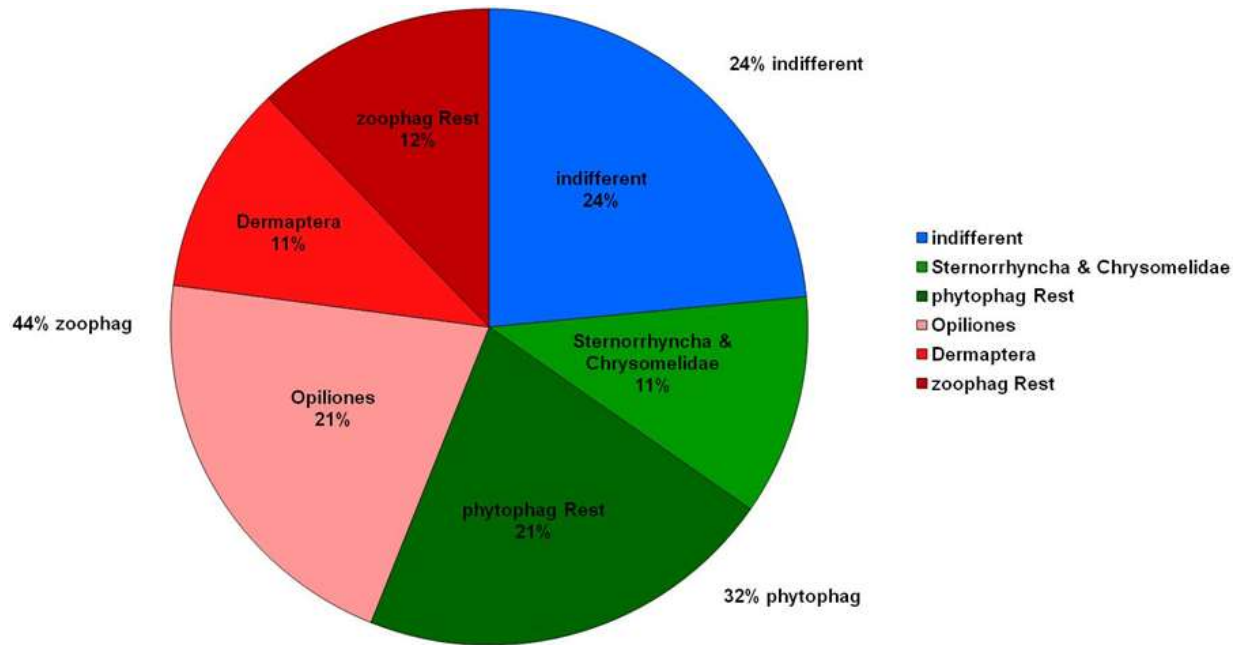


Abbildung 155: Verteilung der unterschiedlichen Trophieebenen im Untersuchungsgebiet Allendorf (adulte Tiere und Larven/Juvenile).

Zoophage stellten mit 44% der Individuen den größten Anteil der Arthropoden. Der überwiegende Anteil davon gehört zu den Ordnungen Weberknechte (Opiliones – 21%) und Ohrwürmer (Dermaptera – 11%). Phytophage Arten sind mit insgesamt 32% vertreten. Rund ein Drittel dieser Gilde gehören zu den Sternorrhyncha (Blattläuse) und Chrysomelidae (Blattkäfer). 24% der in den Eklektoren gefangenen Arten lassen sich nicht eindeutig einer der beiden Gruppen zuordnen oder in den Gruppen sind sowohl phytophage als auch zoophage Arten in größeren Anteilen vertreten. Sie werden in der Kategorie indifferent zusammengefasst.

Die Verteilung der Trophieebenen wird in Abbildung 156 unter Berücksichtigung der Bestandsaltersklassen dargestellt.

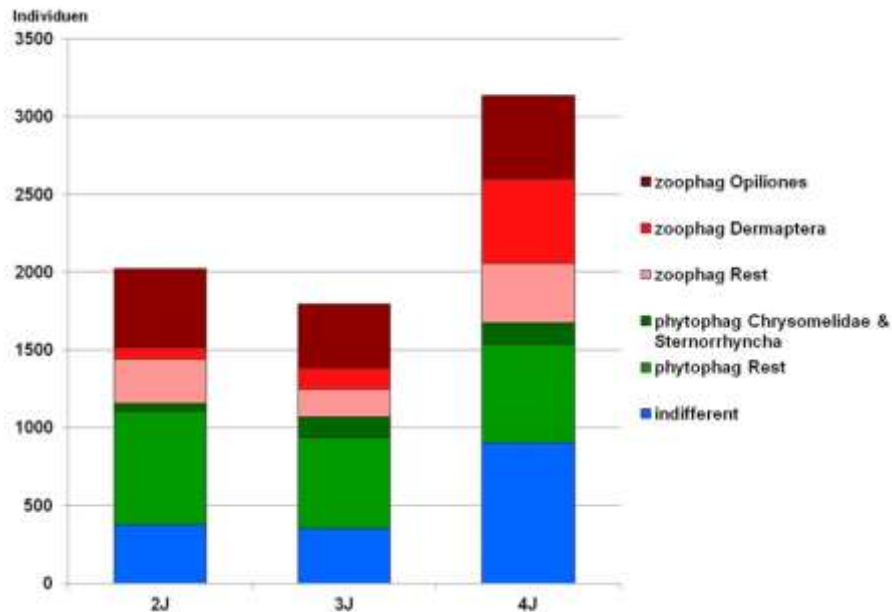


Abbildung 156: Trophieebenen in den drei Bestandsaltersklassen (adulte Tiere und Larven/Juvenile).

Auf Artniveau werden Spinnen und Laufkäfer betrachtet. Juvenile Spinnen wurden bei dieser Auswertung nicht berücksichtigt, da nicht alle gefangenen Individuen bis zur Art bestimmt werden konnten. Laufkäferlarven wurden mit den Eklektoren nicht erfasst.

Es wurden insgesamt 64 Laufkäferindividuen erfasst und 12 Arten bestimmt (siehe Tabelle 101).

Tabelle 101: Laufkäfer in Agrarholzanpflanzungen in Allendorf. Es bedeuten: 2J, 3J, 4J = 2-, 3-, 4-jährige Anpflanzungen, un = Fallen von unten fängig, ob = Fallen von oben fängig.

Art	2J_ob	2J_un	3J_ob	3J_un	4J_ob	4J_un
<i>Amara aulica</i>	2					
<i>Amara bifrons</i>					1	
<i>Amara consularis</i>				1		
<i>Amara ovata</i>	1					
<i>Calathus fuscipes</i>					1	
<i>Carabus violaceus purpurascens</i>			1			
<i>Harpalus rufipes</i>	1					
<i>Leistus ferrugineus</i>	3		1			
<i>Limodromus assimilis</i>	15	4	13	6	2	4
<i>Paradromius linearis</i>	1		1		1	
<i>Pterostichus melanarius</i>		2		1		
<i>Trechus quadristriatus</i>	1		1			
Individuen	24	6	17	8	5	4
Arten	7	2	5	3	4	1

Die Zahl der Individuen und der Arten nahm von den 2-jährigen (30 Individuen, 8 Arten) über die 3-jährigen (25 Individuen, 7 Arten) zu den 4-jährigen Beständen (9 Individuen, 4 Arten) hin kontinuierlich ab. Die Fangzahlen der beiden Fangrichtungen unterschieden sich dabei deutlich. In den Eklektoren, welche die am Stamm herablaufenden Laufkäfer erfassen, wurden in allen drei Bestandsklassen mehr

Arten gesammelt als in dem von unten fängigen Fallentyp. Im 2-jährigen Bestand betrug der Faktor dabei 3,5, im 3-jährigen 1,7 und im 4-jährigen 4,0. Analog lauten die Ergebnisse der Individuenzahlen. Die Unterschiede sind aber hier nur im 2- (viermal so viel Individuen von oben als von unten) und 3-jährigen Bestand (zweimal so viel Individuen von oben, wie von unten) deutlich.

Die Laufkäferzönose der Agrarholzbestände setzt sich dabei aus überwiegend epigäisch (auf der Bodenoberfläche) aktiven Arten zusammen, von denen die Nutzung der Vegetation als Teillebensraum aber überwiegend bekannt ist. Bis auf *Paradromius linearis* wurden die restlichen 11 Arten bereits mit Bodenfallen nachgewiesen (siehe Kapitel 4.4.3.12). Arboricole Laufkäferarten der Gattungen *Calodromius*, *Calosoma* und *Dromius* konnten nicht erfasst werden.

Es wurden insgesamt 166 adulte Spinnenindividuen erfasst und 31 Arten bestimmt (siehe Tabelle 102).

Tabelle 102: Spinnen in Agrarholzanpflanzungen in Allendorf. Es bedeuten: 2J, 3J, 4J = 2-, 3-, 4-jährige Anpflanzungen, un = Fallen von unten fängig, ob = Fallen von oben fängig, (j) = nur als bestimmbarer Jungspinn erfasst; Art-Typ: Boden = überwiegend bodenlebende Art, Baum = überwiegend baumlebende Art (arborikol).

Art	Art-Typ	2J_ob	2J_un	3J_ob	3J_un	4J_ob	4J_un
<i>Agyneta decora</i>	Boden				1		
<i>Anyphaena accentuata</i>	Baum				2		
<i>Ballus chalybeius</i>	Baum				1		
<i>Bathypantes gracilis</i>	Boden						1
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	Baum	2	6		2	1	1
<i>Clubiona frutetorum</i>	Baum	1	7			5	38
<i>Clubiona pallidula</i>	Baum						1
<i>Clubiona phragmitis</i>	Baum				1		
<i>Clubiona reclusa</i>	Boden	2	21	6	12		2
<i>Collinsia inerrans</i>	Boden			1			
<i>Diaea dorsata</i>	Baum				1		1
<i>Dismodicus elevatus</i>	Baum	1	1		9		2
<i>Entelecara acuminata</i>	Baum						1
<i>Entelecara erythropus</i>	Baum			1			1
<i>Erigone atra</i>	Boden		2			1	
<i>Erigone dentipalpis</i>	Boden		1				
<i>Lathys humilis</i>	Baum			1			
<i>Micaria pulicaria</i>	Boden					4	1
<i>Neottiura bimaculata</i>	Boden				2		
<i>Neriene clathrata</i>	Boden						1
<i>Ozyptila praticola</i>	Boden	1					
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Boden		1				
<i>Pachygnatha listeri</i>	Boden				1		
<i>Paidiscura pallens</i>	Baum					1	
<i>Platnickina tinctoria</i>	Baum		(j)				
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	Boden						2
<i>Salticus cingulatus</i>	Baum				1		
<i>Tenuiphantes menzei</i>	Boden				1		
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	Boden	1		3	2	5	
<i>Theridion varians</i>	Baum						1
<i>Xysticus ulmi</i>	Boden	1					
adulte Individuen		9	39	12	36	17	53
Arten		7	8	5	13	6	13

Die Zahl der Individuen und der Arten nahm von den 2-jährigen (49 Individuen, 11 Arten) über die 3-jährigen (55 Individuen, 15 Arten) zu den 4-jährigen Beständen (72 Individuen, 16 Arten) hin kontinuierlich zu. Die Fangzahlen betreffend der beiden Fangrichtungen unterscheiden sich dabei deutlich. In den Eklektoren, die am Stamm aufsteigende Tiere fingen, wurden in allen drei Bestandsklassen mehr Arten und Individuen gefangen als in dem von oben fängigen Fallentyp. Im 3- und 4-jährigen Bestand wurden von unten mehr als doppelte so viele Arten gefangen als von oben (13:5, 13:6). Die Individuenzahlen waren von unten ca. 3 bis 4 mal so hoch wie von oben (39:8, 36:12, 53:17). Die Spinnenzönose der Agrarholzbestände setzt sich je zur Hälfte aus baum- und aus bodenlebenden Arten zusammen. Die 16 bodenlebenden Arten waren in allen 3 Altersstufen mit je 7 Arten vertreten und deren Individuenzahl nimmt im 4. Jahr ab (2j 30 Ind., 3j 36 Ind., 4j 17 Ind.). Die 15 baumlebenden Arten nahmen tendenziell mit zunehmendem Alter zu (Arten: 2j 4, 3j 9, 4j 9; Individuen: 2j 19, 3j 20, 4j 55). 11 der Spinnenarten, alle überwiegend baumlebend, wurden weder mit den Bodenfallen noch mit den Kreuzfallen in Allendorf erfasst: *Ballus chalybeius*, *Clubiona frutetorum*, *Clubiona phragmitis*, *Dismodicus elevatus*, *Entelecara acuminata*, *Entelecara erythropus*, *Lathys humilis*, *Paidiscura pallens*, *Platnickina tinctoria*, *Salticus cingulatus*, *Theridion varians*.

Diskussion

Eine funktionelle Bedeutung der Agrarholzanpflanzungen für arboricol aktive Arten ist mäßig (Spinnen) bzw. nicht ersichtlich (Laufkäfer). Die Zahlen in Allendorf sind jeweils auf 10 junge Bäume jeder Altersstufe bezogen.

Betrachtet man die in Allendorf erfassten Arten (Abbildung 157), so zeigt sich, dass mithilfe der Baumfallen nur eine Laufkäferart zusätzlich erfasst wurde. Dem stehen 11 Spinnenarten gegenüber (s. oben), die alle auch in keiner anderen der Modellregionen erfasst wurden.

Die Bedeutung der auf den Energiegehölzen lebenden Arten, v.a. der carnivoren Arthropoden, wurde in bisherigen Untersuchungen vernachlässigt. Es liegen nur wenige Angaben für phytophage Insekten vor, die auf den Agrarhölzern vorkommen (Gruppe et al. 1999, Schulz et al. 2008b). Gruppe et al. (1999) vermelden erhöhte Anzahlen phytophager Käfer im zweiten Wachstumszyklus. Ob die in Allendorf festgestellten hohen Anteile räuberischer Arthropoden als Gegenspieler wirken (Nützlingsförderung), müssen weitere und umfassendere Untersuchungen zeigen.

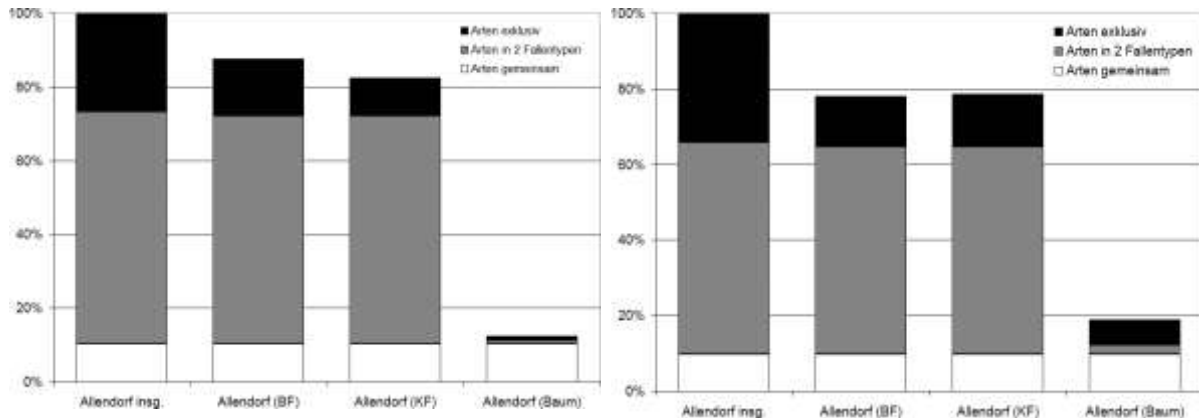


Abbildung 157: Artenerfassungsgrade der drei Untersuchungen (BF = Bodenfallen, KF = Kreuzfallen, Baum = Baum-Eklektoren) in Haine/Allendorf (links Laufkäfer, rechts Spinnen).

Auch auf Gruppenebene spielen die Bäume der Energieholzanpflanzungen eine wichtige Rolle für räuberische Arthropoden. Die zoophagen Gruppen (mit dem deutlich höchsten Anteil die Weberknechte) wurden in den flächigen 2- und 3-jährigen Pflanzungen ebenso zahlreich gefangen wie die phytophagen Gruppen. Im linearen 4-jährigen Bestand übertraf die Summe der Räuber sogar die der Pflanzenfresser – hier sind die Ohrwürmer ebenso zahlreich wie die Weberknechte. Die Agrargehölze sind demnach zumindest im ersten Wachstumszyklus als Lebensraum, Reservoir und Rückzugsraum für räuberische Arthropoden (Nützlinge) von Bedeutung.

4.4.3.15 Ergebnisse Scheyern, Laufkäfer, Spinnen und Weberknechte (Ralph Platen)

Laufkäfer

Zönosenstruktur (Arten- und Individuenzahlen, Diversitätsindizes)

Im Untersuchungsjahr 2011 wurden am Standort Scheyern 57 Laufkäferarten in 2.436 Individuen erfasst, 2012 waren es 64 Arten in 3.037 Individuen. Die artenreichste Probefläche im Jahr 2011 war der Waldrand (WAR), an dem in beiden Untersuchungsjahren auch die meisten Individuen nachgewiesen wurden (siehe Tabelle 103). 2012 wurden die meisten Arten im Acker AC1 gefunden. Die Untersuchungsfläche Saum (SAU) besaß in beiden Untersuchungsjahren die wenigsten Arten und Individuen.

Tabelle 103: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Laufkäfer der Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

2011										
Parameter	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
Arten	23	29	27	26	25	29	9	18	31	21
Individuen	182	527	120	321	155	232	16	195	583	104
Simpson	8,02	4,74	13,47	3,01	7,99	11,35	12	4,95	3,04	8,81
Alpha	6,97	6,6	10,84	6,68	8,43	8,75	8,5	4,84	6,98	7,93
Shannon	2,41	1,97	2,83	1,88	2,45	2,69	2,08	2,12	1,89	2,55
2012										
Parameter	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
Arten	30	27	20	23	31	22	14	16	28	19
Individuen	541	751	114	261	189	130	68	300	608	77
Simpson	5,9	8,47	5,01	1,74	10,8	10,33	5,14	4,82	4,99	8,22
Alpha	6,85	5,48	7,03	6,08	10,54	7,59	5,35	3,61	6,06	8,07
Shannon	2,77	2,43	2,19	1,21	2,77	2,56	2,44	2,03	2,17	2,38

Keiner der Diversitätsindizes im Jahre 2011 ist in einem Agrarholzstreifen am höchsten, der Simpson-Index ist im Saum (SAU) maximal, Alpha- und Shannon-Wiener-Index in der Brache. Alle drei Diversitätsindizes haben 2012 ihr Maximum in einer der beiden mit Weiden bepflanzten Agrarholzfläche (KU2). Die niedrigsten Diversitätswerte wurden in beiden Jahren für den Wald (Alpha) bzw. für die Agrarholzstreifen KU1 errechnet.

Charakteristische Arten

Im Jahr 2011 besaß der Waldrand sechs charakteristische Arten, die auch ihr Schwerpunktorkommen in unterschiedlichen Waldtypen besaßen (siehe Tabelle 104). Im Untersuchungsjahr 2012 wurden am Waldrand fünf charakteristische Arten nachgewiesen, von denen vier auch im Jahr 2011 als charakteristisch für den Standort ermittelt wurden. Im Jahr 2012 besaß der Standort WAL die meisten charakteristischen Arten, die verschiedene Waldtypen als Habitat bevorzugten.

Tabelle 104: Charakteristische Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktverkommen (Habitatpräferenz).

2011											
Art	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE	SP
<i>Abax parallelepipedus</i>									0,50		WAL
<i>Abax parallelus</i>									0,39		WAL
<i>Amara eurynota</i>		0,53									PIO
<i>Bembidion properans</i>		0,71									ACS
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	0,64										ACS
<i>Carabus hortensis</i>									0,56		WAL
<i>Carabus nemoralis</i>									0,42		WAL
<i>Harpalus distinguendus</i>					0,53						PIO
<i>Harpalus laevipes</i>									0,60		VWA
<i>Pterostichus burmeisteri</i>								0,60			MWA
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>								0,60			WAL
<i>Trechus obtusus</i>									0,60		NWA
2012											
Art	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE	SP
<i>Abax parallelepipedus</i>								0,39	0,39		WAL
<i>Abax parallelus</i>								0,39	0,39		WAL
<i>Amara aenea</i>						0,46					PIO
<i>Amara lunicollis</i>										0,46	WIE
<i>Anchomenus dorsalis</i>		0,46									ACK
<i>Asaphidion flavipes</i>	0,60										KUL
<i>Bembidion obtusum</i>	1,00										KUL
<i>Carabus glabratus</i>								0,60			WAL
<i>Carabus hortensis</i>								0,46	0,46		WAL
<i>Carabus nemoralis</i>									0,42		WAL
<i>Carabus violaceus purpurascens</i>								0,50			WAL
<i>Harpalus rubripes</i>						0,60					KUL
<i>Leistus ferrugineus</i>									0,64		OHP
<i>Notiophilus biguttatus</i>								0,46			WAL
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>								0,71			WAL
<i>Trichotichnus laevicollis</i>								0,56			WAL

Die Agrarholzstreifen beherbergten im Jahr 2011 lediglich eine, im Jahr 2012 zwei Arten mit besonders hoher Habitatbindung (Treue), jeweils eine Pionier- bzw. Kulturflächenart. Die Ackerflächen zeichneten sich in beiden Jahren durch jeweils drei habitatspezifische Acker- bzw. Kulturflächenarten aus.

Struktur der Carabidenzönosen

Hinweise für die Interpretation der Ordinationsdiagramme finden sich im Kapitel 4.4.3.12.

Die Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern für die Fangjahre 2011 und 2012 zeigt die Abbildung 158 und Abbildung 159. Die Laufkäfergemeinschaften der Gehölzflächen WAL und WAR unterscheiden sich in beiden Untersuchungsjahren sehr deutlich von den übrigen Fangflächen und sind daher in den Grafiken von diesen weit entfernt dargestellt. Die grasdominierten Referenzbiotope Saum (SAU) und Wiese (WIE) weisen in beiden Jahren eine ähnliche Laufkäferzönose auf und sind daher einander genähert aufgetragen.

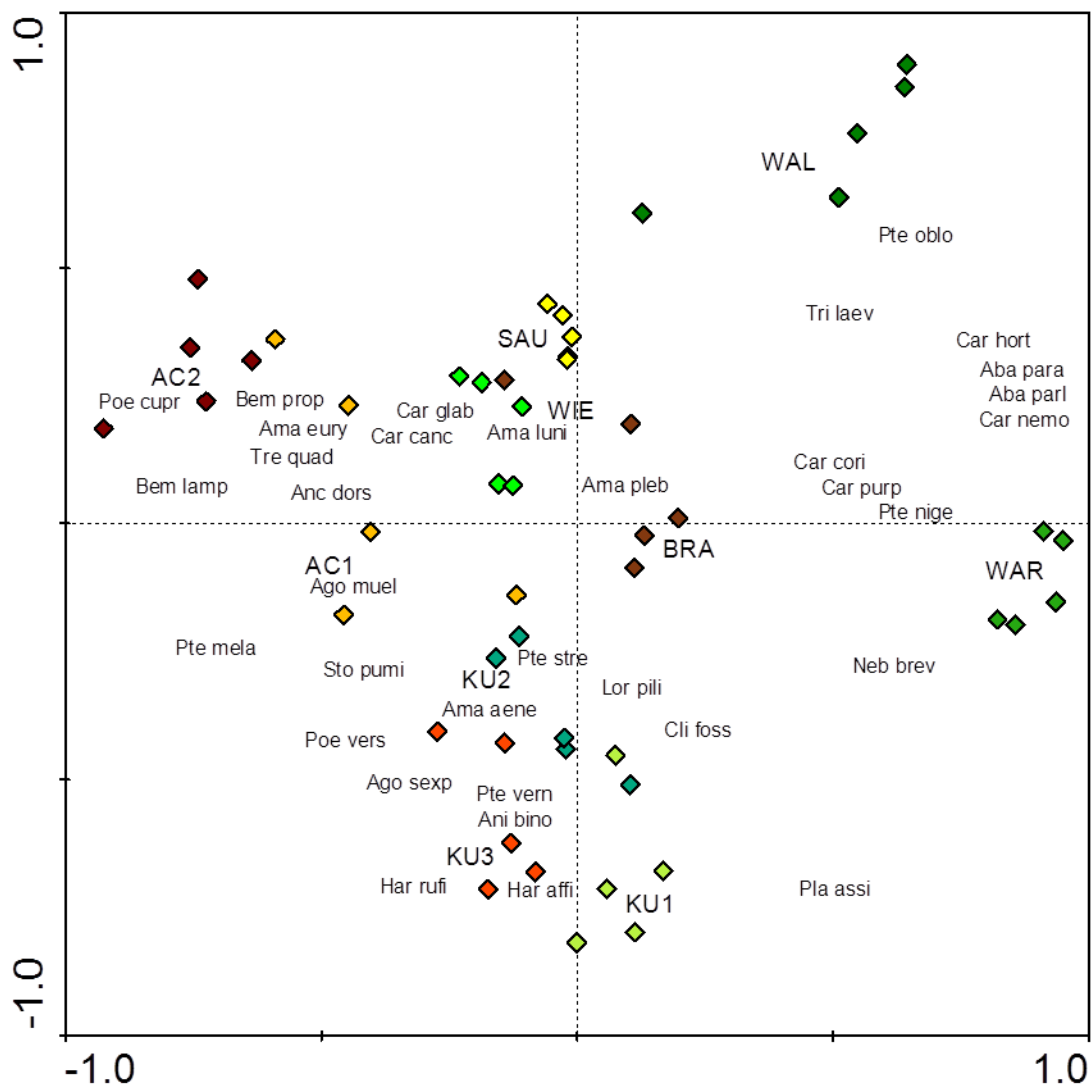


Abbildung 158: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2011 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1 = Kartoffelacker, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 3 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 3 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Kartoffelacker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Die Laufkäfergemeinschaften der grasdominierten Flächen sind im Fangjahr 2012 dem benachbarten Agrarholzstreifen KU3 relativ ähnlich.

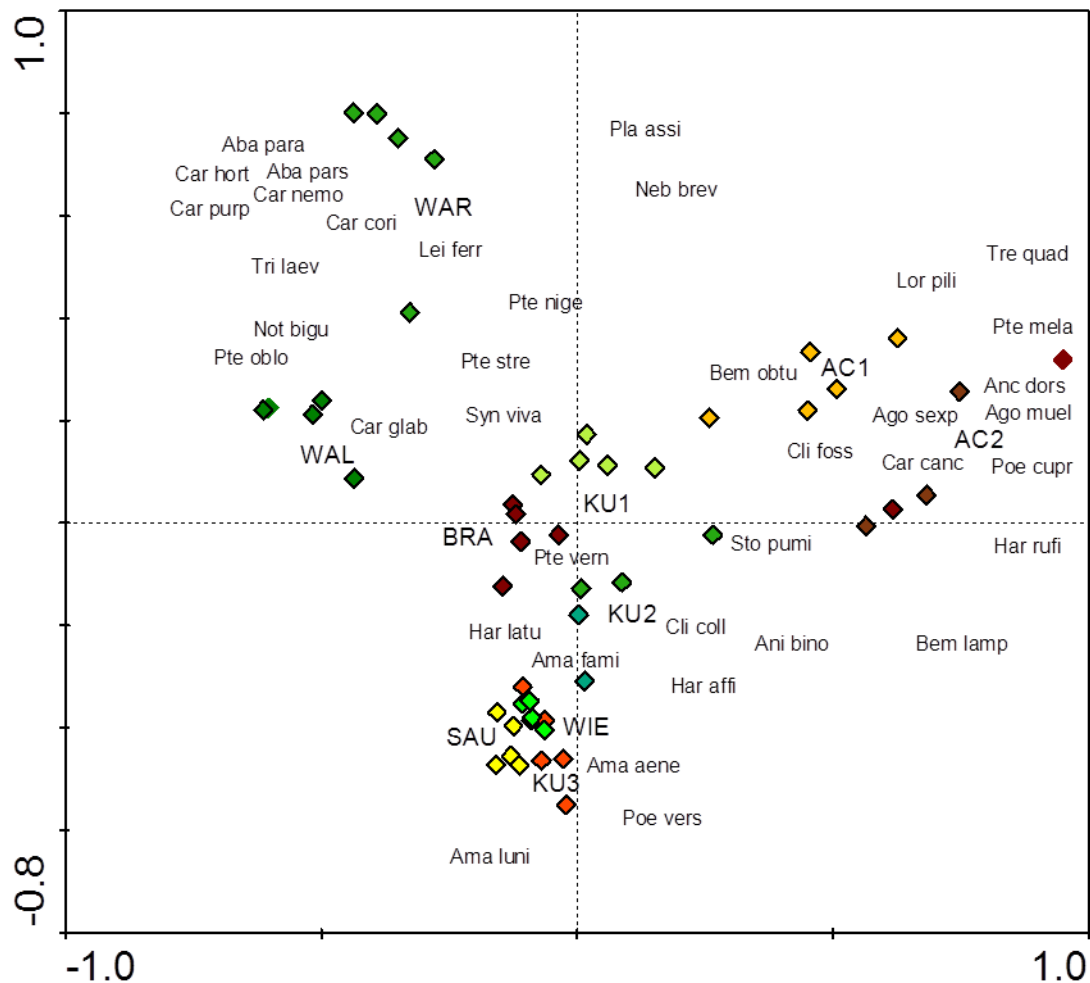


Abbildung 159: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2012 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 4 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 4 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Acker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Die beiden Ackerflächen AC1 und AC2 besitzen ebenfalls sehr ähnliche Laufkäfergemeinschaften, wobei die Fläche AC1 im Jahr 2011 noch der Fläche KU2 ähnlicher ist, während sie in 2012 stärkere Übereinstimmung mit der Zönose von KU1 (Pappel) besitzt. Die Position von AC2 in beiden Jahren deutet auf eine geringe Übereinstimmung der Laufkäfergemeinschaften mit denen des Agrarholzstreifens hin. Die Einzelfallen von AC1 streuen im Jahr 2011 sehr stark und vermitteln zwischen AC2 einerseits und der Weidenfläche KU2 andererseits. Die Laufkäferzönosen der Agrarholzbestände nehmen in beiden Untersuchungsjahren eine intermediäre Stellung zwischen den gehölz- und grasdominierten sowie den Ackerstandorten ein. Nur im Jahr 2012 zeigt einer der mit Weiden bepflanzten Streifen (KU3) eine relativ große Ähnlichkeit mit den Referenzstandorten Saum und Wiese. Verglichen mit den Verhältnissen am Standort Allendorf streuen die Einzelfallen in

Scheyern insgesamt sehr viel stärker, was darauf hindeutet, dass die Laufkäferzönosen in den Untersuchungsflächen in Scheyern sehr inhomogen sind.

Struktur der Individuendominanzen

In den Flächen Acker 1 (AC1) und Agrarholz (Weiden, KU2 und KU3) war die Dominanzverteilung der Individuen im Jahr 2011 homogen. Im Untersuchungsjahr 2012 zeigten die Flächen Acker 2 (AC2), Agrarholz (Weiden, KU2 und KU3) sowie die Mähwiese (WIE) eine homogene Individuenverteilung. Deutlich inhomogen war die Zönose in beiden Jahren im Pappelstreifen (KU1) strukturiert. In 2011 wurden 56%, im Untersuchungsjahr 2012 sogar 76% der Gesamtindividuenzahl im Pappelstreifen durch die Auwaldart *Platynus assimilis* gestellt. Eine ähnliche Verteilung lag am Waldrand (WAR) vor. Hier machten die Individuen derselben Art ebenfalls 56% (2012: 39%) der Gesamtindividuenzahl aus. Hinsichtlich der Habitatpräferenzen unterschieden sich die Laufkäferzönosen in den Agrarholzstreifen trotz der geringen Breite der Gehölzanpflanzungen deutlich von denen der Ackerzönosen. So betrug der Individuenanteil der Ackerarten in beiden Äckern jeweils etwa 60% (2011), in 2012 waren es in beiden Äckern ca. 44%. Weitere 30% der Individuen wurden 2011 auf beiden Ackerflächen von Kulturarten gestellt, wodurch diese beiden ökologischen Gruppen bereits 90% des Gesamtindividuenbestandes ausmachten. Der Unterschied in der Zusammensetzung der ökologischen Gruppen zwischen den beiden Ackerflächen AC1 und AC2 im Jahre 2012 kann auf den Wechsel von Hackfrucht zu Wintergetreide zurückgeführt werden.

In den Agrarholzstreifen setzte sich der Gesamtindividuenbestand in beiden Jahren vorwiegend aus Acker-, Kultur- und Wiesenarten zusammen. Die Individuenanteile der Waldarten waren zwischen den einzelnen Gehölzstreifen recht unterschiedlich. So betrug der Individuenanteil der Waldarten im dichteren Pappelbestand KU1 etwa 60% (2012: 80%). In den beiden lichtereren Gehölzbeständen mit Weiden (KU2 und KU3) war dieser Anteil deutlich geringer und erreichte in KU2 16% (2012: 22%), und in KU3 17% (2012: 2%) des Gesamtindividuenbestandes der jeweiligen Flächen. Der größte Anteil der Individuen wurde in der mit Weiden bepflanzten Agrarholzfläche KU2 mit fast 40% (2012: 60%) von Arten der offenen Kulturlandschaft (Äcker, Wiesen und sonstige Kulturhabitate) gestellt. Während sich in der Weidenpflanzung KU3 die Individuenanteile 2011 gleichmäßig auf viele ökologische Gruppen verteilten, machten die Individuenanteile der Arten mit Schwerpunkt in Kulturhabitaten im Jahr 2012 ca. $\frac{3}{4}$ der Gesamtindividuen aus.

Zwischen den Zönosen der Agrarholzstreifen und denen der grasdominierten Flächen WIE, BRA und SAU bestand insgesamt nur eine geringe Ähnlichkeit in der Dominanzverteilung. So betrug der Individuenanteil der Wiesenarten in WIE 45% (2012: 40%), der Anteil der Waldarten lag in beiden Jahren unter 2%. Auch im Saum (SAU) war der Anteil der Wiesenarten hoch (60% in 2012). Da 2011 in dieser Fläche jedoch im gesamten Fangzeitraum nur 16 Individuen (2012: 68) gefangen wurden, konnte diese Fläche nicht weiter beurteilt werden. Durch den relativ hohen Individuenanteil von Wiesenarten (22% bzw. 23%) wies der Agrarholzstreifen KU3 (Weiden) eine Affinität zu WIE auf. Die Fläche grenzt an einer Stelle unmittelbar an einen Waldrand bzw. Wald und nahezu auf ihrer ganzen Länge an die Wiese, wodurch die vorhandene Mixtur in der Zusammensetzung der ökologischen Gruppen erklärt werden kann. In den Agrarholzflächen KU1 und KU2 entfielen auf die

Individuenanteile der Wiesenarten jeweils nur 7% (2012: 0%) bzw. 3% (2012: 5%). Auf der Brache (BRA) entfielen jeweils etwa 30% (2012: 25%) der Individuen auf die Kultur- und Waldarten, weitere 17% (2012: 8%) auf die Ackerarten. Der Anteil der Wiesenarten war mit 6% (2012: 5%) gering.

Der größte Anteil schwach xerophiler Arten kam in der Agrarholzfläche KU2 (Weiden) vor, diese Gruppe machte 2011 fast 50% des Gesamtindividuenbestandes aus. Im Untersuchungsjahr 2012 sank dieser Anteil auf 31%. Im direkten Vergleich der Agrarholzstreifen überwogen in KU1 (Pappel) mit 60% die Individuenanteile der Waldarten, weiterhin entfielen in dieser Fläche fast 14% (in 2012 lediglich 5%) der Individuen auf die schwach xerophilen Arten. In beiden Untersuchungsjahren wurden in KU3 (Weiden) rund 40% der Individuen von schwach xerophilen Arten gestellt. Der Individuenanteil der eurytopen Offenlandarten war in dieser Fläche in 2011 mit 21% etwa halb so hoch wie der Individuenanteil schwach xerophiler Arten, im Jahr 2012 waren es im Vergleich der beiden ökologischen Gruppen nur 10 Prozentpunkte weniger. Im Vergleich zu den Agrarholzstreifen stellten in AC1 eurytopen Offenlandarten etwa 40% (2012: 74%) der Individuen, weitere 25% (2012: 14%) der Individuen entfielen in dieser Fläche auf schwach hygrophile Arten. Diese Verteilung weist auf eine Besiedlung der Agrarholzstreifen durch überwiegend trockenpräferente Arten hin.

Zeitliche Dynamik

Aus der Abbildung 160 und Abbildung 161 können für die Laufkäfer mit Schwerpunktorkommen in Wäldern und im Acker die prozentualen Zu- bzw. Abnahmen im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr abgelesen werden. In den beiden Agrarholzstreifen KU1 und KU2 wurden mit zunehmendem Alter der Gehölze deutliche Zuwächse der Individuen von Waldarten (bei der Pappelfläche KU1 >20%) bei gleichzeitiger Abnahme der Ackerarten verzeichnet. In der Weidenfläche KU3 nahmen die Individuenanteile der Waldarten hingegen ab, während die der Ackerarten leicht zulegten.

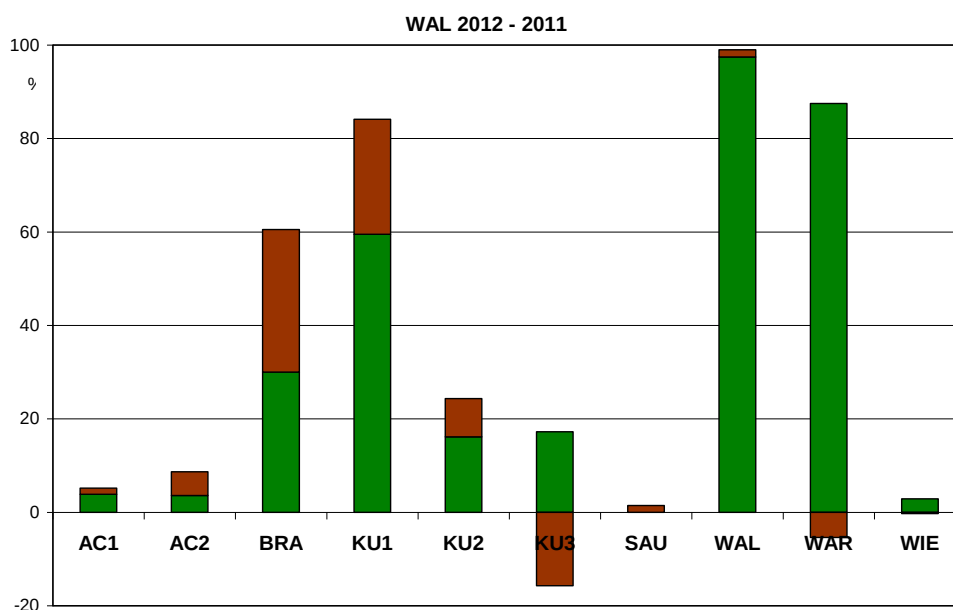


Abbildung 160: Individuenanteile der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Wäldern im Untersuchungsjahr 2011 (grün) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, rotbraun) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker

(2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Außer in der Brache, für die in 2012 eine Zunahme der Individuenanteile der Waldarten von ca. 25% gegenüber dem Vorjahr errechnet wurde, blieb der Individuenanteil der Waldarten in den übrigen Flächen nahezu gleich.

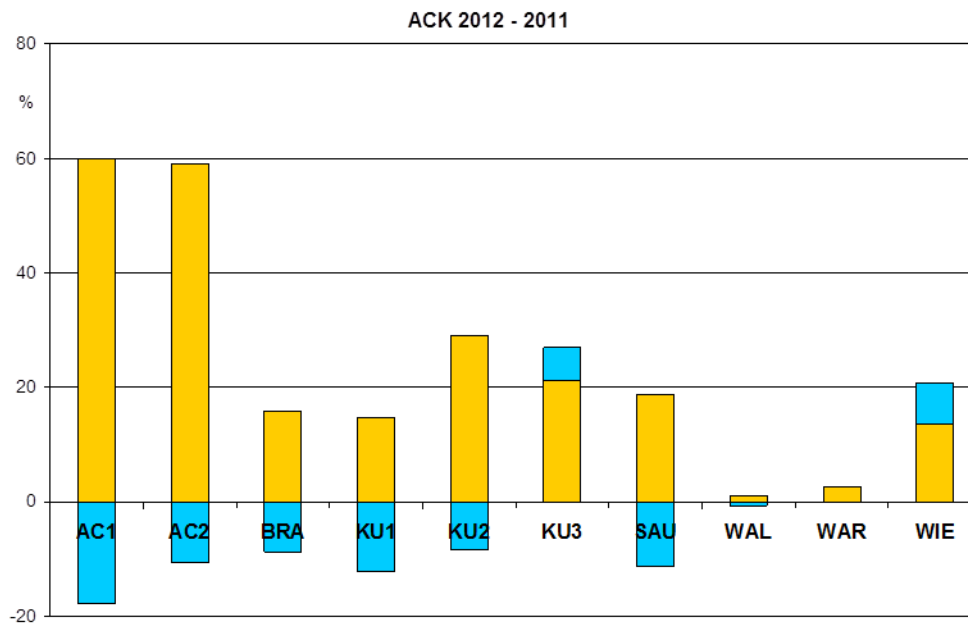


Abbildung 161: Individuenanteile der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern im Untersuchungsjahr 2011 (gelb) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, blau) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Außer in der Wiese (WIE) und dem Agrarholzstreifen KU3 (Weiden) nahm der Individuenanteil der Ackerarten im Vergleich von 2012 zu 2011 an allen Untersuchungsflächen um bis zu 20% ab. Eine nennenswerte Zunahme der Individuenanteile der Waldarten bei entsprechender Abnahme der Individuenanteile der Ackerarten konnte nur für die Pappelfläche (KU1) registriert werden (größere Beschattung durch das Laubwerk im Vergleich zu dem der Weiden). In den beiden Weidenflächen KU2 und KU3 fiel diese Dynamik geringer aus bzw. die Zu- und Abnahme der Individuen von Wald- und Ackerarten kehrte sich im Falle von KU3 sogar um.

Gefährdete Arten

Die Anzahl gefährdeter Arten auf den Versuchsflächen ist in beiden Jahren gering (siehe Tabelle 105).

Tabelle 105: Gefährdete Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese; RL = Rote Liste, für Bayern: Lorenz (2003), für Deutschland (RL_D): Trautner et al. (2008), 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär.

2011										
RL-Kategorie	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
0										
1										
2										
3			1							
R										
V	1	2	2	1	1	3			3	
G										
D										
RL Bayern	1	2	3	1	1	3			3	
Artenzahl	23	29	27	26	25	29	9	18	31	21
RL_D	1	2	2	2	2	1		1	1	
2012										
RL-Kategorie	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
0										
1										
2										
3						1				
R										
V	2	4	3	1	1	1	1		3	1
G										
D										
RL Bayern	2	4	3	1	1	2	1		3	1
Artenzahl	30	27	20	23	31	22	14	16	28	19
RL_D	2	5	3	1	1	2	1		3	1

In jedem der beiden Untersuchungsjahre wurde jedoch nur eine Art in einer Rote-Liste-Kategorie (gefährdet) nachgewiesen, alle übrigen Arten besaßen lediglich den Gefährdungsstatus der Vorwarnstufe. Im Untersuchungsjahr 2011 wurden in der Feuchtbrache und in dem Agrarholzstreifen KU3 (Weiden) die meisten Rote-Liste-Arten gefunden, im Jahr 2012 waren im Wintergetreidefeld AC2 die meisten gefährdeten Arten vorhanden. Die Lebensraumpräferenzen der gefährdeten Laufkäferarten sind Pionier-, Kultur- und Waldhabitate (je zwei Arten) sowie offene Nasshabitate (eine Art). Zwei weitere Arten besitzen keine erkennbare Habitatpräferenz.

Spinnen und Weberknechte

Zönosenstruktur (Arten- und Individuenzahlen, Diversitätsindizes)

Die Spinnentierzönose setzte sich 2011 aus 127 Spinnen- und Weberknechtarten zusammen, die mit insgesamt 6.977 Individuen vertreten waren, 2012 waren es 125 Arten in 5.118 Individuen. Wie bei den Laufkäfern war im Jahr 2011 der Waldrand (WAR) die artenreichste Probefläche, die höchste Individuenzahl wurde jedoch auf der Wiese (WIE) ermittelt (siehe Tabelle 106). Im Jahr 2012 fielen diese beiden Parameter im Saum am höchsten aus.

Tabelle 106: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Spinnen und Weberknechte der Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

2011										
Parameter	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
Arten	28	23	45	38	36	37	46	32	53	34
Individuen	522	476	1245	415	827	681	453	234	453	1671
Simpson	2,25	3,58	5,88	6,9	3,09	5,16	2,43	8,54	8,92	1,93
Alpha	6,33	5,05	9,14	10,18	7,68	8,39	12,8	10,02	15,57	6,04
Shannon	1,59	1,77	2,16	2,5	1,77	2,08	4,84	2,67	2,89	1,18
2012										
Parameter	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
Arten	31	31	36	35	41	34	57	37	53	44
Individuen	560	575	605	220	382	545	875	217	399	831
Simpson	7,67	4,47	4,85	6,62	8,93	4,97	6,14	9,98	12,37	2,26
Alpha	7,07	7,02	8,39	11,73	11,65	8,51	13,65	12,82	12,34	9,91
Shannon	2,43	2,06	2,24	2,52	2,72	2,19	2,44	2,73	3,04	1,56

Von den Diversitätsindizes besaßen 2011 zwei, im Jahr 2012 alle drei in der Waldrandfläche ihr Maximum. Minima traten am häufigsten in der Wiese sowie in beiden Ackerflächen auf.

Charakteristische Arten

Wie bei den Laufkäfern wurden für die Spinnentiere im Jahr 2011 für den Waldrand (WAR) sechs charakteristische Arten ermittelt, die ihr Schwerpunktverkommen in unterschiedlichen Waldtypen besaßen (siehe Tabelle 107).

Tabelle 107: Charakteristische Spinnen- und Weberknechtarten an den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktverkommen (Habitatpräferenz).

2011											
Art	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE	SP
<i>Alopecosa pulverulenta</i>						0,36	0,36				WIE
<i>Centromerita bicolor</i>					0,42						VWA
<i>Centromerus sylvaticus</i>									0,71		FWA
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>			0,39								WIE
<i>Diplocephalus latifrons</i>									0,63		FWA
<i>Diplocephalus picinus</i>									0,64		FWA
<i>Euophrys frontalis</i>								0,60			WAL
<i>Gonatium rubellum</i>									1,00		VWA
<i>Histoipona torpida</i>								0,71			FWA
<i>Meioneta rurestris</i>	0,42										ACK
<i>Meioneta saxatilis</i>							0,60				OHA
<i>Mitopus morio</i>								1,00			FWA
<i>Opilio canestrinii</i>								0,80			FWA
<i>Palliduphantes pallidus</i>									0,63		FWA
<i>Pardosa amentata</i>			0,46								ONH
<i>Pardosa pullata</i>							0,46				OHA
<i>Tiso vagans</i>			0,46								WIE
<i>Walckenaeria alticeps</i>									0,71		NWA
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>								0,64			FWA
2012											
Art	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE	SP
<i>Ceratinella brevis</i>								0,71			FWA
<i>Diplocephalus latifrons</i>									0,63		FWA
<i>Diplocephalus picinus</i>									0,50		FWA
<i>Enoplognatha ovata</i>									0,60		OHA
<i>Euophrys frontalis</i>								0,60			WAL
<i>Gonatium rubellum</i>									1,00		VWA
<i>Metellina segmentata</i>									0,60		VWA
<i>Opilio canestrinii</i>								0,60			FWA
<i>Ozyptila praticola</i>									0,80		SWA
<i>Palliduphantes pallidus</i>									0,56		FWA
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>		0,46									ACK
<i>Pardosa amentata</i>			0,39								ONH
<i>Pardosa pullata</i>							0,63				OHA
<i>Pardosa saltans</i>									0,80		VWA
<i>Phalangium opilio</i>		0,46									ACK
<i>Walckenaeria alticeps</i>									0,60		NWA
<i>Xysticus bifasciatus</i>							0,64				RUD
<i>Xysticus kochi</i>		0,71									ACK

Insgesamt zeigte sich ein ähnliches Verteilungsmuster wie auch bereits bei den Laufkäfern zu sehen war. Für die Agrarholzstreifen zeigten sich 2012 keine charakteristischen Arten. Für 2011 war es je eine Art in den mit Weiden bepflanzten Agrarholzbeständen KU2 und KU3, die mit keiner aus den Standorten WAL bzw. WAR übereinstimmte und von denen die eine Wiesenflächen bevorzugt, die andere typisch für Vorwälder ist. Hier spiegelt sich selbst nach vier Jahren Standzeit der noch relativ offene Charakter der nur spärlichen schattenspendenden Weidengehölze KU2 und KU3 wider.

Struktur der Spinnentierzönosen

Hinweise für die Interpretation der Ordinationsdiagramme finden sich im Kapitel zur Struktur der Carabidenzönosen.

Die Spinnentierzönosen der Wiese (WIE), des Saumes (SAU) und die der beiden Gehölzflächen (WAR, WAL) unterscheiden sich in beiden Untersuchungsjahren deutlich von denen der Agrarholzstreifen, der Brache und den beiden Äckern, was durch ihre abgerückte Position deutlich wird (siehe Abbildung 162 und Abbildung 163).

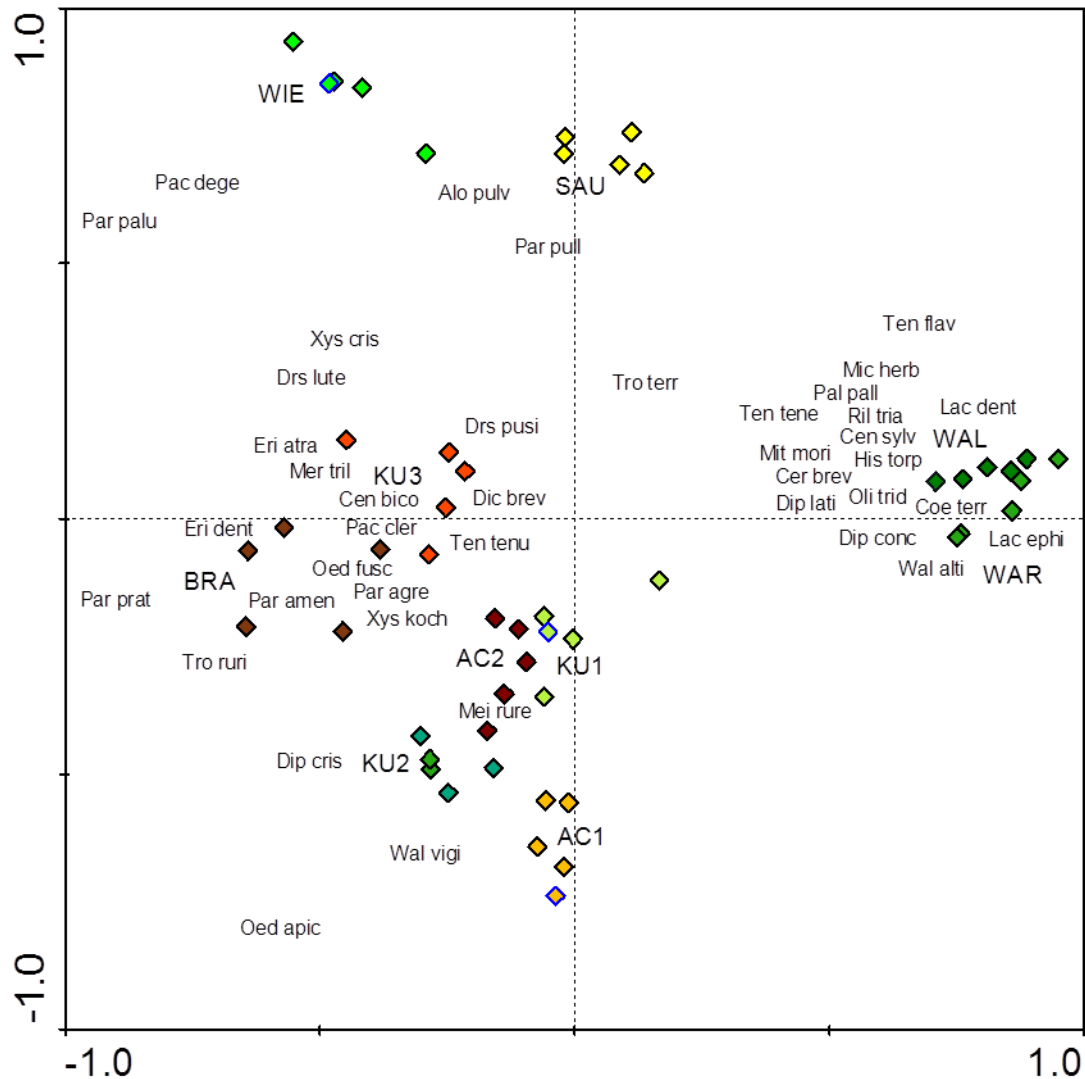


Abbildung 162: Verteilung der Spinnen- und Weberknechtarten auf die unterschiedlichen Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2011 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1 = Kartoffelacker, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 3 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 3 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Kartoffelacker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Die Spinnentierlebensgemeinschaften des Waldes (WAL) und des Waldsaumes (WAR) sind in beiden Jahren nicht sehr unterschiedlich. Die Spinnenzönose der Pappelfläche (KU1) ist 2012 den Gehölzflächen WAL und WAR sehr ähnlich, was trotz ihrer Lage inmitten der Ackerfläche AC1 auf einen größeren Anteil von Individuen der Waldarten schließen lässt.

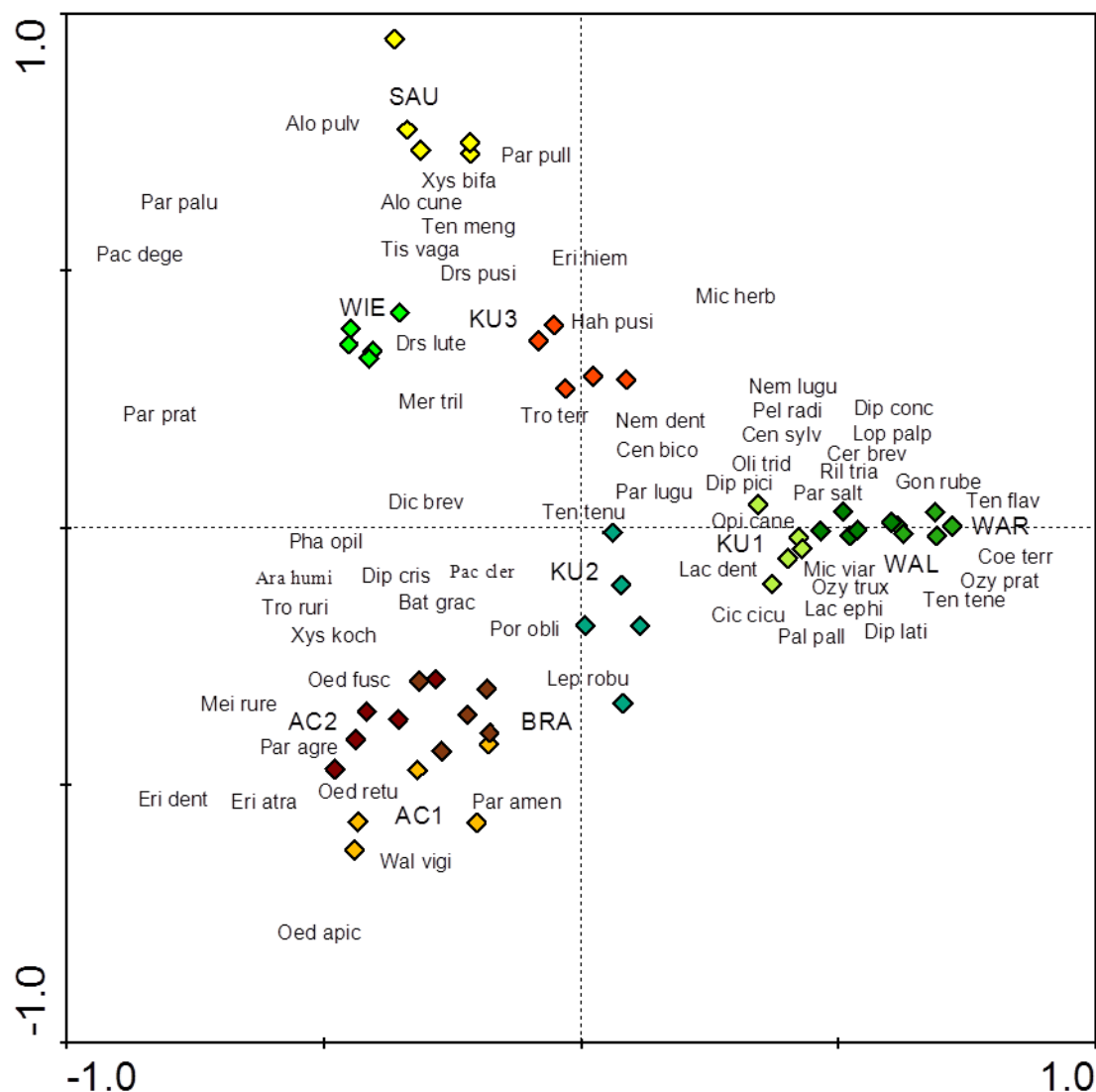


Abbildung 163: Verteilung der Spinnen- und Weberknechtarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2012 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 4 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 4 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Acker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Im Untersuchungsjahr 2011 sind die Spinnentierzönosen der Agrarholzflächen KU1 und KU2 denen der beiden Ackerflächen ähnlicher als denen der Gehölzflächen, wobei eine größere Übereinstimmung mit der Spinnentierzönose in AC2 als mit der in AC1 besteht. Die Spinnengemeinschaft der Fläche AC1 unterscheidet sich von der in AC2 stark, da in AC1 2011 Kartoffeln angebaut wurden. Die Agrarholzfläche KU3 zeigt in 2011 eine Ähnlichkeit in den Artvorkommen der Spinnen und Weberknechte zur Brachefläche (BRA). Die Zönosen der Agrarholzflächen unterscheiden sich in 2011 deutlich von denen der grasdominierten Lebensräume Wiese (WIE) bzw. Saum (SAU) und von den gehölzdominierten Habitaten Wald (WAL) und Waldrand (WAR).

Die Zönosenstruktur ändert sich im Jahr 2012 wesentlich, da auf beiden Äckern Getreide angebaut wurde. Den beiden Äckern (AC1 und AC2) ist im Fangjahr 2012 die Brache (BRA) am ähnlichsten. Die Spinnentierzönose der Agrarholzanlage KU3 (Weiden) zeigte im Untersuchungsjahr 2012 eine größere Ähnlichkeit mit der benachbarten Wiese. Die Spinnengemeinschaft des Pappelholzstreifens (KU1) hatte bereits eine große Ähnlichkeit mit denen der Gehölzreferenzen Waldrand (WAR) und Wald (WAL). Die Weidenanpflanzung KU2 hatte eine intermediäre Artenzusammensetzung, die keinen der untersuchten anderen Standorte stärker ähnelte. Dieser Standort ist deshalb eher im Schnittpunkt des Koordinatensystems verortet.

Struktur der Individuendominanzen

Die Dominanzstruktur der Zönosen zeigte im Untersuchungsjahr 2012 im Vergleich zum Vorjahr deutliche Veränderungen. Waren die Agrarholzstreifen im Jahr 2011 noch von Ackerarten (*Oedothorax apicatus*, *Pachygnatha degeeri*) und Arten offener Habitats geprägt, so wurden diese 2012 in den oberen Dominanzrängen von Wald- und Vorwaldarten verdrängt.

Im Jahre 2012 dominierten im Pappelstreifen (KU1) eine Feucht- und drei Vorwaldarten, in der Weidenanpflanzung KU2 zwei Waldarten, eine Art der offenen Nasshabitats und eine Ackerart. In dem Agrarholzstreifen KU3 (Weiden) war 2012 nur eine Waldart vertreten. In der dichteren Pappelfläche (KU1) stellten 2011 die Ackerarten insgesamt noch rund 1/3 der Gesamtindividuenzahl, 2012 waren es nur noch 3%. Im Vergleich dazu änderte sich der Anteil der Waldarten von 13% der Gesamtindividuen im Jahr 2011 auf ca. 80% im Untersuchungsjahr 2012. In der lichten Weidenanpflanzung KU2 machten im Jahr 2011 die Ackerarten noch rund 57% aller Individuen aus. In dem Agrarholzstreifen KU3 (Weiden) wurden 2011 insgesamt 1/3 des gesamten Individuenbestandes als Ackerarten identifiziert. Während sich 2011 nur eine bzw. zwei Waldarten mit einem Anteil von je >2% bzw. 4% am gesamten Individuenbestand in den Weidenanpflanzungen vorkamen, waren es 2012 drei bzw. sechs Arten, die ein Viertel der Individuen ausmachten. Die Waldarten hatten in beiden Jahren in dem am stärksten beschatteten Agrarholzstreifen KU1 (Pappel) einen etwa doppelt so hohen Individuenanteil wie in den lichtereren Weidenanpflanzungen KU2 und KU3, in 2012 waren es dreimal so viel. In allen drei Agrarholzstreifen betrug der Individuenanteil der Ackerarten 2011 noch mehr als die Hälfte des Gesamtindividuenbestandes, in 2012 waren es nur noch maximal 17% (KU2).

Auf der Ackerfläche AC1 machten 2011 (Kartoffeln) fünf Ackerarten rund 76% aller Individuen aus. Im Jahr 2012 (Weizen) waren es acht Ackerarten vorhanden, die etwa den gleichen Individuenanteil (70%) wie im Vorjahr ausmachten. Im Wintergetreidefeld AC2 stellten 2011 sieben Ackerarten rund 73% der Individuen. Im Untersuchungsjahr 2012 waren neun Ackerarten mit 81% der Gesamtindividuen. Waldarten kamen auf keiner der beiden Flächen und Jahre regelmäßig vor.

Als häufigste Arten kamen in der Brache 2011 zwei Acker- und zwei Offenlandarten vor. Die beiden Offenlandarten stellten zusammen 45% der Individuen. Im Untersuchungsjahr 2012 waren unter den häufigsten vier Arten drei Ackerarten, die 56% der Gesamtindividuen ausmachten. Im Vergleich dazu herrschten im Saum 2011 drei Acker- und sechs Offenlandarten vor, drei Waldarten stellten 9% der Individuen. 2012 befanden sich unter den dominanten Arten eine Ackerart und vier Offenlandarten.

Im Wald kamen insgesamt 27 Wald- inkl. Vorwaldarten vor, wovon 17 Arten etwa 81% der Gesamtindividuen ausmachten. 2012 dominierten 11 Waldarten mit 77% der Individuen. Der Waldrand beherbergte in beiden Untersuchungsjahren ein ähnliches Artenspektrum wie der Wald, die Dominanzverhältnisse dagegen waren in beiden Jahren unterschiedlich. Am Waldrand kamen 2011 im Unterschied zum Wald neben den Waldarten auch 15 Offenland- und Ackerarten vor (von 53 Arten insgesamt), 2012 waren es 13 Offenlandarten (von insgesamt 51 Arten). Die Dominanzverteilung der Individuen war in beiden Flächen (Wald und Waldrand) homogen.

Auf der Wiesenfläche dominierten in 2011 und 2012 jeweils zwei Offenland- und drei Ackerarten. Die Individuenverteilung war sehr inhomogen, da *Pardosa palustris*, eine Art der Kulturflächen, in beiden Untersuchungsjahren >70% aller Individuen der Fläche stellte. Die Zusammensetzung der ökologischen Gruppen unterschied sich in beiden Jahren nur geringfügig.

Zeitliche Dynamik

Die prozentualen Zu- bzw. Abnahmen für die Spinnentierarten mit Schwerpunktverkommen in Wäldern und auf dem Acker im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr können aus der Abbildung 163 und Abbildung 165 abgelesen werden. Für die Spinnentiere ergaben sich deutliche Zuwächse von Individuenanteilen der Waldarten, die zwischen 25% (KU3 – Weiden) und >60% (KU1 – Pappel) betrugen. Alle drei Agrarholzstreifen zeigten im Vergleich zu den Referenzbiotopen die stärksten Abnahmen der Ackerarten, die zwischen 20% (KU3 – Weiden) und >45% (KU2 – Weiden) liegen.

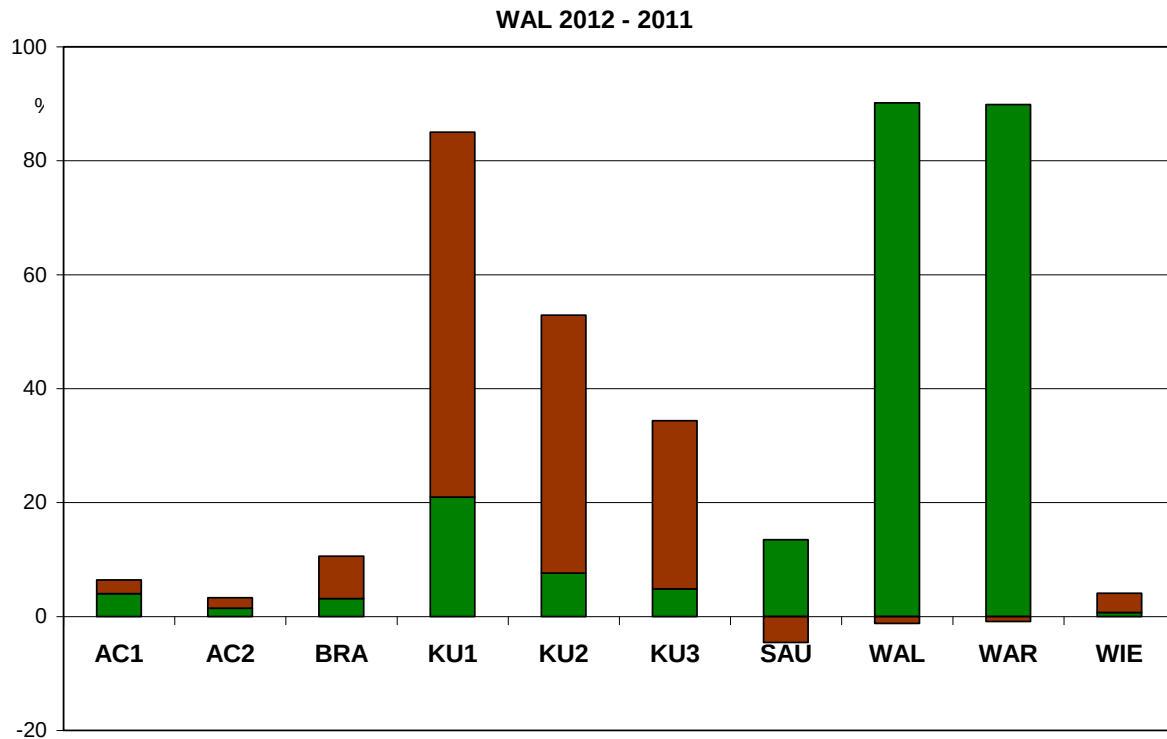


Abbildung 164: Individuenanteile der Spinnentierarten mit Schwerpunktorkommen in Wäldern im Untersuchungsjahr 2011 (grün) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, rotbraun) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese

In der Brache (BRA) nahm der Individuenanteil der Waldarten in 2012 um ca. 10% gegenüber dem Vorjahr zu. In den anderen Referenzhabitaten war die zeitliche Veränderung in den ökologischen Gruppen Waldarten und Ackerarten sehr gering.

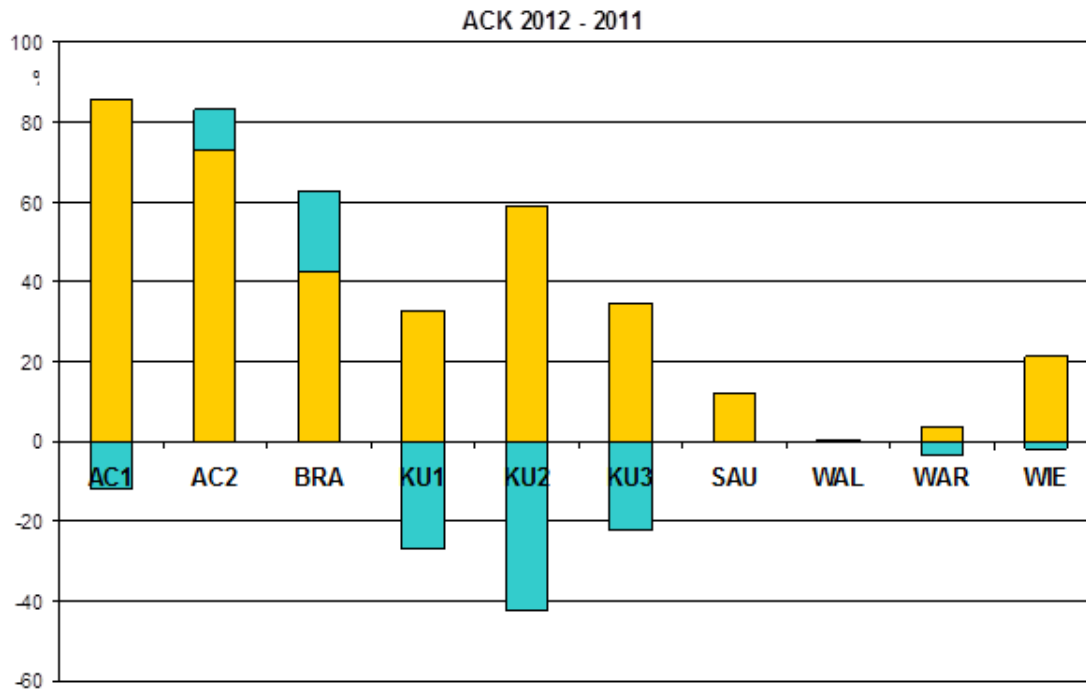


Abbildung 165: Individuenanteile der Spinnentierarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern im Untersuchungsjahr 2011 (gelb) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, blau) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.

Für die Spinnentiere zeichnete sich am Standort Scheyern ein ähnliches Ergebnis wie bei den Laufkäfern ab. Die größte Zunahme der Waldarten bei entsprechender Abnahme der Ackerarten konnte für die Pappelfläche KU1 registriert werden (größere Beschattung durch das Laubwerk im Vergleich zu dem der Weiden). In den beiden Weidenflächen KU2 und vor allem in KU3 fiel diese Dynamik geringer aus. Im Vergleich zu den Laufkäfern reagierten die Spinnen deutlicher auf den jährlichen Zuwachs der Agrarhölzer, bzw. deren Beschattung, und den Laubfall.

Gefährdete Arten

Im Jahr 2011 wurden im Wald (WAL) zwei gefährdete Arten gefunden, eine in der Kategorie „extrem selten“ und eine, bei der eine Gefährdung anzunehmen ist (siehe Tabelle 108). 2012 wurden zwei Arten nachgewiesen, bei denen eine Gefährdung (Kategorie 3) vorliegt.

Tabelle 108: Gefährdete Spinnenarten in den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese; RL = Rote Liste, für Bayern: Blick/Scheidler (2008), für Deutschland (RL_D): Blick et al. (2013, i. Dr.). 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär.

2011										
RL-Kategorie	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
0										
1										
2										
3								2		
R							1			
V										
G									1	
D										
RL Bayern							1	2	1	
Artenzahl	28	23	45	38	36	37	46	32	53	34
RL_D							1	1		
2012										
RL-Kategorie	AC1	AC2	BRA	KU1	KU2	KU3	SAU	WAL	WAR	WIE
0										
1										
2										
3				1	1		2		2	
R										
V										
G										
D										
RL Bayern				1	1		2		2	
Artenzahl	31	31	36	35	41	34	57	37	53	44
RL_D							1		1	

Eine der gefährdeten Arten wurde 2012 in zwei der drei Agrarholzstreifen nachgewiesen, die anderen Rote-Liste-Arten waren im Saum, im Waldstandort und im Waldrand vorhanden.

Diskussion

Die Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften weisen, mit Ausnahme der Laufkäfer in der Agrarholzfläche KU2, im Jahr 2012 (maximale Diversitätsindizes) jeweils nicht in den Agrarholzbeständen, sondern in den Referenzbiotopen Waldrand (WAR), Saum (SAU), Wiese (WIE) oder Feuchtbrache (BRA) die höchsten Arten- (Ausnahme AC1 bei den Laufkäfern 2012) und

Individuenzahlen und Diversitätsparameter auf. Das bedeutet, dass die Agrarholzbestände in Scheyern nur wenig Potenzial zur Steigerung der α - und γ -Diversität in der Kulturlandschaft Scheyerns besitzen. Ob dies auf die streifenförmige Anbauweise zurückzuführen ist, kann nicht entschieden werden, da eine hierfür erforderliche parallele Untersuchung von flächigen Beständen in Scheyern nicht möglich war. Vergleiche mit den flächenhaften Agrarholzbeständen in Allendorf konnten aufgrund der unterschiedlichen lokalen Klima-, und Bodenverhältnisse nicht durchgeführt werden. Die Anzahl charakteristischer Arten ist in Scheyern in den Agrarholzstreifen niedriger als in den Referenzbiotopen. Die höchste Anzahl charakteristischer Arten ist in beiden Tiergruppen im Wald (WAL) und Waldrand (WAR) vorhanden. Dennoch beherbergen die Agrarholzstreifen, vor allem der Pappelbestand, eigene Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften. Wie in Allendorf bestehen diese aus einer Durchmischung von Arten aus den angrenzenden Referenzbiotopen. Bei den Spinnen ist im dreijährigen Stadium 2011 noch eine große Ähnlichkeit der Tiergemeinschaften zu den Äckern zu erkennen, die im vierjährigen Stadium außer für die Agrarholzfläche KU2 weitgehend aufgehoben ist. Bei beiden Tiergruppen zeigt sich im zweiten Untersuchungsjahr 2012 eine deutliche Ähnlichkeit der Artengemeinschaften in den Agrarholzbeständen mit den Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften der Brache (mit KU1 und KU2) bzw. des Saumes (SAU) und der Wiese (WIE) (mit KU3), was wir auf die große räumliche Nähe der drei letztgenannten Untersuchungsflächen zueinander zurückführen. Die differenzierten Analysen der Dominanzverhältnisse der Laufkäfer- und Spinnenzönosen lassen vermuten, dass eine hohe Besiedlungsdynamik aus den benachbarten Referenzbiotopen in die Agrarholzfläche KU3 erfolgt. Dagegen deutet die eher indifferente Zusammensetzung der Carabidenzönose in der Agrarholzfläche KU2 auf eine größere räumliche Isolierung der Fläche zu den bewaldeten und offenen Biotopen (abgesehen vom Acker) hin, unterstreicht jedoch durch die unterschiedlichen ökologischen Ansprüche der vorhandenen Arten die große Heterogenität dieses Lebensraumes. Ein Zusammenhang zwischen der räumlichen Nähe von Quellbiotopen und der Zusammensetzung der Laufkäferzönosen könnte auch am Standort Allendorf bestehen. So weist Agrarholzfläche KU4 in Allendorf die größte räumliche Nähe zur Gehölzinsel und zum Wald auf. Von diesen Referenzbiotopen aus könnte eine Besiedlung von KU4 erfolgen. Die Artengemeinschaften in den Agrargehölzen unterscheiden sich grundlegend von denen der gehölzdominierten Referenzbiotope Wald (WAL) und Waldrand (WAR) in Scheyern. Die Spinnenzönosen beider Flächen sind sich dabei einander ähnlicher als die Laufkäfergemeinschaften untereinander. In Scheyern sind die Kleinräumigkeit und die Nähe der einzelnen Biotope zueinander für die enge Verzahnung der Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften verantwortlich zu machen, obwohl sich die Agrarholzzönosen deutlich von den Ackerzönosen abgrenzen lassen. Die Verteilung der Individuenanteile von Waldarten ist neben der Standzeit der Gehölze vor allem von ihrem Beschattungsgrad abhängig. Während die Waldarten in den lichten Weidenbeständen KU2 und KU3 im Jahr 2011 je einen Individuenanteil von insgesamt 16-17% erreichen, betrug dieser im dichten Pappelbestand KU1 2011, bereits rund 56%, im vierten Standjahr sogar 76%. Da die Dominanzen und die absoluten Zahlen der Waldarten in der Waldrandfläche ähnlich hoch sind wie in den Agrarholzstreifen, schließen wir hier auf die Funktion der Agrarholzstreifen als potenzielle Korridore zur Vernetzung von Gehölzbiotopen.

Der dichtere Pappelbestand KU1 zeigt für Laufkäfer und Spinnen gleichermaßen gegenüber 2011 die größte Zunahme im Individuenanteil von Waldarten und bei den Laufkäfern auch den größten Rückgang im Individuenanteil der Ackerarten. Die geringsten Veränderungen sind für die Spinnen in der Weidenanpflanzung KU3 zu erkennen, bei den Laufkäfern kehrte sich das Verhältnis von Zu- und Abnahme sogar um.

Die Anzahl der für Bayern und Deutschland gefährdeten Laufkäfer- und Spinnenarten ist im gesamten Untersuchungsgebiet sehr gering. Vor allem in den Gefährdungskategorien 1-3 wurden nur einzelne Arten nachgewiesen. Die größte Anzahl gefährdeter Arten ist bei den Laufkäfern in den Referenzbiotopen Waldrand (WAR), Feuchtbrache (BRA) und auf dem Acker (AC2) vorhanden, in den Agrarholzstreifen sind es maximal ein bis zwei gefährdete Arten. Bei den Spinnen treten in den Agrarholzstreifen in beiden Jahren keine gefährdeten Arten auf.

Das nachgewiesene Artenspektrum und die Zusammensetzung der Laufkäfer- und Spinnenzönosen hinsichtlich ihrer Habitatpräferenzen liefert einen Hinweis darauf, dass mit den Agrarholzstreifen neuartige, charakteristische Lebensräume entstanden sind, die so bisher in der etablierten Agrarlandschaft nicht vorkommen. Trotzdem eine Nähe zum Acker in Bezug auf die Artenzusammensetzung grundsätzlich sichtbar ist, scheint u.a. die strukturelle Architektur der Flächen ausreichend heterogen zu sein, um für Arten mit unterschiedlichen Habitatsprüchen einen geeigneten Lebensraum zu bieten. Im Vergleich zu den „klassisch“ bewirtschafteten Äckern stellen die Agrarholzstreifen mit ihrer andersartigen Bewirtschaftung und Struktur eine Aufwertung in der ansonsten strukturarmen Agrarlandschaft dar.

4.4.3.16 Ergebnisse Marpingen, Laufkäfer und Spinnen (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick)

Standortcharakterisierung

Eine Fotodokumentation der Untersuchungsflächen bei Marpingen befindet sich im Anhang, siehe Kapitel 11.5.3.1.

Die klimatische Charakterisierung der Untersuchungsflächen erfolgt anhand der Bodentemperaturen im Mai (größte Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen). In Abbildung 165 werden dafür jeweils das Monatsmittel der Tagestemperaturen für beide Untersuchungsjahre abgebildet. Die Untersuchungsflächen Mar M und O wurden jeweils nur in einem Jahr untersucht, in der Untersuchungsfläche Mar C wurden im Jahr 2011 die Logger zerstört bzw. entfernt.

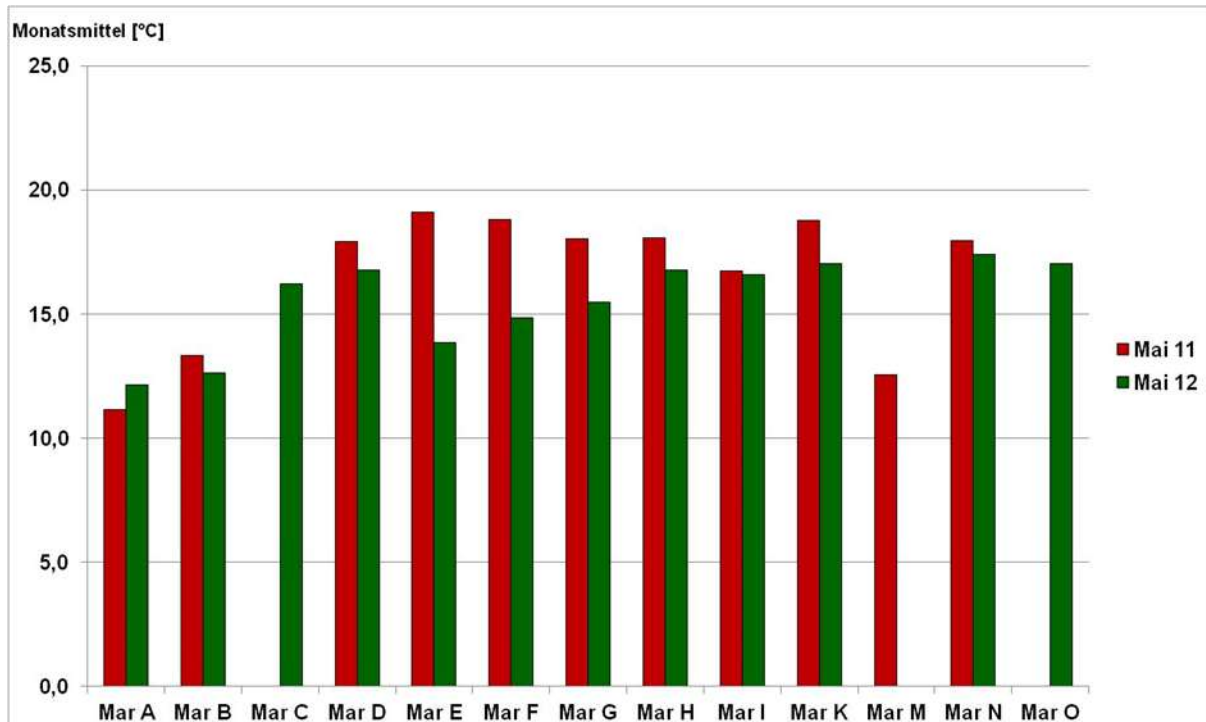


Abbildung 166: Monatsmittel der Tagestemperaturen in Marpingen.

Die Monatsmittel im Mai liegen im Bereich von 11,2 bis 19,1°C. Niedrige Werte zwischen 11,2 und 13,3°C sind zum einen im Bereich des Laubwaldes, des Waldrandes und der nur 2011 untersuchten Hecke (Mar A, B, M) zu beobachten. Höhere Werte zwischen 16,6 und 19,1°C treten im Bereich einiger offener Untersuchungsflächen (Mar C, D, H, I, K, N O) auf. Bemerkenswert sind die Unterschiede der Monatsmittel der Untersuchungsflächen mit Energiepflanzen Mar E, F und G zwischen beiden Untersuchungsjahren. Hier differieren die Mittel der Maitemperaturen in den Jahren 2011 und 2012 besonders bei der Fläche Mar E um mehr als 4°C.

Arten-, Individuenzahlen und Diversitätsindizes

Eine Übersicht der Ergebnisse auf Basis der Arten und Individuenzahlen gibt Tabelle 109.

Tabelle 109: Ergebnisse der Spinnen- und Laufkäfererfassungen in Marpingen.

	2011 (Arten nur 2011)	2012 (Arten nur 2012)
Arten		
Spinnen	155 (21)	162 (28)
Laufkäfer	84 (11)	86 (13)
Individuen		
Spinnen (adult)	13263	18035
Laufkäfer	13224	10468

Insgesamt wurden 31.298 adulte Spinnen- und 23.692 Laufkäferindividuen gefangen und 183 Spinnen- und 97 Laufkäferarten nachgewiesen.

Tabelle 110: Verteilung der Spinnen- und Laufkäferarten im Untersuchungsgebiet.

	Mar A 2011	Mar A 2012	Mar B 2011	Mar B 2012	Mar C 2011	Mar C 2012	Mar D 2011	Mar D 2012	Mar E 2011	Mar E 2012	Mar F 2011	Mar F 2012	Mar G 2011	Mar G 2012	Mar H 2011	Mar H 2012	Mar I 2011	Mar I 2012	Mar K 2011	Mar K 2012	Mar M 2011	Mar N 2011	Mar N 2012	Mar O 2012
Arten Laufkäfer	20	16	41	37	22	30	32	35	30	31	42	46	36	38	35	37	24	28	30	44	25	16	20	38
Arten Spinnen	40	47	72	74	49	58	47	54	49	42	42	50	39	58	54	65	62	65	52	54	59	61	61	70

Die Artenzahlen der Laufkäfer schwanken zwischen 16 (Fläche Mar A 2012, Mar N 2011) und 46 (Mar F 2012). Hohe Werte weisen dabei besonders die offenen Flächen (Ackerflächen, Brachen, Flächen mit Energiepflanzen) aber auch der Waldrand (Mar B 2011) auf. Niedrige Artenzahlen sind im Waldhabitat (Mar A), im inneren der Hecke (Mar M) und der Grünlandbrache (Mar N). Bis auf den Wald- und Waldrandstandort (Mar A, Mar B) konnten in allen über 2 Jahre untersuchten Flächen im zweiten Untersuchungsjahr mehr Arten nachgewiesen werden als im Vorjahr.

Die Artenzahlen der Spinnen schwanken zwischen 39 (Fläche Mar G 2011) und 74 (Mar B 2012). Die höchsten Werte weisen dabei der Waldrand (Mar B) und der ältere Agrarholzbestand (Mar O) mit 70 bis 74 Arten auf. Die niedrigsten Artenzahlen sind im Wald (Mar A 2011), in einer Agrarholzpflanzung und deren Rand im ersten Jahr (Mar G 2011, Mar F 2011) und auf der Fläche Wildpflanzengemeinschaft „Feuchte Wiese“ im zweiten Jahr (Mar E 2011) mit 39 bis 42 Arten. Bis auf Mar E (2011: 49 Arten, 2012: 42 Arten) und das Grünland (2011 und 2012: je 61 Arten) konnten in allen über zwei Jahre untersuchten Flächen im zweiten Untersuchungsjahr mehr Arten nachgewiesen werden als im Vorjahr. Der größte Anstieg ist auf Fläche Mar G zu verzeichnen (2011: 39 Arten, 2012: 58 Arten).

Die Abschätzung des Erfassungsgrades der Spinnen- und Laufkäferzönosen erfolgt mit der Prozedur Jack-knife¹ des Statistikpaketes BioDiversity Pro. Berechnungsgrundlage waren die Arten- und Individuenzahlen pro Probefläche und Falle. D.h. in die Berechnung gehen 120 Datensätze ein.

Für Spinnen ergab sich ein Erwartungswert von 207 Arten. Damit liegt der Erfassungsgrad der Spinnenzönose bei 88%. Die erwartete Artenzahl für Laufkäfer betrug 109 Arten. Für die Laufkäferzönosen ergibt sich damit ein Erfassungsgrad von 89%.

Die Ergebnisse der Berechnung der Diversitätsindices (Alpha, Shannon, Simpson) werden für die Laufkäfer in der Tabelle 111 und für die Spinnen in der Tabelle 112 wiedergegeben.

Tabelle 111: Diversitätsindizes Laufkäfer.

2011												
Standortkürzel	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
Arten	17	38	20	29	27	39	33	33	23	27	23	14
Individuen	455	422	1686	1568	1422	2011	1897	1799	268	766	379	108
Alpha	4,26	11,1	3,55	5,65	5,33	7,47	6,24	6,17	6,38	6,14	6,32	5,15
Shannon H' Log Base 10	0,89	1,17	0,75	0,71	0,72	0,83	0,86	0,92	1,07	0,88	0,48	0,95
Simpson (1/D)	5,92	9,01	3,38	2,66	3,4	3,93	4,33	5,84	8,73	4,68	1,64	6,39
2012												
Standortkürzel	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
Arten	16	37	30	35	31	46	38	37	28	44	20	38
Individuen	367	356	1621	2196	716	878	931	801	192	1594	172	644
Alpha	3,42	10,39	5,23	5,92	6,61	10,3	7,97	8,03	9,02	8,38	5,86	8,84
Shannon H' Log Base 10	0,72	1,19	1,02	1,07	0,92	1,17	1,04	1,1	1,11	0,94	1,09	1,06
Simpson (1/D)	2,94	10,11	7,82	8,96	4,38	9,27	6,24	8,91	8,85	4,43	9,61	5,76

Tabelle 112: Diversitätsindizes Spinnen.

2011												
Standortkürzel	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
Arten	40	72	49	47	49	42	39	54	62	52	59	61
Individuen	524	1218	1229	1189	820	823	891	1321	2061	1471	604	1112
Alpha	10,08	16,15	9,7	9,26	10,8	9,36	8,34	11,07	11,8	10,26	15,1	13,31
Shannon H' Log Base 10	1,26	1,2	1,11	1,1	1,11	1,08	1,12	1,32	0,96	1,06	1,26	1,2
Simpson (1/D)	13,03	6,99	6,87	6,84	7,5	6,73	7,91	14,01	4,27	7,62	11,53	8,07
2012												
Standortkürzel	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
Arten	47	74	58	54	42	50	58	65	65	54	61	70
Individuen	745	944	1100	1184	1639	1985	2038	1325	1912	1471	1318	1906
Alpha	11,15	17,8	12,76	11,4	7,63	9,1	10,42	14,34	13	10,52	12,42	13,53
Shannon H' Log Base 10	1,32	1,35	1,33	1,24	1,09	1,17	1,18	1,39	1,25	1,18	1,31	1,38
Simpson (1/D)	14,38	12,66	13,83	10,18	7,99	8,84	9,48	17,44	8,6	9,96	13,33	16,02

Für die Laufkäfer ist der Alpha-Index am Waldrand (Mar B) in beiden Jahren am höchsten – dort überlappen sich Wald- und Offenlandfauna. Niedrige Werte weist in beiden Jahren der Wald (Mar A) auf. Die Alpha-Diversitätswerte der Energiepflanzenflächen erhöhen sich von 2011 auf 2012 durchweg, zum Teil deutlich (C, F, G, H) und zum Teil nur wenig (D, E). Der Wert des Randes der Agrarholzanpflanzung (Mar G - Ackerbrache mit kaum angewachsenen Energieholzpflanzen) zum Wildpflanzengemenge (Mar F) erreicht im Jahr 2012 sogar fast den des Waldrandes. Aber auch die Werte der übrigen Flächen sind nicht stabil – so steigt die Alpha-Diversität im Grünland und im Acker (Mar I, Mar K) von 2011 auf 2012 ebenfalls deutlich an.

Auch bei den Spinnen sind die höchsten Alpha-Diversitätswerte für den Waldrand (Mar B) zu verzeichnen, gefolgt von der Hecke (Mar M). Der niedrigste Wert im Jahr 2011 weist der untersuchte Rand vom Agrarholz zum Wildpflanzengemenge (Mar F) und in 2012 ein Wildpflanzengemenge (Mar E) auf. Die Alpha-Diversitätswerte der Energiepflanzenflächen erhöhen sich von 2011 auf 2012 fast durchweg, zum Teil deutlich (C, D, G, H) und zum Teil gingen sie geringfügig (F) bzw. sogar deutlich zurück (E). In letzteren beiden Flächen gab es aber im Jahr 2012 die meisten Ausfälle. Die Werte der übrigen Flächen (A, B, I, K, N) blieben von 2011 zu 2012 relativ stabil, mit einer leicht ansteigenden Tendenz (mit Ausnahme von Mar N).

Artenlisten und Zönosen

Die nachgewiesenen Laufkäferarten werden zusammen mit dazugehörigen ökologischen Informationen in Tabelle 113 aufgeführt. Eine Übersicht der Verteilung der Arten und Individuen auf die einzelnen Probeflächen ist im Anhang einzusehen.

Tabelle 113: Laufkäferarten in Marpingen (Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang).

Laufkäferarten in Marpingen							
Arten	Autor	Lebensraum- kategorie	Wald- bindung	Feuchtigkeits- anspruch	Habitat- bindung	2011 (Σ Ind.)	2012 (Σ Ind.)
<i>Abax ovalis</i>	(Duftschmid, 1812)	mW	w	mL	3	1	1
<i>Abax parallelepipedus</i>	(Piller/ Mitterpacher, 1783)	W	w+	mL	5	218	100
<i>Abax parallelus</i>	(Duftschmid, 1812)	W	w	mL	4	70	50
<i>Acupalpus meridianus</i>	(Linnaeus, 1761)	P	o	vfL	3	3	3
<i>Agonum muelleri</i>	(Herbst, 1784)	KI	o	mfL	4	6	
<i>Agonum sexpunctatum</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	o	sfL	3	1	4
<i>Amara aenea</i>	(De Geer, 1774)	tO	o	tL	3	14	372
<i>Amara aulica</i>	(Panzer, 1797)	KI	o	vfL	4	7	51
<i>Amara bifrons</i>	(Gyllenhal, 1810)	tO	o	tL	3		2
<i>Amara communis</i>	(Panzer, 1797)	KI	o	mL	3	1	5
<i>Amara consularis</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	o	tL	2	1	
<i>Amara convexiorq</i>	Stephens, 1828	tO	o	tL	3	13	33
<i>Amara eurynota</i>	(Panzer, 1797)	tO	o	tL	3	19	96
<i>Amara familiaris</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	o	mL	5	1	38
<i>Amara kulti</i>	Fassati, 1947	KI	o	tL	3	14	270
<i>Amara lunicollis</i>	Schiödt, 1837	KI	o	vfL	5	4	28
<i>Amara montivaga</i>	Sturm, 1825	KI	o	tL	3	300	73
<i>Amara ovata</i>	(Fabricius, 1792)	KI	o	mtL	4	11	4
<i>Amara plebeja</i>	(Gyllenhal, 1810)	KI	o	mL	5	12	40
<i>Amara similata</i>	(Gyllenhal, 1810)	KI	o+	mtL	4	5	26
<i>Anchomenus dorsalis</i>	(Pontoppidan, 1763)	KI	o	vfL	4	476	739
<i>Anisodactylus binotatus</i>	(Fabricius, 1787)	KI	o+	vfL	5		8
<i>Asaphidion flavipes</i>	(Linnaeus, 1761)	KI	o	vfL	4		1
<i>Badister bullatus</i>	(Schränk, 1798)	KI	o+	mtL	4	13	4
<i>Bembidion lampros</i>	(Herbst, 1784)	KI	o+	vfL	5	282	843
<i>Bembidion lunulatum</i>	(Geoffroy, 1785)	KI	o	fL	3	2	1
<i>Bembidion obtusum</i>	Audinet-Serville, 1821	KI	o	mL	4	128	88
<i>Bembidion properans</i>	(Stephens, 1828)	KI	o+	vfL	4	3	
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	(Linnaeus, 1761)	KI	o	vfL	3	9	
<i>Brachinus crepitans</i>	(Linnaeus, 1758)	tO	o	tL	2	935	528
<i>Brachinus explodens</i>	Duftschmid, 1812	tO	o	stL	2	12	49
<i>Bradycellus harpalinus</i>	(Audinet-Serville, 1821)	KI	o	vfL	0		2
<i>Bradycellus verbasci</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	o	mfL	0	3	3
<i>Calathus fuscipes</i>	(Goeze, 1777)	KI	o	vfL	4	36	39
<i>Calathus melanocephalus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	o	mtL	4		1
<i>Callistus lunatus</i>	(Fabricius, 1775)	tO	o	stL	2	3	13
<i>Calosoma inquisitor</i>	(Linnaeus, 1758)	W	wg	mL	3	6	
<i>Carabus auratus</i>	Linnaeus, 1761	KI	o+	vfL	3	107	217
<i>Carabus auronitens</i>	Fabricius, 1792	W	w+	mL	4	27	15
<i>Carabus cancellatus</i>	Illiger, 1798	KI	o	vfL	3	251	418
<i>Carabus coriaceus</i>	Linnaeus, 1758	W	w+	mtL	4		3
<i>Carabus nemoralis</i>	O.F. Müller, 1764	eu	ow	mL	5	33	14
<i>Carabus problematicus</i>	Herbst, 1786	W	w	mL	4	102	274
<i>Carabus violaceus</i>	Fabricius, 1787	W	w+	vfL	3	14	15
<i>Cicindela campestris</i>	Linnaeus, 1758	tO	o+	tL	4	7	10
<i>Clivina fossor</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	o+	vfL	5	5	6
<i>Cychnus attenuatus</i>	(Fabricius, 1792)	mW	w+	mL	3	34	19
<i>Demetrias atricapillus</i>	(Linnaeus, 1758)	eu	o	mL	0	1	2
<i>Diachromus germanus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	o	fL	3		5
<i>Dromius agilis</i>	(Fabricius, 1787)	W	wg	mL	3	1	

Laufkäferarten in Marpingen							
Arten	Autor	Lebensraum- kategorie	Wald- bindung	Feuchtigkeits- anspruch	Habitat- bindung	2011 (Σ Ind.)	2012 (Σ Ind.)
<i>Dromius quadrimaculatus</i>	(Linnaeus, 1758)	W	w	mL	3	1	
<i>Dyschirius globosus</i>	(Herbst, 1784)	eu	ow	vfl	5	1	
<i>Harpalus affinis</i>	(Schrank, 1781)	KI	o	mtL	5	1471	911
<i>Harpalus distinguendus</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	o	tL	3	18	364
<i>Harpalus honestus</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	o	tL	2		3
<i>Harpalus laevipes</i>	Zetterstedt, 1828	W	wg	mL	3	7	10
<i>Harpalus latus</i>	(Linnaeus, 1758)	eu	ow	vfl	5	10	26
<i>Harpalus luteicornis</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	o+	stL	3	5	103
<i>Harpalus rubripes</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	o	tL	4	117	62
<i>Harpalus rufipes</i>	(De Geer, 1774)	KA	o	vfl	5	4006	2276
<i>Harpalus signaticornis</i>	(Duftschmid, 1812)	oT	o	tL	3	28	85
<i>Harpalus smaragdinus</i>	(Duftschmid, 1812)	tS	o	tL	2	1	
<i>Harpalus tardus</i>	(Panzer, 1796)	oT	ow	tL	3	4	1
<i>Leistus ferrugineus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	ow	mtL	4	2	6
<i>Leistus rufomarginatus</i>	(Duftschmid, 1812)	W	wg	mL	3	2	1
<i>Limodromus assimilis</i>	(Paykull, 1790)	U	w+	fl	3	1	1
<i>Loricera pilicornis</i>	(Fabricius, 1775)	eu	ow	fl	5	7	81
<i>Microlestes maurus</i>	(Sturm, 1827)	tO	o	tL	2	130	184
<i>Microlestes minutulus</i>	(Goeze, 1777)	tO	o	tL	3	14	20
<i>Molops piceus</i>	(Panzer, 1793)	W	wg	mL	3	28	15
<i>Nebria brevicollis</i>	(Fabricius, 1792)	eu	ow	vfl	5	7	19
<i>Nebria salina</i>	Fairmaire/Laboulb., 1854	KI	o	mfl	3	41	66
<i>Notiophilus aestuans</i>	Dejean, 1826	KI	o	tL	3	2	1
<i>Notiophilus biguttatus</i>	(Fabricius, 1779)	eu	ow	vfl	5	32	1
<i>Notiophilus germinyi</i>	Fauvel in Grenier, 1863	tO	o	tL	3	13	4
<i>Notiophilus palustris</i>	(Duftschmid, 1812)	eu	ow	vfl	5	2	13
<i>Notiophilus substriatus</i>	Waterhouse, 1833	KI	o	vfl	0		1
<i>Olisthopus rotundatus</i>	(Paykull, 1790)	tO	o	stL	2	5	8
<i>Ophonus ardosiacus</i>	Lutshnik, 1922	tO	o	stL	3	23	162
<i>Ophonus puncticeps</i>	Stephens, 1828	tO	o	stL	2	41	213
<i>Ophonus rufibarbis</i>	(Fabricius, 1792)	KI	o+	vfl	4	2	
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	(Herbst, 1784)	U	ow	fl	3		1
<i>Paradromius linearis</i>	(Olivier, 1795)	KI	o+	tL	0	1	1
<i>Poecilus cupreus</i>	(Linnaeus, 1758)	KA	o	mL	5	367	294
<i>Poecilus versicolor</i>	(Sturm, 1824)	KI	o+	mL	4	190	133
<i>Pterostichus anthracinus</i>	(Illiger, 1798)	U	o+	fl	3		1
<i>Pterostichus cristatus</i>	(Dufour, 1820)	mW	wg	fl	3	1	
<i>Pterostichus madidus</i>	(Fabricius, 1775)	W	w	mfl	3	299	3
<i>Pterostichus melanarius</i>	(Illiger, 1798)	eu	ow	mL	5	2607	457
<i>Pterostichus melas</i>	(Creutzer, 1799)	tO	o	tL	3		2
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	(Fabricius, 1787)	W	wg	mL	5	104	31
<i>Pterostichus pumilio</i>	(Dejean, 1828)	mW	w+	vfl	3	5	15
<i>Pterostichus strenuus</i>	(Panzer, 1796)	eu	ow	fl	4		1
<i>Stomis pumicatus</i>	(Panzer, 1796)	eu	o+	fl	4	74	145
<i>Synuchus vivalis</i>	(Illiger, 1798)	eu	ow	vfl	0	52	30
<i>Trechus quadristriatus</i>	(Schrank, 1781)	KA	o+	vfl	5	311	203
<i>Trichotichnus nitens</i>	(Heer, 1837)	W	wg	mL	3	1	1

Die Laufkäferzönose des Untersuchungsgebiets wird mit einem Individuenanteil von 79,4% stark durch Arten mit Schwerpunktorkommen in offenen Lebensräumen (Waldbindung o bzw. o+) geprägt (Abbildung 167 rechte Grafik). Hier dominieren deutlich mit *Harpalus rufipes* und *Pterostichus melanarius* zwei klassische Vertreter der Ackerfauna bei einem Individuenanteil von 39%. Waldarten

im engen Sinn (Waldbindung w+, w, wg) sind mit 6,3% der Individuen nur geringfügig vertreten. Ihr Vorkommen beschränkt sich nicht auf die Wald- und Heckenstandorte sondern sie sind im gesamten Untersuchungsgebiet in geringen Individuenzahlen anzutreffen. Hinsichtlich des Feuchteanspruches der Laufkäferarten ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 167, linke Grafik). Mit einem Individuenanteil von 68,6% stellen Vertreter mit Schwerpunkt vorkommen in Habitaten mit variablen aber eher trockenen Verhältnissen bzw. in mittelfeuchten Lebensräumen den größten Anteil. In höheren Individuenzahlen sind zu dem noch Laufkäferarten mit Schwerpunkt vorkommen in trockenen Lebensräumen (14,8%) und Lebensräumen mit eher wechselnden Feuchtigkeitspotenzial (10,3%) vertreten. Für Arten feuchter bis sehr feuchter bzw. sehr trockener Habitate ist das Untersuchungsgebiet als Refugium von untergeordneter Bedeutung.

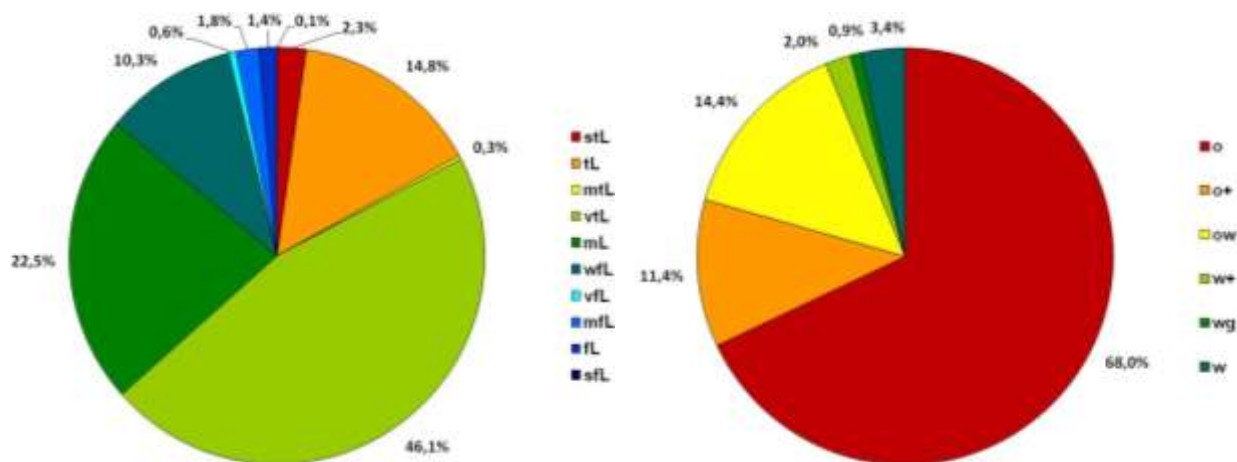


Abbildung 167: Feuchteanspruch und Waldbindung der Laufkäfer bezüglich der Verteilung der Individuen (Untersuchungsjahre 2011 und 2012).

Die nachgewiesenen Spinnenarten werden zusammen mit dazugehörigen ökologischen Informationen in Tabelle 114 aufgeführt. Eine Übersicht der Verteilung der Arten und Individuen auf die einzelnen Probeflächen ist im Anhang einzusehen.

Tabelle 114: Spinnenarten in Marpingen (Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang).

Spinnenarten in Marpingen														
Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKIPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
Dysderidae														
<i>Dysdera erythrina</i>	(Walckenaer, 1802)	w	sh		(x)w	II	0-1	4	4	E+	P-S	C-S	5	7
<i>Harpactea rubicunda</i>	(C.L. Koch, 1838)	w+	h		(x)(w)	IV	0-1	4	4	E+	P-C	C-A	J	J
Mimetidae														
<i>Ero furcata</i>	(Villers, 1789)	w	sh		(w)	IV	1-4	2	2	P	P-M	C-S	1	
Theridiidae														
<i>Asagena phalerata</i>	(Panzer, 1801)	o	sh		x	VII	1	2	3	P	P-A	C-S	4	4
<i>Cryptachaea riparia</i>	(Blackwall, 1834)	o	mh		(x)	VIIa	2-3	2	1	P	P-M	C-D	J	J
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(Hahn, 1833)	o+	sh		(x)(w)	VII	1	2	2	H	P-S	C-D	6	6
<i>Episinus angulatus</i>	(Blackwall, 1836)	wl	sh		(x)w	VIIa	2-3	2	2	E+	P-M	C-S		J
<i>Euryopis flavomaculata</i>	(C. L. Koch, 1836)	o+	sh		(x)(w)	VII	1-2	2	2	P	P-S	C-S	3	1
<i>Neottiura bimaculata</i>	(Linnaeus, 1767)	o+	sh		(x)(w)	VII	2	2	1	H	P-M	C-D	5	1
<i>Paidiscura pallens</i>	(Blackwall, 1834)	w	sh		w,arb	VI	3-5	1	1	E+	P-K	C-S	2	
<i>Robertus arundineti</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o	h		h(w)	II	1-2	2	2	P	P-N	C-D	3	
<i>Robertus kuehnae</i>	Bauchhenss & Uhlenhaut, 1993	o+	s	G	x	III	0-1	2	1	E-	P-K	C-S		1
<i>Robertus lividus</i>	(Blackwall, 1836)	w+	sh		(w)	IV	1-2	2	2	H	P-N	C-S	8	3
<i>Robertus neglectus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	h		(h)(w)	VIIa	1-2	2	1	P	P-M	C-S	2	1
Linyphiidae														
<i>Agyneta conigera</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)	w	h		w	VII	1-3	2	1	P	P-S	C-S	4	2
<i>Agyneta decora</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	mh		(h)	VIIa	1	2	1	E-	P-M	C-S	2	3
<i>Araeoncus humilis</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh		(x)	V	1	1	1	E+	P-K	C-D	50	55
<i>Asthenargus paganus</i>	(Simon, 1884)	w	h		w	VI	1	1	1	E+	P-S	C-S		2
<i>Bathyphantes approximatus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	sh		h(w)	II	1-2	2	1	E+	P-K	C-S		1
<i>Bathyphantes gracilis</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh		eu	V	1-2	2	1	H	P-S	C-D	12	169
<i>Bathyphantes parvulus</i>	(Westring, 1851)	ow	sh		eu	VII	1-2	2	1	E-	P-K	C-S		3
<i>Centromerita bicolor</i>	(Blackwall, 1833)	o+	sh		eu	III	1-2	2	2	E	P-M	C-D	7	449
<i>Centromerita concinna</i>	(Thorell, 1875)	ow	h		(x)(w)	III	1-2	2	1	E	P-M	C-S		134
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	Dahl, 1912	w	mh		w	III	1	1	1	E+	P-S	C-S	8	7
<i>Centromerus capucinus</i>	(Simon, 1884)	o	s	G	(x)	VIII	1	2	1	E-	P	C		2
<i>Centromerus leruthi</i>	Fage, 1933	wl	mh		(w),trog	II	0-3	2	1	E-	P-M	C	2	5
<i>Centromerus pabulator</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	w+	sh		(x)w	III	1	2	2	E-	P-N	C-S	2	3
<i>Centromerus serratus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	o+	h		(x)w	III	1	1	1	E-	P-M	C	13	26
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(Blackwall, 1841)	w+	sh		(h)(w)	III	1-3	2	2	H	P-A	C-D	39	232
<i>Ceratinella brevis</i>	(Wider, 1834)	w+	sh		w	IV	1	2	1	P	P-N	C-S	29	19
<i>Ceratinella scabrosa</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	w	h		(h)w	VIIa	1	2	1	E+	P-S	C-S	6	4
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	(Blackwall, 1834)	o+	sh		eu	VII	1-2	1	1	P	P-M	C-S	17	54
<i>Collinsia inerrans</i>	(O. P.-Cambridge, 1885)	o	mh		eu	II	1-2	2	1	P	P-S	C-A	153	140
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	Locket, 1962	o+	sh		eu	IV	1	2	1	E-	P-M	C-D	2	95
<i>Dicymbium nigrum nigrum</i>	(Blackwall, 1834)	o+	s		eu	IV	1	2	1	E-	P-M	C-D	14	22
<i>Diplocephalus latifrons</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)	w+	sh		(w)	IV	1	1	1	E+	P-S	C-S	77	1
<i>Diplocephalus picinus</i>	(Blackwall, 1841)	w+	sh		(x)w	VII	1	1	1	E+	P-S	C-S	16	7
<i>Diplostyla concolor</i>	(Wider, 1834)	ow	sh		(h)(w)	II	1-2	2	1	H	P-S	C-S	459	506
<i>Dismodicus bifrons</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh		(h)(w)	VIIa	3-5	2	1	P	P-M	C-S		3
<i>Erigone atra</i>	Blackwall, 1833	o+	sh		eu	II	1	2	1	H	P-N	C-D	181	534
<i>Erigone dentipalpis</i>	(Wider, 1834)	o+	sh		eu	II	1	2	1	H	P-A	C-D	273	536
<i>Erigonella hiemalis</i>	(Blackwall, 1841)	ow	sh		(h)(w)	VIIa	1	1	1	E-	P-S	C-S	14	15

Spinnenarten in Marpingen														
Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
<i>Gongyliidiellum latebricola</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	w+	sh		(w)	II	1	1	1	E	P-M	C-S	5	9
<i>Gongyldium rufipes</i>	(Linnaeus, 1758)	o+	sh		(h)(w)	VI	1-4	2	2	P	P-K	C-S	3	5
<i>Lepthyphantes minutus</i>	(Blackwall, 1833)	w	h		w,arb,R	VIIb	1-4	2	2	H	P-K	C-S		3
<i>Linyphia hortensis</i>	Sundevall, 1830	w+	sh		w	VII	1-3	2	2	P	P-S	C-S	1	1
<i>Linyphia triangularis</i>	(Clerck, 1757)	w+	sh		(w)	VIIb	1-3	3	3	P	P-A	C-D		2
<i>Macrargus rufus</i>	(Wider, 1834)	w	sh		w	VIII	1-3	2	2	E	P-S	C-S	5	9
<i>Maso sundevalli</i>	(Westring, 1851)	w+	sh		w	II	1-2	1	1	H	P-S	C-S	6	
<i>Meioneta affinis</i>	(Kulczynski, 1898)	o	sh		(x)	II	1	1	1	E+	P-S	C-S	58	138
<i>Meioneta mollis</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	mh	V	h(w)	II	1	1	1	P	P-M	C-S	6	38
<i>Meioneta rurestris</i>	(C. L. Koch, 1836)	o+	sh		(x)	II	1	2	1	P	P-N	C-D	1666	650
<i>Mermessus trilobatus</i>	(Emerton, 1882)	o+	h		eu	II	1-2	1	1	H	P-M	C-A	383	424
<i>Micrargus herbigradus</i>	(Blackwall, 1854)	w+	sh		(w)	V	1	2	1	P	P-S	C-S	122	208
<i>Micrargus subaequalis</i>	(Westring, 1851)	o+	sh		(x)(w)	VII	1-2	1	1	P	P-M	C-D	43	213
<i>Microlinyphia pusilla</i>	(Sundevall, 1830)	o	sh		eu	VII	2	2	2	H	P-S	C-D	14	14
<i>Microneta viaria</i>	(Blackwall, 1841)	w+	sh		(h)w	V	1	2	1	H	P-A	C-S	27	20
<i>Minyriolus pusillus</i>	(Wider, 1834)	w+	h		(x)w	VIIa	1	1	1	P	P-S	C-S	3	3
<i>Mioxena blanda</i>	(Simon, 1884)	o	h		(x)	VIIb	0-1	1	1	E-	P-K	C-S	32	46
<i>Monocephalus castaneipes</i>	(Simon, 1884)	w	s		(h)w,arb	III	1-3	1	1	E--	P-S	C-S	4	2
<i>Neriere clathrata</i>	(Sundevall, 1830)	w+	sh		(w)	VI	1-2	2	2	H	P-M	C-S	5	3
<i>Neriere emphana</i>	(Walckenaer, 1841)	w+	h		w	VII	1-3	3	3	P	P-S	C-S	1	
<i>Nusoncus nasutus</i>	(Schenkel, 1925)	w	mh		w,arb	VIIa	3	1	1	E--	P-M	C-S	1	
<i>Oedothorax apicatus</i>	(Blackwall, 1850)	o+	sh		eu	II	1	2	1	P	P-K	C-D	1087	1398
<i>Oedothorax fuscus</i>	(Blackwall, 1834)	o+	sh		eu	VII	1	2	1	E+	P-K	C-D	8	12
<i>Ostearius melanopygius</i>	(O. P.-Cambridge, 1879)	o+	h		(x)	II	1	2	1	K	P-K	C-A	4	1
<i>Palliduphantes insignis</i>	(O. P.-Cambridge, 1913)	o	mh		(x)	II	1	2	1	E-	P-K	C-D	2	
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	w+	sh		(h)(w),trog	V	1	2	1	E	P-A	C-S	5	16
<i>Pelecopopsis parallela</i>	(Wider, 1834)	o	sh		(x)	IV	1-2	1	1	P	P-M	C-D	605	304
<i>Pocadicnemis juncea</i>	Locket & Millidge, 1953	o	sh		(h)	VII	1	1	1	P	P-K	C-S	2	2
<i>Porrhomma egeria</i>	Simon, 1884	w+	mh		(w),trog	I	0-1	2	1	E-	P-M	C	3	4
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	sh		(x)	VII	0-1	2	1	E	P-M	C-D	102	20
<i>Porrhomma oblitum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	mh		h(w)	III	0-3	1	1	E--	P-K	C-D	17	5
<i>Porrhomma pallidum</i>	Jackson, 1913	w	h		w	II	1-3	1	1	P	P-S	C-S	1	
<i>Saaristoa abnormis</i>	(Blackwall, 1841)	w	sh		(h)w	VII	1	2	2	E-	P-M	C	3	5
<i>Silometopus bonessi</i>	Casemir, 1970	o	s	3	x	VIIa	1	1	1	E--	P-C	C-S	1	8
<i>Silometopus reussi</i>	(Thorell, 1871)	o	h		(h)	VII	1	1	1	P	P-K	C-D		1
<i>Sintula corniger</i>	(Blackwall, 1856)	o+	mh	V	h	VIIa	1	1	1	E+	P-M	C		1
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(Linnaeus, 1758)	ow	sh		(x)	III	1-2	2	3	P	P-S	C-D		2
<i>Styloctetor stativus</i>	(Simon, 1881)	o	mh	V	(h)	VII	1-2	2	1	H	P-S	C-S	1	1
<i>Syedra gracilis</i>	(Menge, 1869)	w+	s		(w)	VI	1-3	1	1	E	P-S	C		1
<i>Tallusia experta</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	sh		(h)	III	1	2	2	P	P-M	C-S	1	2
<i>Tapinocyba insecta</i>	(L. Koch, 1869)	w	sh		(w)	VIIa	1-3	1	1	E-	P-K	C-S	6	5
<i>Tapinocyba praecox</i>	(O. P.-Cambridge, 1873)	ow	h		(x)(w)	III	1	1	1	E--	P-M	C-S	2	11
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(Blackwall, 1854)	w	sh		w	II	1-3	2	1	E+	P-M	C-S	109	22
<i>Tenuiphantes mengei</i>	(Kulczynski, 1887)	ow	sh		(h)(w)	V	1	1	1	P	P-S	C-S	4	5
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(Wider, 1834)	w+	sh		w	II	1	2	1	E	P-S	C-S	1	
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(Blackwall, 1852)	o+	sh		(x)	VII	1	2	1	E+	P-M	C-D	167	300
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(Bertkau, 1890)	w	sh		(h)w	II	1-3	2	1	E	P-S	C		2
<i>Tiso vagans</i>	(Blackwall, 1834)	o+	sh		(h)	V	1-2	2	1	E	P-A	C-D	3	4
<i>Troxochrus scabriculus</i>	(Westring, 1851)	o	sh		eu	VII	1	1	1	E+	P-M	C-D		1
<i>Walckenaeria acuminata</i>	Blackwall, 1833	w+	sh		(w)	III	1	2	2	E+	P-S	C-S		2

Spinnenarten in Marpingen														
Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
<i>Walckenaeria antica</i>	(Wider, 1834)	o+	sh		(x)(w)	IV	1	2	1	P	P-A	C-S	10	25
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(O. P.-Cambridge, 1878)	w+	sh		(w)	VII	1-3	2	1	H	P-M	C-S	109	12
<i>Walckenaeria corniculans</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	w	sh		(h)w	II	1-3	2	2	E+	P-S	C-S	35	41
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(C. L. Koch, 1836)	w	sh		w	IV	1-3	2	1	P	P-S	C-S	5	14
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(Wider, 1834)	w+	sh		w	VIIa	1-2	1	1	P	P-S	C-S	76	59
<i>Walckenaeria furcillata</i>	(Menge, 1869)	w+	sh		(x)(w)	VII	1	2	1	E+	P-S	C-S	11	4
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	(Westring, 1851)	ow	sh		h(w)	III	1	2	1	P	P-S	C-S	3	2
<i>Walckenaeria unicornis</i>	O. P.-Cambridge, 1861	o	sh		(h)	IV	1	2	1	E+	P-K	C-S	2	
<i>Walckenaeria vigilax</i>	(Blackwall, 1853)	o	sh		(h)	II	1-4	2	1	H	P-N	C-S	388	153
Tetragnathidae														
<i>Metellina mengei</i>	(Blackwall, 1870)	w+	sh		(h)w	IV	2-3	3	2	E	P-S	C-S		3
<i>Pachygnatha clercki</i>	Sundevall, 1823	o	sh		h	II	1	3	3	H	P-M	C-D	2	27
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Sundevall, 1830	o	sh		eu	II	1	2	2	P	P-S	C-D	485	1506
<i>Tetragnatha extensa</i>	(Linnaeus, 1758)	o+	sh		h	VII	2-3	3	3	H	P-S	C-S		1
<i>Tetragnatha obtusa</i>	C. L. Koch, 1837	w+	h		w,arb	VII	2-5	3	2	P	P-M	C-S	1	
Araneidae														
<i>Aculepeira ceropegia</i>	(Walckenaer, 1802)	o	sh		eu	VII	2	4	4	P	P-A	C-D		J
<i>Argiope bruennichi</i>	(Scopoli, 1772)	o	sh		eu	VII	2	4	4	P	P-M	C-D		J
<i>Cercidia prominens</i>	(Westring, 1851)	ow	h		h(w)	VII	1-2	2	2	H	P-M	C-S	1	2
<i>Hypsosinga sanguinea</i>	(C. L. Koch, 1844)	o	h		x	VIIa	2	2	2	P	P-M	C-S		3
Lycosidae														
<i>Alopecosa cuneata</i>	(Clerck, 1757)	o	sh		x	VIIa	1	3	4	P	P-A	C-D	193	389
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh		eu	VII	1	3	4	P	P-A	C-D	215	240
<i>Aulonia albimana</i>	(Walckenaer, 1805)	o+	sh		(x)	VII	1	2	2	E+	P-M	C-S	186	254
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>	(Westring, 1861)	o	sh		(x)	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	309	386
<i>Pardosa amentata</i>	(Clerck, 1757)	ow	sh		h(w)	VII	1-2	3	3	P	P-A	C-D	91	74
<i>Pardosa hortensis</i>	(Thorell, 1872)	o+	h		(x)	VII	1	3	3	E+	P-M	C-D	1	
<i>Pardosa lugubris</i>	(Walckenaer, 1802)	w+	sh		(w)	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	540	351
<i>Pardosa nigriceps</i>	(Thorell, 1856)	o	h		x	VII	1-2	3	3	E	P-M	C-S	2	
<i>Pardosa palustris</i>	(Linnaeus, 1758)	o+	sh		eu	VII	1	3	3	H	P-S	C-D	1215	2537
<i>Pardosa prativaga</i>	(L. Koch, 1870)	o	sh		eu	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	67	90
<i>Pardosa pullata</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh		eu	VII	1	3	3	P	P-A	C-D	852	726
<i>Pardosa saltans</i>	Töpfer-Hofmann, 2000	w+	sh		(x)w	VII	1	3	3	E--	P-M	C-S	139	87
<i>Pirata piraticus</i>	(Clerck, 1757)	o	sh		h	VII	1	3	3	H	P-A	C-S		1
<i>Pirata uliginosus</i>	(Thorell, 1856)	ow	h		h	VII	1	3	3	E+	P-M	C	2	10
<i>Piratula latitans</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh		(h)	VI	1	2	3	E+	P-M	C-S	2	1
<i>Trochosa ruricola</i>	(De Geer, 1778)	o	sh		eu	IV	1	4	4	H	P-M	C-D	307	382
<i>Trochosa terricola</i>	Thorell, 1856	ow	sh		(x)(w)	IV	1	4	4	H	P-A	C-D	186	211
<i>Xerolycosa miniata</i>	(C. L. Koch, 1834)	o	sh		(x)	VII	1	3	3	P	P-K	C-S	1	
Pisauridae														
<i>Pisaura mirabilis</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh		eu	VI	1-2	4	4	P	P-N	C-D	4	9
Zoridae														
<i>Zora nemoralis</i>	(Blackwall, 1861)	w+	h		(w)	VII	1	2	2	P	P-M	C-S	1	
<i>Zora spinimana</i>	(Sundevall, 1833)	ow	sh		eu	II	1-3	2	3	P	P-S	C-D	7	4
Agelenidae														
<i>Agelena labyrinthica</i>	(Clerck, 1757)	o	sh		eu	VII	1-2	4	4	P	P-S	C-S	7	J
<i>Coelotes terrestris</i>	(Wider, 1834)	w+	sh		w	IV	1-3	3	4	E-	P-S	C-S	132	92
<i>Histopona torpida</i>	(C. L. Koch, 1837)	w	sh		w	VII	1	3	3	E+	P-S	C-S	39	20
<i>Inermocoelotes inermis</i>	(L. Koch, 1855)	w	sh		w	IV	1	3	4	E--	P-M	C-S	82	134
<i>Malthonica picta</i>	(Simon, 1870)	w+	mh		(x)w	VIIa	1	3	3	E+	P-M	C-S		1

Spinnenarten in Marpingen														
Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
Hahniidae														
<i>Hahnina nava</i>	(Blackwall, 1841)	o	sh		(x)	VII	1	1	1	P	P-K	C-S	271	474
<i>Hahnina ononidum</i>	Simon, 1875	o+	mh		(h)w	VIIa	1	1	1	H	P-M	C-S	19	14
<i>Hahnina pusilla</i>	C.L. Koch, 1841	w+	sh		(w)	II	1	1	1	E	P-M	C-S	203	330
Dictynidae														
<i>Argenna subnigra</i>	(O. P.-Cambridge, 1861)	o	h		x	VIIa	1-2	2	1	E+	P-K	C-S	59	132
<i>Cicurina cicur</i>	(Fabricius, 1793)	ow	sh		(h)(w)	III	0-3	3	3	E+	P-S	C-D	12	22
<i>Dictyna uncinata</i>	Thorell, 1856	w+	h		(x)w,arb	VII	2-3	2	1	P	P-M	C-D		1
<i>Lathys humilis</i>	(Blackwall, 1855)	w+	h		(w),arb	VI	2-5	2	1	P	P-K	C	1	
Miturgidae														
<i>Cheiracanthium puncturium</i>	(Villers, 1789)	o	h		(x)	VII	2-3	3	4	E+	P-M	C-S	1	
Anyphaenidae														
<i>Anyphaena accentuata</i>	(Walckenaer, 1802)	w+	sh		(w),arb	VII	3-5	3	3	E+	P-M	C-S	3	
Liocranidae														
<i>Agroeca brunnea</i>	(Blackwall, 1833)	w+	sh		(w)	IV	1-2	3	3	P	P-M	C-S	2	11
Clubionidae														
<i>Clubiona comta</i>	C. L. Koch, 1839	w+	sh		w	VIIa	1-3	3	2	E+	P-M	C-S	6	4
<i>Clubiona diversa</i>	O. P.-Cambridge, 1862	ow	h		(h)(w)	V	0-3	2	2	P	P-K	C	18	6
<i>Clubiona neglecta</i>	O. P.-Cambridge, 1862	o	sh		x	VII	1-3	3	3	P	P-S	C-S	5	3
<i>Clubiona reclusa</i>	O. P.-Cambridge, 1863	o	sh		eu	VII	1-2	3	3	P	P-S	C-S	6	5
Corinnidae														
<i>Phrurolithus festivus</i>	(C. L. Koch, 1835)	o+	sh		eu	VII	1	2	1	P	P-S	C-S	184	406
<i>Phrurolithus minimus</i>	C. L. Koch, 1839	o	h		x	VII	1	2	1	E	P-M	C-S	81	61
Gnaphosidae														
<i>Drassodes pubescens</i>	(Thorell, 1856)	o+	sh		x	VII	0-1	3	3	P	P-N	C-S	7	13
<i>Drassyllus praeficus</i>	(L. Koch, 1866)	o+	sh		x	VII	1	3	3	P	P-S	C-S	85	56
<i>Drassyllus pusillus</i>	(C. L. Koch, 1833)	o+	sh		(x)	VII	1	2	2	P	P-M	C-D	118	315
<i>Haplodrassus signifer</i>	(C. L. Koch, 1839)	o+	sh		x	VII	1	3	3	H	P-N	C-D	8	36
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(Blackwall, 1833)	w	sh		(x)w	VII	1	3	4	E	P-M	C-S	15	10
<i>Micaria pulicaria</i>	(Sundevall, 1831)	o+	sh		eu	VII	0-1	2	2	H	P-A	C-S	34	46
<i>Trachyzelotes pedestris</i>	(C. L. Koch, 1837)	o+	h		x	VII	1	3	3	E+	P-K	C-S	2	5
<i>Zelotes erebeus</i>	(Thorell, 1871)	ow	mh	V	x	VIIb	1	3	3	E+	P-M	C	1	
<i>Zelotes exiguus</i>	(Müller/Schenkel, 1895)	o	s	G	x	VII	1	2	1	E-	P-C	C-S	1	
<i>Zelotes latreillei</i>	(Simon, 1878)	o+	sh		(x)	IV	1	3	3	P	P-M	C-D	34	34
<i>Zelotes petrensis</i>	(C. L. Koch, 1839)	o+	sh		x	IV	1	3	3	P	P-S	C-S	7	6
<i>Zelotes subterraneus</i>	(C. L. Koch, 1833)	w+	sh		(w)	IV	0-1	3	3	P	P-M	C-D	7	
Philodromidae														
<i>Tibellus oblongus</i>	(Walckenaer, 1802)	o	sh		x	VII	2	3	4	H	P-A	C-S	6	1
Thomisidae														
<i>Ozyptila atomaria</i>	(Panzer, 1801)	o+	sh		(x)(w)	IV	1	3	3	P	P-A	C-S	5	2
<i>Ozyptila claveata</i>	(Walckenaer, 1837)	o	h		x	VII	1	2	2	E+	P-M	C		1
<i>Ozyptila praticola</i>	(C. L. Koch, 1837)	w+	sh		(w)	VII	1	2	2	H	P-M	C-S	38	43
<i>Ozyptila simplex</i>	(O. P.-Cambridge, 1862)	o	h		(h)	VII	1	2	2	E+	P-K	C-S	111	283
<i>Ozyptila trux</i>	(Blackwall, 1846)	ow	sh		h(w)	VII	1	2	2	P	P-S	C-D	3	6
<i>Xysticus acerbus</i>	Thorell, 1872	o	h		(x)	VII	1	3	3	P	P-S	C-S	40	38
<i>Xysticus bifasciatus</i>	C. L. Koch, 1837	o	sh		(x)	VII	1-3	3	4	P	P-A	C-D	31	13
<i>Xysticus cristatus</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh		x	VI	1-3	3	3	P	P-A	C-D	57	151
<i>Xysticus kochi</i>	Thorell, 1872	o	sh		eu	VII	1-3	3	3	P	P-A	C-D	112	175
<i>Xysticus lanio</i>	C. L. Koch, 1835	w	h		(h)w,arb	VII	3-4	3	3	P	P-S	C-S	2	2
<i>Xysticus ulmi</i>	(Hahn, 1831)	o+	sh		h	VIIa	2	3	3	P	P-S	C-S	1	2

Spinnenarten in Marpingen														
Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
Salticidae														
<i>Euophrys frontalis</i>	(Walckenaer, 1802)	ow	sh		(x)(w)	VII	1-2	2	2	P	P-A	C-S	3	12
<i>Heliophanus flavipes</i>	(Hahn, 1832)	o+	sh		x	VIIa	1-2	2	3	P	P-S	C-S		2
<i>Neon reticulatus</i>	(Blackwall, 1853)	w	sh		w	II	1	2	1	H	P-S	C-S	3	3
<i>Phlegra fasciata</i>	(Hahn, 1826)	o+	sh		(x)	VII	1	3	3	P	P-A	C-S	7	2
<i>Sibianor aurocinctus</i>	(Ohlert, 1865)	o	h		(h)	VII	1-3	2	2	P	P-M	C-S	2	1
<i>Talavera aequipes</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o	sh		(x)(w)	VII	1	2	1	P	P-M	C-S		4
<i>Talavera inopinata</i>	Wunderlich, 1993	o	s		x	VII	1	2	1	E--	P-C	C-S	6	9
Artenzahl (inkl. juv.)													155	162
Artenzahl (nur adulte)													153	156

Die Spinnenzönose des Untersuchungsgebiets wird mit einem Individuenanteil von 82% stark durch Arten mit Schwerpunkt-vorkommen in offenen Lebensräumen (Waldbindung o bzw. o+) geprägt (Abbildung 168 rechts). Die Dominanzverhältnisse sind relativ ausgeglichen: die fünf häufigsten Arten (*Pardosa palustris* 12,0%, *Oedothorax apicatus* 8,5%, *Meioneta rurestris* 7,5%, *Pachygnatha degeeri* 6,4%, *Pardosa pullata* 5,0%) erreichen zusammen nur knapp 40% der adulten Individuen – alle fünf haben ihren Schwerpunkt im Offenland (o, o+). Waldarten im engen Sinn (Kürzel w+, w) sind mit 12% der Individuen deutlich schwächer vertreten. Ihr Vorkommen beschränkt sich aber nicht nur auf die Wald- und Heckenstandorte sondern sie sind im gesamten Untersuchungsgebiet in geringen Individuenzahlen anzutreffen.

Hinsichtlich des Bestandes der Spinnenarten in Deutschland dominieren die sehr häufigen und häufigen Arten mit mehr als 98% (siehe Abbildung 168 links). Die individuenreichste der mäßig häufigen Arten (*Collinsia inerrans*) hat einen Anteil von 1% (siehe Abbildung 168) – ihre Fangsumme war in beiden Untersuchungsjahren relativ konstant. Lediglich acht Taxa sind deutschlandweit selten und machen zusammen nur 0,2% der Individuen aus (vgl. unten: Besprechung von seltenen und gefährdeten Arten).

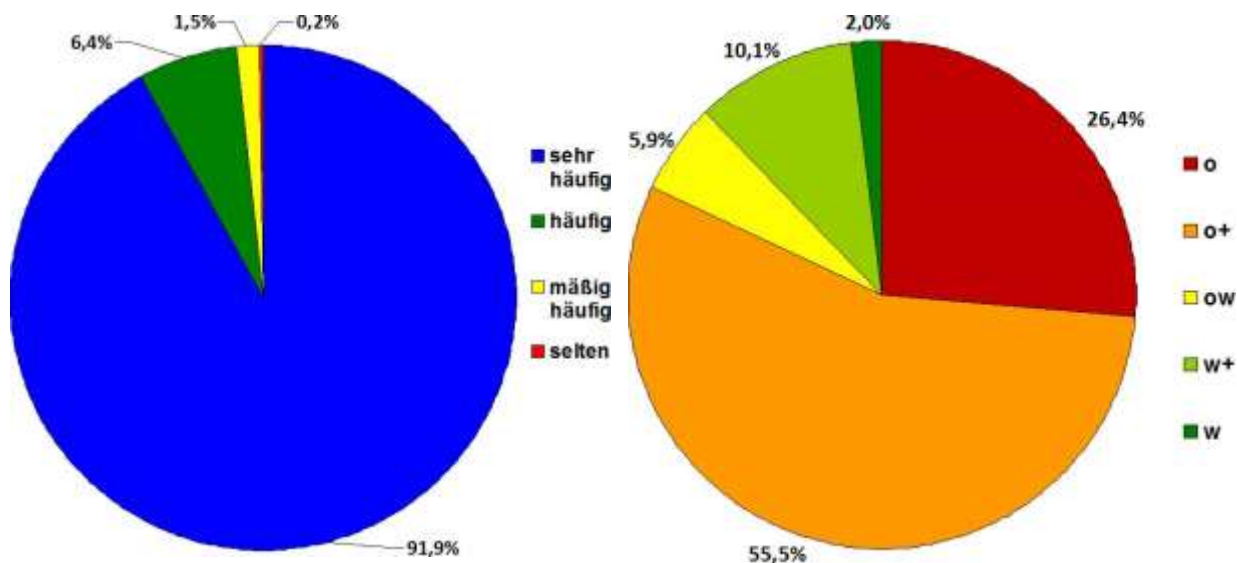


Abbildung 167: Bestand in Deutschland (links) und Waldbindung (rechts) der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen (Untersuchungsjahre 2011 und 2012 zusammen).

Die Spinnenzönosen der einzelnen Untersuchungsflächen lassen sich mithilfe der Waldbindung charakterisieren und unterscheiden (siehe Abbildung 168). Die Flächen A, B und M (Wald, Waldrand, Hecke) werden stark (ca. 60 bis 90%) von Waldarten im engen Sinn (Kürzel w+, w) dominiert. In allen übrigen Flächen haben diese Arten einen Anteil von 1% bis maximal 10% – ohne dass eine Tendenz der Zunahme von 2011 auf 2012 erkennbar ist. Auch die Anteile der reinen Offenlandarten (o) und der Arten mit Schwerpunkt im Offenland (o+) liegen in beiden Jahren im normalen Schwankungsbereich, ohne dass Entwicklungstendenzen erkennbar sind.

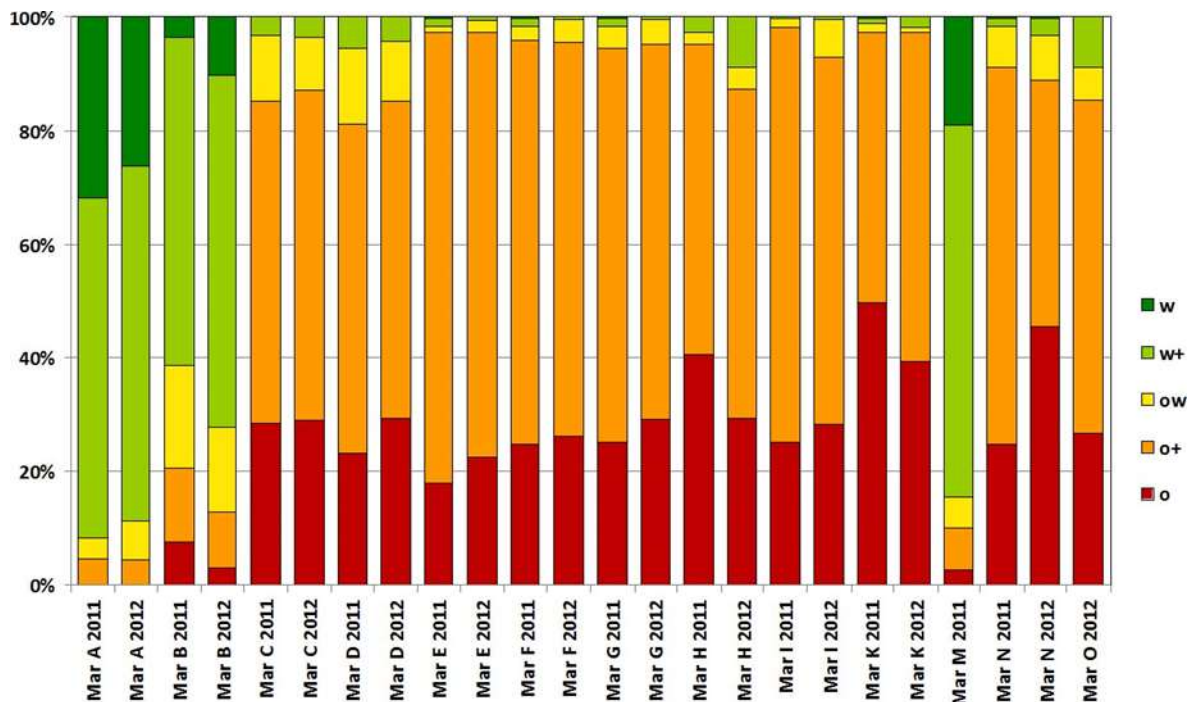


Abbildung 168: Waldbindung der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen pro Untersuchungsfläche und Jahr.

Rote Liste und Gefährdung

In beiden Untersuchungsjahren wurden neun Laufkäferarten nachgewiesen, denen eine Gefährdungskategorie (R, 2, 3) zugeordnet wird. Weitere acht Arten werden in den betreffenden Vorwarnlisten geführt (siehe Tabelle 115). Besonders bemerkenswert sind die Nachweise der landesweit extrem seltenen Art *Pterostichus melas* (Kategorie R) in der Untersuchungsfläche Mar O und der landesweit stark gefährdeten Art *Callistus lunatus* in den fünf Untersuchungsflächen Mar C, D, H, I und K.

Tabelle 115: Laufkäfer – Arten der Roten Listen Deutschlands und des Saarlandes. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, RP & SL Rheinland-Pfalz und Saarland, R = extrem selten, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, + Vorkommen bekannt.

Arten	RL DE	RL RP & SL	Mar A 2011	Mar B 2011	Mar B 2012	Mar C 2011	Mar C 2012	Mar D 2011	Mar D 2012	Mar E 2011	Mar E 2012	Mar F 2011	Mar F 2012	Mar G 2011	Mar G 2012	Mar H 2011	Mar H 2012	Mar I 2011	Mar I 2012	Mar K 2011	Mar K 2012	Mar M 2011	Mar N 2011	Mar N 2012	Mar O 2012
<i>Acupalpus meridianus</i>		V				1		1				1	2		1										
<i>Amara eurynota</i>		3						2	5		10	13	43	4	36						1				1
<i>Amara montivaga</i>	V	3							1					1		299	70								2
<i>Brachinus crepitans</i>	V			17	1	101	5	73	395	15	1	73	7	71	5	520	74	49	3	5	11		11	21	5
<i>Brachinus explosens</i>	V	V										2	3	3		5		2			45				1
<i>Callistus lunatus</i>	3	2					2		6							3	2		2		1				
<i>Calosoma inquisitor</i>	3	3	3																			3			
<i>Carabus auratus</i>		3		16	2	6	29	7	52	4		11	1	7		27	42	20	45	6	2	1	2	13	31
<i>Harpalus honestus</i>	V																				2				1
<i>Harpalus smaragdinus</i>		3				1																			
<i>Notiophilus aestuans</i>	V									1		1									1				
<i>Notiophilus germyni</i>	V							1	1			2	1	2		2				6	2				
<i>Notiophilus substriatus</i>		3					1																		
<i>Olisthopus rotundatus</i>	V	3		1				2	2			1			2	1	3								1
<i>Oxypselaphus obscurus</i>		V													1										
<i>Pterostichus cristatus</i>	V			1																					
<i>Pterostichus melas</i>		R																							2

Gefährdete Arten bzw. Arten der Vorwarnlisten wurden in allen Untersuchungsflächen nachgewiesen. Die Entwicklung der Bestände gefährdeter und in den Vorwarnlisten geführten Arten ist vor allem in den Untersuchungsflächen mit Energiepflanzenanbau von Interesse. Genau vorgestellt werden fünf Arten. Ausgewählt wurden Arten, die im Untersuchungsgebiet weit verbreitet sind oder individuenreich vorkommen, bzw. besonders bemerkenswerte Arten mit Nachweisen von mehr als einem Individuum in mehreren Flächen

Amara eurynota (RL RP & SL = 3) wurde in insgesamt sechs Untersuchungsflächen nachgewiesen (Mar D, E, F, G, K, O). Individuenreich trat die Art vor allem in den Flächen D, E, F und G auf, wobei im zweiten Untersuchungsjahr ein deutlicher Zuwachs der Individuenzahlen beobachtet werden konnte. In der Fläche E trat die Art 2012 erstmals mit 10 Individuen auf. In den Flächen D, F und G stieg die Aktivitätsdichte um den Faktor 2,5 bis 9,0.

Amara montivaga (RL RP & SL = 3) wurde in vier Untersuchungsflächen beobachtet (Mar D, G, H, O) trat aber nur in der Fläche H individuenreich auf. Hier ist ein Rückgang des Bestandes vom Jahr 2011 auf das Jahr 2012 um den Faktor 4,3 festzustellen.

Brachinus crepitans (RL DE = V) ist im gesamten Untersuchungsgebiet weit verbreitet und wurde nur in den gehölzbestandenen Untersuchungsflächen Mar A und M nicht nachgewiesen. Bei dieser Art sind im Untersuchungsgebiet ebenfalls negative Entwicklungen zu beobachten. Die Individuenzahlen der Art gingen von 2011 auf 2012 in den Flächen Mar C, E, F, G, H und I zurück, maximal um den Faktor 7 (Mar H).

Callistus lunatus (RL DE = 3, RL RP & SL = 2) wurde in beiden Untersuchungsjahren in insgesamt fünf Untersuchungsflächen (Mar C, D, H, I, K) in geringen Individuenzahlen nachgewiesen. Bei dieser Art war von 2011 (eine Fläche mit Nachweisen) auf 2012 (fünf Flächen mit Nachweisen) eine Ausweitung der besiedelten Fläche im Untersuchungsgebiet zu beobachten.

Carabus auratus (RL RP & SL = 3) ist im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet und konnte nur im geschlossenen Waldbestand Mar A nicht nachgewiesen werden. Bei dieser Art sind im Untersuchungsgebiet unterschiedliche Entwicklungen der Bestandssituation zu beobachten. Bestandszunahmen sind in den Flächen Mar C, D, H, I und N um Faktoren zwischen 1,6 und 7,4 festzustellen. Ein Rückgang der Individuenzahlen um Faktoren zwischen 3 und 11 dagegen in den Fläche Mar B, F, und K. In den Flächen Mar E und G wurde *C. auratus* zwar 2011, nicht aber 2012 gefangen.

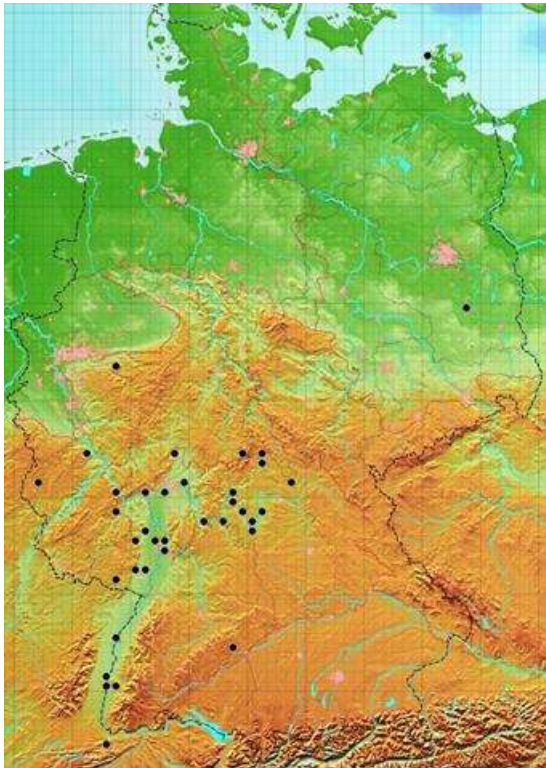
In beiden Untersuchungsjahren wurde eine deutschlandweit gefährdete (Kategorie 3) Spinnenart nachgewiesen (*Silometopus bonessi*) und drei Spinnenarten, für die eine Gefährdung anzunehmen ist (Kat. G). Weitere vier Arten sind in der Vorwarnstufe (Kat. V) (siehe Tabelle 116). Acht bundesweit seltene Arten wurden nachgewiesen. Bei Staudt (2008) sind vier der Arten nicht für das Saarland genannt, wobei *Centromerus leruthi* und *Porrhomma pallidum* mittlerweile bekannt sind (Staudt 2013). Damit sind die Funde von *Centromerus capucinus* und *Zelotes exiguus* Neunachweise für das Saarland. Die höchste Anzahl seltener bzw. Arten der Roten Liste wurde auf der Fläche Mar I (Grünland) im Jahr 2012 erfasst (6 der insgesamt 12 bemerkenswerten Arten). Vier bemerkenswerte Arten wurden auf den Flächen Mar N (trockene Brache) und Mar O (älterer Agrarholzbestand) gefangen. Auf den 1- bis 2-jährigen Agroforstflächen wurden zwischen keiner und drei der Arten nachgewiesen.

Tabelle 116: Spinnen – Arten der Roten Liste Deutschlands und seltene Arten. Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, 3 = gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, V = Vorwarnstufe; s = selten.

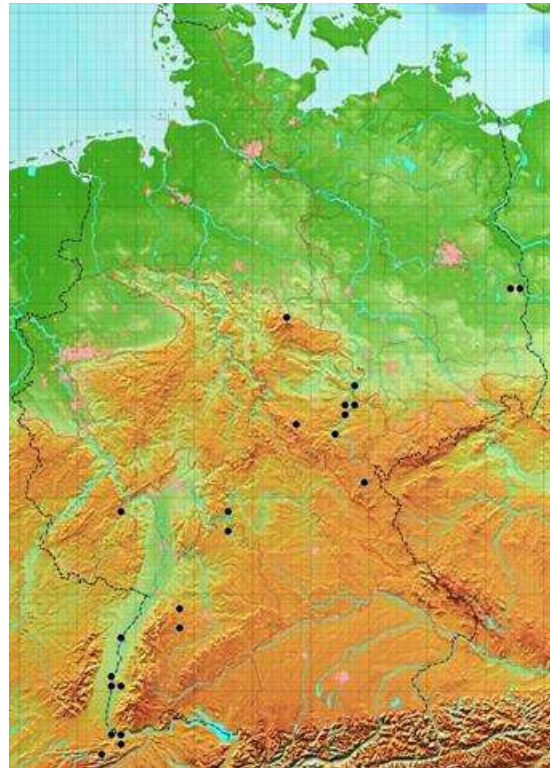
Arten	RL DE	selten in DE	Mar A 2011	Mar A 2012	Mar B 2011	Mar B 2012	Mar C 2011	Mar C 2012	Mar D 2011	Mar D 2012	Mar E 2011	Mar E 2012	Mar F 2012	Mar G 2012	Mar H 2011	Mar H 2012	Mar I 2011	Mar I 2012	Mar K 2012	Mar M 2011	Mar N 2011	Mar N 2012	Mar O 2012
<i>Centromerus capucinus</i>	G	s						1		1													
<i>Dicymbium nigrum nigrum</i>		s			1	11		2							4		4	4		5		1	4
<i>Meioneta mollis</i>	V						1	11	1	2	1	1	5	3		6	3	4	5			1	
<i>Monocephalus castaneipes</i>		s	4	2																			
<i>Robertus kuehnae</i>	G	s				1																	
<i>Silometopus bonessi</i>	3	s											1			1		1			1	3	2
<i>Sintula corniger</i>	V																						1
<i>Styloctetor stativus</i>	V																	1			1		
<i>Syedra gracilis</i>		s																1					
<i>Talavera inopinata</i>		s															1	4			5	2	3
<i>Zelotes erebeus</i>	V				1																		
<i>Zelotes exiguus</i>	G	s							1														
Artensumme	8	8	1	1	2	2	1	3	2	2	1	1	2	1	1	2	3	6	1	1	3	4	4

Bemerkenswerte Spinnenarten wurden in allen Untersuchungsflächen nachgewiesen. Deren Entwicklung ist vor allem in den Untersuchungsflächen mit Energiepflanzenanbau von Interesse.

Genau vorgestellt werden fünf Arten. Ausgewählt wurden einerseits Arten, die im Untersuchungsgebiet weit verbreitet sind oder mit zahlreichen Individuen erfasst wurden und außerdem die beiden Neunachweise für das Saarland.



Centromerus capucinus



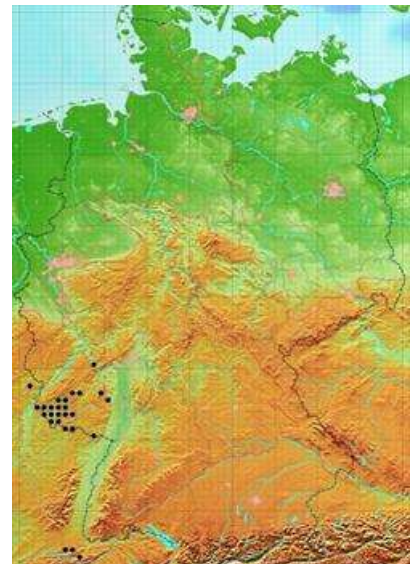
Zelotes exiguus



Meioneta mollis



Silometopus bonessi



Talavera inopinata

Abbildung 169: Nachweise von fünf seltenen bzw. gefährdeten Spinnenarten in Deutschland (Staudt 2013, Stand 20.5.2013).

Centromerus capucinus (RL DE G, selten in DE, siehe Abbildung 169 oben links) ist neu für das Saarland und wurde in den Energiepflanzenflächen C und D im 2. Untersuchungsjahr mit je einem Exemplar gefangen. Sie ist eine winteraktive Art mit xerothermen Tendenzen (vgl. Blick et al. 1996),

die in der zweiten Oktoberhälfte (Mar D, 1 ♀) und im November 2012 (C, 1 ♂) gefangen wurde [im Jahr 2012 lag das Fangende ein wenig später als 2011]. Ihr regionaler Schwerpunkt liegt im Südwesten Deutschlands – die beiden Nachweise im Osten und Nordosten Deutschland sollten überprüft bzw. bestätigt werden.

Zelotes exiguus (RL DE G, selten in DE, siehe Abbildung 169 oben rechts) ist ebenfalls neu für das Saarland. Ein ♂ dieser kleinen Gnaphosiden-Art wurde in Fläche D im Mai 2011 gefangen. Sie ist vor allem aus Brachen aus dem Südwest-Viertel Deutschlands bekannt. Die übrigen Nachweise sind bezüglich einer bisher nicht unterschiedenen Art zu überprüfen („non *exiguus*“, vgl. Almquist 2006, Aakra et al. in Vorb.).

Meioneta mollis (RL DE V, siehe Abbildung 169 unten links) wurde 2011 in vier Flächen (C, D, E, I) mit sechs Exemplaren gefangen und war im Jahr 2012 deutlich zahlreicher mit 38 Exemplaren auf neun Flächen (C, D, E, F, G, H, I, K, N). Als Art von (eher feuchteren) Brachen wurde sie durch die, im Vergleich zur normalen Landwirtschaft, geringere Nutzungsintensität auf den Energiepflanzenflächen gefördert. Die Art fehlt einerseits in weiten Teilen der norddeutschen Tiefebene und andererseits im Südosten – Gründe für letzteres sind nicht bekannt.

Silometopus bonessi (RL DE 3, siehe Abbildung 169 unten Mitte) wurde erst im Jahr 1970 aus Rheinland-Pfalz neu beschrieben (Casemir 1970). Es ist die einzige deutschlandweit gefährdete Spinnenart der Untersuchungen bei Marpingen. Ihr Vorkommen in Deutschland reicht vom Südwesten Deutschlands bis in den Norden Hessens. Sie bewohnt trockenere, extensiv genutzte Flächen. Sie ist früh im Jahr aktiv – alle Exemplare wurden zwischen Ende März und Mitte Mai gefangen. Im Jahr 2011 wurde lediglich ein Exemplar (Mar N) gefangen, im Jahr 2012 die restlichen acht Exemplare (Mar F, H, I, N, O) – eine Förderung der Art in den Anfangsjahren des Energiepflanzenanbaues ist möglich.

Talavera inopinata (RL DE V, siehe Abbildung 169 unten rechts) wurde erst vor 20 Jahren aus dem Schweizer Jura neu beschrieben (Wunderlich 1993), vor 19 Jahren erstmals für Deutschland aus dem Pfälzer Wald gemeldet (Harms 1994) und vor 17 Jahren erstmals für das Saarland (Staudt 1996). Mittlerweile liegen die meisten Funde in Deutschland aus dem Saarland vor. Sie wurde im Untersuchungsgebiet ausschließlich auf den Flächen Mar I (Grünland), Mar N (Brache) und Mar O (ältere Pappelpflanzung) gefangen. Eine Förderung in den Anfangsjahren des Energiepflanzenanbaues ist auch für diese Art möglich – zur Bestätigung sind Untersuchungen über mehr als zwei Jahre nach der Anpflanzung bzw. Anlage der Flächen notwendig.

Artenturnover (β -Diversität)

Datengrundlage und Ergebnisse der Berechnung des Artenturnovers (siehe Kapitel 4.4.3.5) werden in Tabelle 117 und in Tabelle 118 dargestellt. Berücksichtigt wurden nur Artnachweise von mehr als 2 Individuen um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Zufallsereignisse zu vermeiden.

Tabelle 117: Artenturnover der Laufkäfer der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.

	Mar A 2011	Mar A 2012	Mar B 2011	Mar B 2012	Mar C 2011	Mar C 2012	Mar D 2011	Mar D 2012	Mar E 2011	Mar E 2012	Mar F 2011	Mar F 2012	Mar G 2011	Mar G 2012	Mar H 2011	Mar H 2012	Mar I 2011	Mar I 2012	Mar K 2011	Mar K 2012	Mar N 2011	Mar N 2012
Gesamtartenzahl (>2 Ind.)	10	11	19	18	16	18	16	23	13	19	18	24	22	23	21	18	13	11	17	21	7	9
Arten exklusiv	2	0	1	3	2	4	0	2	3	8	0	4	5	4	1	1	1	0	0	5	0	1
Artenturnover	0,10		0,11		0,18		0,05		0,34		0,10		0,20		0,05		0,04		0,13		0,06	

Die Turnoverraten der Laufkäfer im Untersuchungsgebiet sind überwiegend niedrig. Höhere Werte sind nur bei den Flächen Mar E (0,34 – Energiepflanzen, ohne Bodenbearbeitung), Mar G (0,20 – Agrarholz im Kurzumtrieb, Brachecharakter, keine Bodenbearbeitung) und ansatzweise in der Fläche Mar C (0,18 – Energiepflanzen mit Bodenbearbeitung) zu beobachten.

Tabelle 118: Artenturnover der Spinnen der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.

	Mar 2011	Mar 2012	Mar A 2011	Mar A 2012	Mar B 2011	Mar B 2012	Mar C 2011	Mar C 2012	Mar D 2011	Mar D 2012	Mar E 2011	Mar E 2012	Mar F 2011	Mar F 2012	Mar G 2011	Mar G 2012	Mar H 2011	Mar H 2012	Mar I 2011	Mar I 2012	Mar K 2011	Mar K 2012	Mar N 2011	Mar N 2012
Gesamtartenzahl (>2 Ind.)	116	118	28	31	35	41	27	34	25	31	24	31	24	33	24	36	36	39	38	41	25	30	36	42
Arten exklusiv	15	17	6	9	10	16	4	11	8	14	4	11	5	16	4	15	5	8	6	9	3	8	8	14
Artenturnover	0,24		0,44		0,58		0,48		0,67		0,54		0,72		0,68		0,32		0,34		0,39		0,50	

Die Turnoverraten der Spinnen pro Untersuchungsfläche sind mäßig hoch. Die niedrigeren Werte (0,32 bis 0,50) sind für die unveränderten bzw. nicht neu angelegten Flächen (Mar A, H, I, K, N) zu verzeichnen. Höhere Werte (0,48 bis 0,72) haben die neu angelegten Flächen bei der raschen Entwicklung von Sukzessionsjahr 1 (2011) zu Jahr 2 (2012). Der vergleichsweise hohe Wert des Waldrandes (B 0,58) ist wohl durch die Änderung von Getreide- (2011) zu Maisanbau (2012) im direkt angrenzenden Acker zu erklären. Die Turnoverrate für das Untersuchungsgebiet insgesamt ist mit 0,24 die niedrigste.

Clusteranalyse (Renkonen-Index)

Die Entwicklung der Spinnen- und Laufkäferzönosen in beiden Untersuchungsjahren wird anhand der Ähnlichkeit der Artengemeinschaften (siehe Kapitel 4.4.3.5) der je 12 Untersuchungsflächen pro Jahr dargestellt (siehe Abbildung 170 und Abbildung 171).

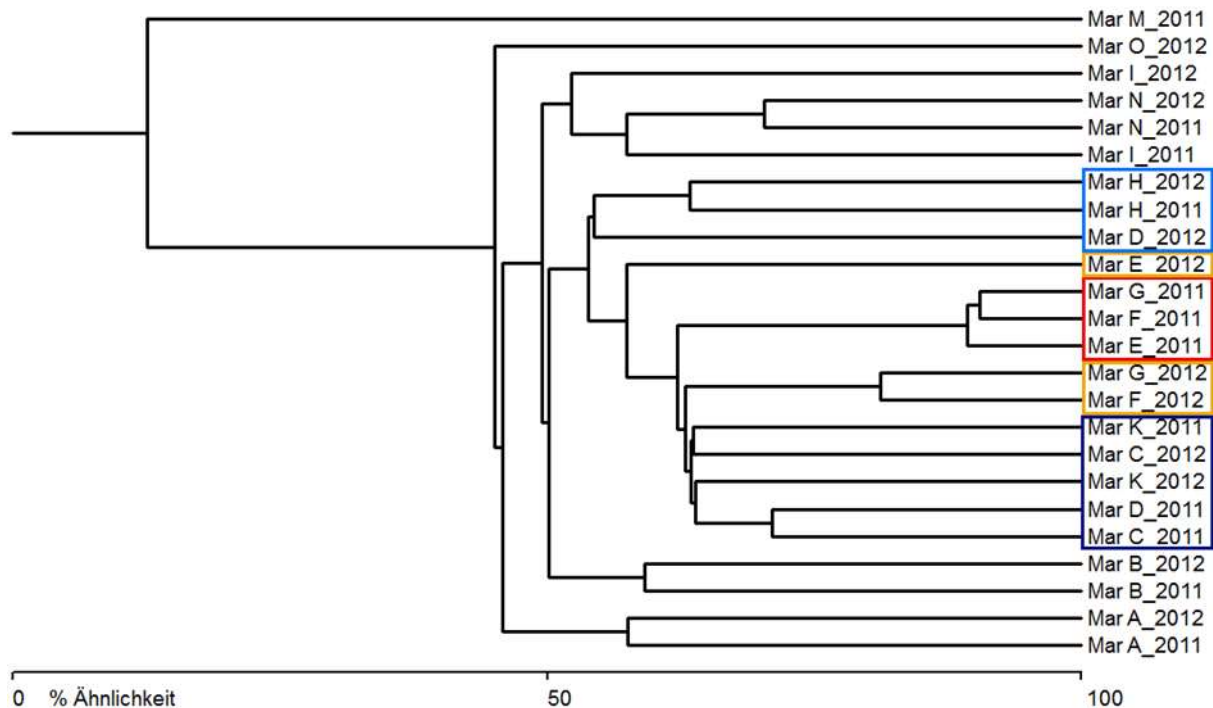


Abbildung 170: Clusteranalyse der Laufkäferdaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index.

Eine deutliche Differenzierung (Dominanzidentität jeweils unter 12%) der Zönosen ist nur zwischen der Untersuchungsfläche Mar M (Hecke) und den restlichen Untersuchungsflächen zu beobachten. Die Lebensgemeinschaften dieses Komplexes von 12 Flächen erscheinen relativ einheitlich. Die Zönosen gleicher Untersuchungsflächen (z.B. Mar A 2011/12) unterscheiden sich dabei allerdings auch zwischen den Untersuchungsjahren aufgrund natürlicher Populationsschwankungen. Hohe Ähnlichkeiten im Bereich von 88,4 bis 99,5% sind nur im Untersuchungsjahr 2011 bei den Flächen Mar E, F, G zu beobachten.

Eine getrennte Entwicklungen von 2011 auf 2012 zwischen den Vergleichsflächen (Mar A, B, I, K, N) und den Flächen mit Energiepflanzen (Mar C, D, E, F, G, H, O) bzw. innerhalb der Flächen mit Energiepflanzen deuten sich allenfalls an. Eine mögliche Gruppierung scheint sich im Bereich der Fläche Mar D 2012 und der Fläche Mar H 2011/12 zu entwickeln (dunkelblaue/hellblaue Umrandung). Eine Auftrennung der Zönosen der Flächen Mar E, F und G ist möglich (rote/orangene Umrandung). Eine Annäherung der Zönosen der Flächen mit Agrarholz im Kurzumtrieb (Mar, F, G, O) an die Lebensgemeinschaften der Hecken, Waldränder und Wälder (Mar A, B, M) ist in diesem frühen Kulturstadium nicht zu beobachten.

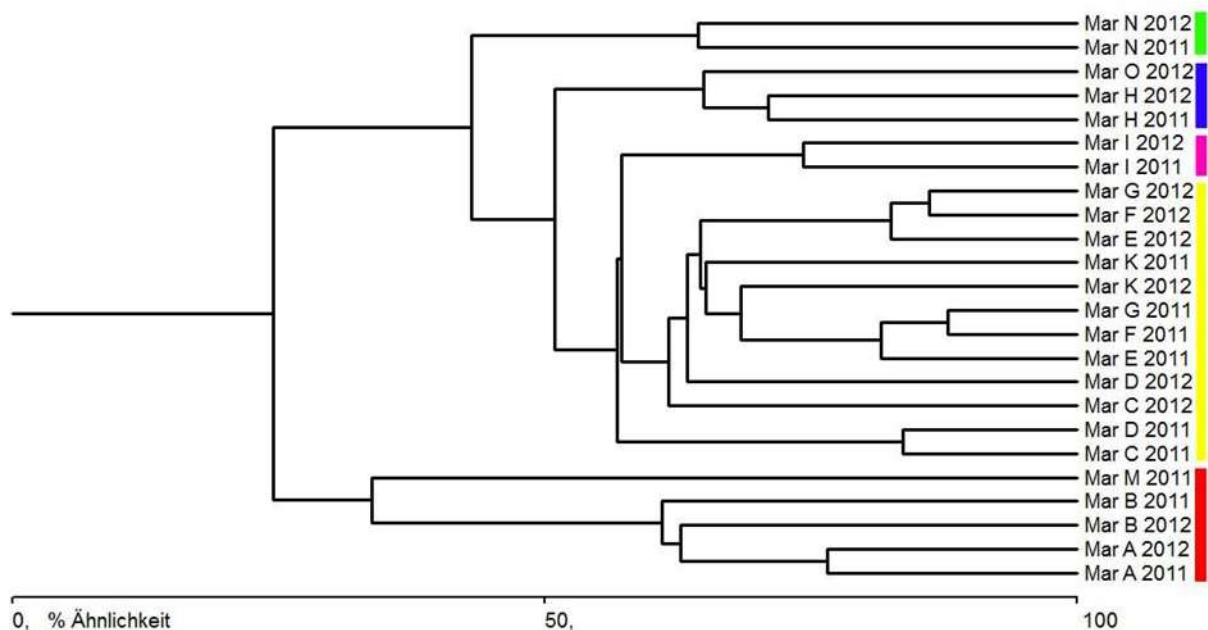


Abbildung 171: Clusteranalyse der Spinnendaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index.

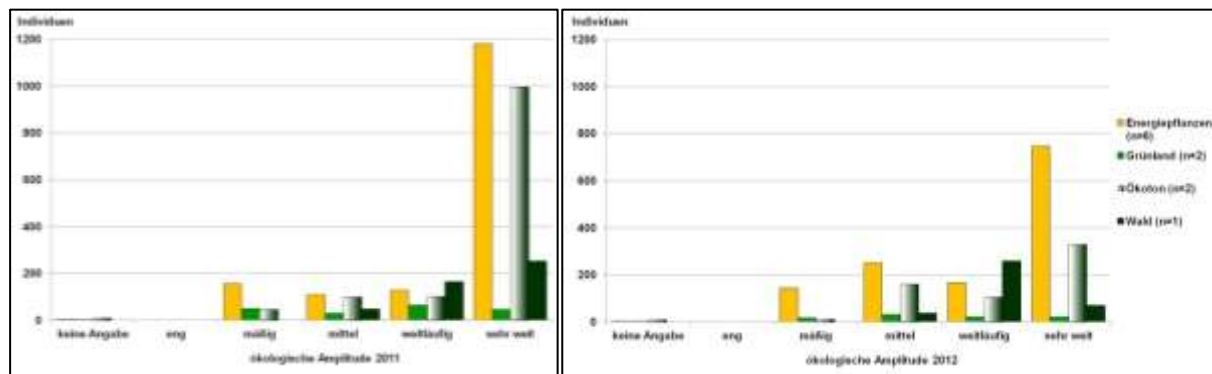
Eine deutliche Differenzierung (Dominanzidentität in der Regel unter 10%) der Zönosen ist nur zwischen der Untersuchungsfläche A, B und M (Wald, Waldrand, Hecke – rote Markierung) und den restlichen Untersuchungsfläche zu verzeichnen. Weiterhin clustern die Brache (Mar N – grün), die Miscanthus-Fläche (H) und die wenige Jahre alte Pappelpflanzung (O) liegen beide räumlich benachbart am selben Hang (blau) und das Gründland (I – lila) zusammen. Die gelbe Markierung zeigt den Komplex der jungen Energiepflanzenflächen (C bis G) und des Ackers (K). In diesem sind nur wenige Tendenzen erkennbar. So clustern die Flächen E, F und G jeweils in beiden Untersuchungsjahren zusammen, wie auch die Flächen C und D im ersten Untersuchungsjahr 2011. Eine Annäherung der Zönosen der Energiepflanzenflächen zum Grünland oder zu den Gehölzen ist in den ersten beiden Jahren (noch) nicht zu verzeichnen.

Bedeutung der Nutzungs- und Lebensraumtypen für die Laufkäferzönosen

Die Bedeutung der Raumeinheiten (siehe Tabelle 112) für die Laufkäferzönosen in Marpingen wird anhand der Habitatbindung von stenök (= enge Bindung an bestimmte Lebensraumfaktoren) bis euryök (= sehr weitläufige Bindung an bestimmte Lebensraumfaktoren) an bestimmte Lebensraumfaktoren und der Gefährdung (Rote Liste Einstufungen Rheinland-Pfalz/Saarland) dargestellt. Die Daten der Abbildung 172 beziehen sich dabei auf die Individuenzahl pro Nutzungs- und Lebensraumtyp. Wenn mehrere Untersuchungsflächen eines Nutzungs- bzw. Lebensraumtyps untersucht wurden, wird der Mittelwert der Individuenzahlen verwendet. Es wurden nur Standorte betrachtet, die sowohl 2011 als auch 2012 untersucht wurden.

Tabelle 119: Nutzungs- und Lebensraumtypen in Marpingen.

Kürzel	Standort	Typ
Mar A	Marpingen A Wald	Wald
Mar B	Marpingen B Waldrand	Ökoton
Mar C	Marpingen C Acker	Energiepflanze
Mar D	Marpingen D KUP 11c	Energiepflanze
Mar E	Marpingen E Wildpflanzengemenge "Feuchte Wiese"	Energiepflanze
Mar F	Marpingen F KUP 12b/Rand	Ökoton
Mar G	Marpingen G KUP 12b	Energiepflanze
Mar H	Marpingen H 17 Miscanthus	Energiepflanze
Mar I	Marpingen I Grünland/Obstwiese	Grünland
Mar K	Marpingen K Acker 5/Wickroggen	Energiepflanze
Mar M	Marpingen M Hecke	Hecke
Mar N	Marpingen N Grünland	Grünland
Mar O	Marpingen Kup	Energiepflanze

**Abbildung 172: Bedeutung der Nutzungs- und Lebensraumtypen für Laufkäfer unterschiedlicher ökologischer Ansprüche.**

Im Untersuchungsjahr 2011 Stellen euryöke Laufkäfer mit einer sehr weiten ökologischen Amplitude mit 71% den größten Anteil der Individuen im Untersuchungsgebiet. Besonders in den Flächen mit Energiepflanzen (34%) aber auch in den Ökotonstandorten (29%) sind sie sehr stark vertreten. Anspruchsvollere Arten (weitläufige bis mäßig enge ökologische Amplitude) kommen in Anteilen mit jeweils unter 4% der Individuen vor. Sie wurden aber in fast jedem Nutzungs- und Lebensraumtyp nachgewiesen. Nur im Waldstandort fehlen Arten mit einer mäßig engen ökologischen Amplitude. 2012 ändert sich das Bild deutlich. Insgesamt ist ein starker Rückgang der Individuenzahlen zu verzeichnen. Besonders die euryöken Arten sind nur noch mit 49%, wiederum besonders in den Standorten mit Energiepflanzen (31%) bzw. in den Ökotonstandorten (14%) vertreten. Anspruchsvollere Arten (weitläufige bis mäßig enge ökologische Amplitude) gewinnen mit Anteilen zwischen 6% und 10% an Bedeutung.

Die Verteilung der Individuen gefährdeter Arten (Rote Liste Kategorie 2, 3, R) unterliegt nur marginalen Schwankungen. Erwähnenswert ist der Nachweis von *Callistus lunatus*, einer im Gebiet der Rheinland-Pfalz und des Saarlandes stark gefährdeten Art. 2011 wurden 3 Individuen dieses Laufkäfers in der Miscanthus-Fläche (Mar H) nachgewiesen. 2012 konnten 13 Individuen dieser Art in 5 Untersuchungsflächen (Mar C, D, H, I, K) erfasst werden.

Diskussion

Die Spinnen und Laufkäferzönosen des Untersuchungsgebiets setzen sich aus regional typischen Arten bzw. den in Mitteleuropa auf Agrarland häufigen Arten zusammen (Laufkäfer: z.B. Eisinger 1997, Maas 1999, Persohn/Ludewig 2002, Schüle et al. 1997, Trautner/Bräunicke 1997; Spinnen: z.B. Blick et al. 2000, Hammer 1992, Jäger et al. 2000, Klpakarek 1993, Platen 1996, Staudt 2000, 2008). Hierunter befinden sich auch einige naturschutzfachlich bemerkenswerte Arten beider bearbeiteten Arthropodengruppen. Besonders zu beachten ist bei den Laufkäfern das Vorkommen komplexer Lebensgemeinschaften um die Arten der Gattung *Brachinus* und *Amara*. Laut Saska/Honek (2004, 2008) sind die Vertreter der Gattung *Brachinus* als Parasitoide bei Arten der Gattung *Amara* bekannt. Ein positiver Einfluss der im Gebiet erfolgte Extensivierung auf die als phytophage Samenfresser bekannten Vertreter der Gattung *Amara* (Homburg 2012) in Folge der Diversifizierung des Blüten- und Samenangebots ist zu diskutieren. Davon profitieren dann natürlich auch Vertreter der in den Nahrungsnetzen höher anzusiedelnden Arten der Gattung *Brachinus*. Die gesamte Spinnenzönose, die ausschließlich räuberisch ist, veränderte sich auf den Energiepflanzenflächen von 2011 auf 2012 kaum bzw. nicht stärker als natürliche Jahresschwankungen (vgl. Clusteranalyse). Für naturschutzfachlich bedeutsame Arten sind aber positive Tendenzen für einzelne Arte erkennbar (s. oben). Bei der Betrachtung häufiger Arten, ist festzustellen, dass die Aktivitätsdichte von deutlich mehr Arten auf den Energiepflanzenflächen zu- als abgenommen hat (siehe Tabelle 120). Abgenommen haben ausschließlich Arten der Zwerg- und Baldachinspinnen. Rückgänge waren ausschließlich bei Linyphiiden-Arten zu verzeichnen. Aus dieser Familie haben aber auch Arten zugelegt, ebenso wie Arten der Streckerspinnen (*Pachygnatha* sp.), der Wolfspinnen (*Pardosa* sp.) und der Krabbenspinnen (*Xysticus* sp.).

Tabelle 120: Deutliche Veränderungen der Aktivitätsdichten einzelner Spinnenarten auf den Energiepflanzenflächen in Marpingen (Mar C bis Mar H).

Zunahme 2011-2012	2011	2012
<i>Bathypantes gracilis</i>	12	133
<i>Centromerita bicolor</i>	4	375
<i>Centromerita concinna</i>		32
<i>Centromerus sylvaticus</i>	4	33
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	2	67
<i>Drassyllus pusillus</i>	92	199
<i>Erigone atra</i>	166	431
<i>Erigone dentipalpis</i>	239	419
<i>Meioneta mollis</i>	3	28
<i>Oedothorax apicatus</i>	748	1048
<i>Pachygnatha clercki</i>	2	24
<i>Pachygnatha degeeri</i>	235	1133
<i>Pardosa lugubris</i>	7	40
<i>Pardosa palustris</i>	253	1629
<i>Pardosa prativaga</i>	29	74
<i>Pardosa pullata</i>	136	235
<i>Xysticus cristatus</i>	21	87
Rückgang 2011-2012	2011	2012
<i>Meioneta rurestris</i>	1385	509
<i>Pelecopsis parallela</i>	205	70
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	78	8
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	54	21
<i>Walckenaeria vigilax</i>	195	55

Insgesamt ergeben sich von 2011 zu 2012 nur wenige Veränderungen. Gründe sind hier vor allem im geringen Wandel der Vegetationsstruktur zu suchen. So repräsentieren die Ergebnisse aus den Jahren 2011 und 2012 eher die Primärsukzession in einem jungen Brachestadium bzw. die Umstellung von konventioneller hin zu ökologischer Bewirtschaftung (Basedow 2001, Pfiffner 1990, Pfiffner/Luka 1999, 2000). Bemerkenswert ist dabei der deutliche Rückgang der Dominanz zweier eurytoper Ackerlaufkäferarten (*Harpalus rufipes*, *Pterostichus melanarius*). Beide Arten stellen 2011 50% der gefangenen Individuen – 2012 sind sie nur noch mit 25% an der Gesamtindividuenzahl beteiligt. D.h. der Ackercharakter der Flächen mit Energiepflanzen mit ihren einseitigen Dominanzstrukturen (vgl. z.B. Basedow 1997, 2001, Basedow/Rzehak 1988, Blick et al. 2000, 2003) verändert sich deutlich zugunsten einer diversen ausgeglichen Fauna. Parallel deutet sich aber bereits ein weiterer Wandel an. Eine zunehmende Verminderung der Rohbodenanteile, wie sie im Verlauf der Nutzungsaufgabe eines Ackers zu beobachten ist, scheint sich durch den Rückgang charakteristischer Arten anzudeuten. So nahm die Aktivität des Laufkäfers *Amara montivaga* von 300 Individuen im Jahr 2011 auf 73 Individuen 2012 ab. Ähnlich starke Bestandsrückgänge in sehr kurzem Zeitraum waren auf offengelassenen, in die Sukzession zu vielschichtigen Waldrändern überführten Ackerflächen im Rahmen eines Waldrandprojektes bei *Amara sabulosa* (Audinet-Serville 1821) und

auch einigen Spinnenarten zu beobachten (Blick/Fritze 1996). Ein Zusammenhang mit der starken Vegetationsentwicklung war auch hier zu vermuten.

In Abbildung 173 und Abbildung 174 wird die durchschnittlichen Artenzahlen in vier Flächentypen (Energiepflanzen, Grünland, Ökoton, Wald/Hecke) dargestellt. Bei den Laufkäfern sind die höchsten Artenzahlen in den Ökotonen, vor dem Grünland, den Energiepflanzen und Hecke/Wald zu verzeichnen. Nur die Artenzahlen von Grünland und Hecke/Wald sind nicht signifikant unterscheidbar. Bei den Spinnen ist nur eine statistische Trennung der Artenzahlen der Grünlandbereiche gegenüber Hecke/Wald möglich. Numerisch liegt das Grünland vor den Ökotonbereichen, dann folgen die Energiepflanzenflächen und Wald/Hecke. Bei beiden Tiergruppen liegen also die Artenzahlen der Energiepflanzenflächen zwischen Ökotonen und Wald/Hecke.

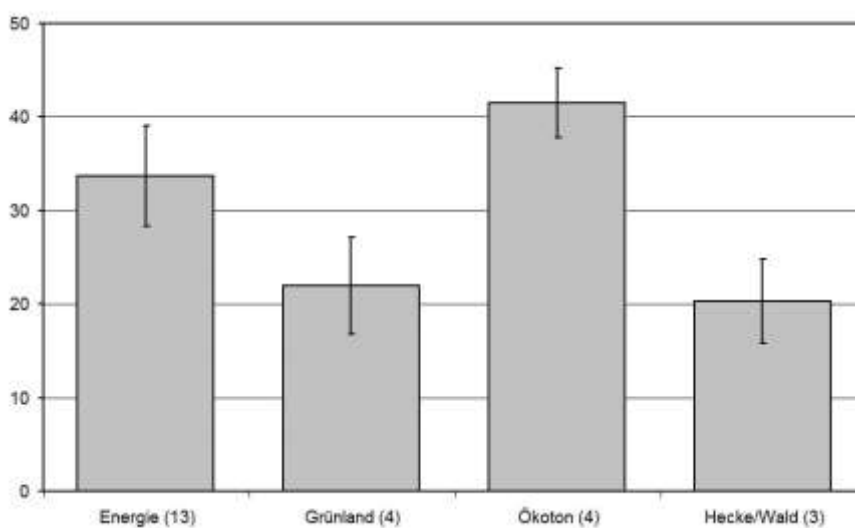


Abbildung 173: Laufkäferarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Marpingen, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 97 Arten).

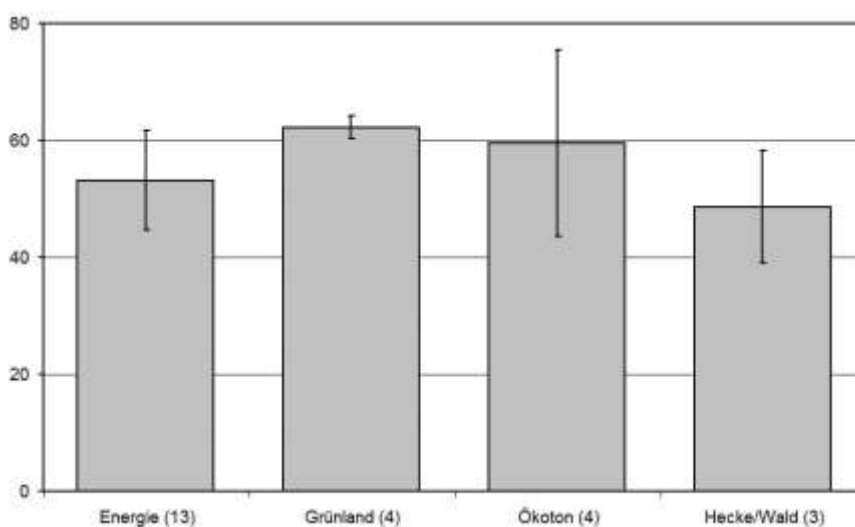


Abbildung 174: Spinnenarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Marpingen, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 183 Arten).

Eine eindeutige Differenzierung der Zönosen und die Zuordnung zu unterschiedlichen Lebensgemeinschaften ist nur zwischen den gehölzbestandenen Flächen (Mar A, B, M) auf der einen Seite und den offenen Grünland, Acker und Agrarholzflächen auf der anderen Seite möglich (s. Clusteranalysen). Wobei ansatzweise auch eine Trennung von Grünland und bzw. der Acker- und Agrarholzflächen zu erkennen ist.

Inwieweit eine Einwanderung von Waldarten in die sich entwickelnden Agrarholzflächen stattfinden wird kann nur spekulativ beantwortet werden. Waldarten im engen Sinne (Waldbindungstypen w, wg, w+) kommen im gesamten Untersuchungsgebiet auch in den Flächen mit Energiepflanzen in geringen Individuenzahlen vor. Die Besiedlung der sich entwickelnden Agrarholzflächen mit Arten dieser beiden Ökotypen ist somit kein Problem. Der grundsätzliche Besiedlungs- und Entwicklungsverlauf bei Sukzessionen und der Einfluss verschiedener Extensivierungsfaktoren auf Ackerflächen ist bekannt (z.B. Alderweireldt 1994, Baines et al. 1998, Barndt et al. 2006, Beier/Grube 1998, Blick et al. 2008, Brauner/Schulz 2011, Burger 2005, 2006, Gack et al. 1999, Gruttke et al. 1998, Hof/Bright 2010, Kobel-Lamparski 1989, Kuschka 2004, Lemke/Poehling 1997, Mader 1985, Meek et al. 2002, Müller-Kroehling et al. 2013, Pékar 1997, Pfiffner/Luka 2003, Pfiffner/Niggli 1996, Schardt et al. 2007, 2008, Schnitter 1991, Schröter/Irmler 1999, Stippich 1994, Storck-Weyhermüller/Welling 1991, Strüve-Kusenbergh 1981, Sunderland/Topping 1995, Thaler et al. 1977, Volkmar/Kreuter 2006, Witsack et al. 1995) und ist auch für Energiepflanzenflächen zu erwarten. Ob, eine günstige Entwicklung der Agrarholzflächen vorausgesetzt, deren Zönosen einen höheren ökologischen und in Folge damit auch naturschutzfachlichen Wert haben werden als die benachbarten ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen mit NawaRo, bleibt hier erstmal aufgrund des Entwicklungszustandes offen. Ein dauerhaftes Vorkommen ökologisch anspruchsvoller, naturschutzfachlich relevanter Offenlandarten, wie des in Rheinland-Pfalz und im Saarland stark gefährdeten Laufkäfers *Callistus lunatus* oder der deutschlandweit gefährdeten Zwergspinne *Silometopus bonessi*, ist in reifen Agrarholzkulturen eher unwahrscheinlich, kann aber durch umgebende krautige Kulturen und deren Bewirtschaftung (u.a. Rohboden durch Bearbeitung) möglich sein und insofern durch die hier abgebildete Vielfalt im Raum ermöglicht werden. Durch die Beschattung des Bodens und die zu erwartende Entwicklung der Laubaufgabe in den Agrarholzflächen ist ein kühlfeuchteres Mikroklima zu erwarten, von welchem negative Effekte u.a. auf die juvenile Entwicklung xerothermophiler Arten zu erwarten sind (vgl. Saska/Honek 2003). Positive Effekte auf die Artenvielfalt sind dann zu erwarten, wenn beispielsweise im Bereich der Agrarholzflächen lineare Ökotonstrukturen durch artenreiche Kulturen oder im Feldmaßstab direkt angrenzend analog zum Waldrand (Mar B) geschaffen werden (vgl. auch Schulz et al. 2009). Inwieweit durch Erntemaßnahmen das Agrarholz in ein junges Sukzessionsstadium zurückversetzt werden kann, welche zumindest zeitweise einer diversen Zönose der Ruderalflächen und Brachen Lebensraum bietet, ist in Marpingen aktuell nicht abzusehen und bedarf weiterer und längerfristiger Untersuchungen (siehe auch Abbildung 223).

4.4.3.17 Ergebnisse Spelle, Laufkäfer und Spinnen (Michael-Andreas Fritze, Theo Blick)

Standortcharakterisierung

Eine Fotodokumentation der Untersuchungsflächen bei Spelle befindet sich im Anhang, siehe Kapitel 11.5.3.2.

Die klimatische Charakterisierung der Untersuchungsflächen erfolgt anhand der Bodentemperaturen im Mai (größte Unterschiede zwischen den Untersuchungsflächen). In Abbildung 175 werden dafür jeweils das Monatsmittel der Tagestemperaturen für beide Untersuchungsjahre abgebildet. Die Untersuchungsflächen Spe A und Spe I wurden jeweils nur in einem Jahr untersucht, in den Untersuchungsfläche Spe B und Spe H wurden im Jahr 2012 die Logger zerstört bzw. entfernt.

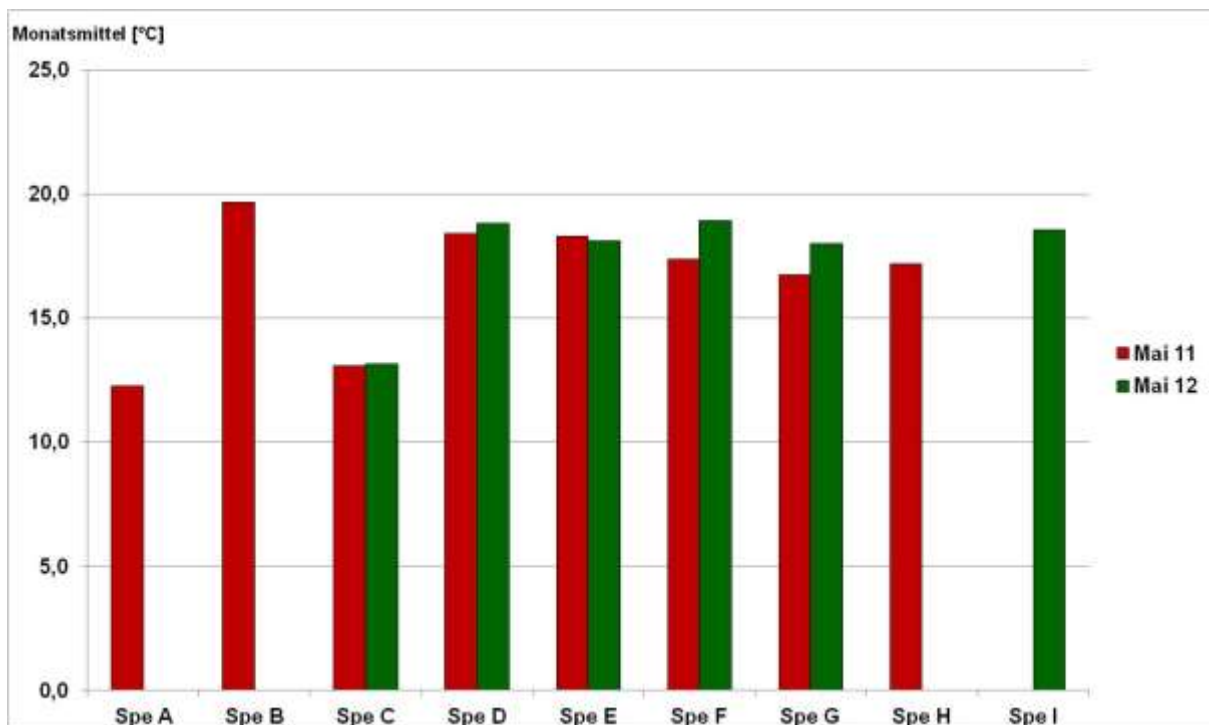


Abbildung 175: Monatsmittel der Tagestemperaturen in Spelle.

Die Monatsmittel im Mai liegen im Bereich von 12,3 bis 19,7°C. Niedrige Werte zwischen 12,3 und 13,2°C sind im Bereich des 2011 untersuchten Nadelforstes (Spe A) und der Hecke (Spe C) zu beobachten, höhere Werte zwischen 16,7 und 19,7°C treten im Bereich der offenen Untersuchungsflächen (Spe B, Spe D bis H) und auch im lichten nur 2012 untersuchten Nadelmischwald (Spe I) auf. Zwischen den Monatsmitteln im Bereich der Agrarholzflächen (Spe D bis F), dem blütenreichen Krautsaum (Spe G) und dem Maisacker (Spe H) sind weder untereinander noch im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre große Unterschiede des Monatsmittels im Mai zu beobachten.

Arten-, Individuenzahlen und Diversitätsindizes

Eine Übersicht der Ergebnisse auf Basis der Arten und Individuenzahlen geben Tabelle 121, Tabelle 122 und Tabelle 123.

Tabelle 121: Ergebnisse der Spinnen- und Laufkäfererfassungen in Spelle.

Arten	2011 (Arten nur 2011)	2012 (Arten nur 2012)
Spinnen	136 (30)	135 (29)
Laufkäfer	68 (8)	79 (18)
Individuen		
Spinnen (adult)	14.590	34.746
Laufkäfer	4.412	5.468

Insgesamt wurden 49.336 adulte Spinnen- und 9.880 Laufkäferindividuen gefangen und 166 Spinnen- und 87 Laufkäferarten nachgewiesen.

Die Artenzahlen der Laufkäfer schwanken zwischen 19 (Fläche Spe A 2011) und 44 (Spe B 2012). Hohe Werte weist dabei besonders das magere Grünland mit offenen Rohbodenbereichen entlang der Giegel Aa (Spe B 2011/12, 33 bzw. 44 Arten) auf. Niedrige Artenzahlen wurden in dem Nadelwald (Spe A 2011, 19 Arten) und den beiden Flächen mit Agrarholz im Kurzumtrieb (Spe E 2012, 22 Arten, Spe F 2011, 21 Arten) nachgewiesen. Bis auf eine Fläche mit Agrarholz (Spe E) und den Vergleichsacker (Spe H) konnten in allen über zwei Jahre untersuchten Flächen im zweiten Untersuchungsjahr mehr Arten nachgewiesen werden als im Vorjahr.

Die Artenzahlen der Spinnen schwankten zwischen 26 (Spe E 2011) und 72 (Spe C 2011). Hohe Werte, mit 54 bis 72 Arten, weisen die Hecke (Spe C), das magere Grünland mit offenen Rohbodenbereichen entlang der Giegel Aa (Spe B) und die beiden Waldstandorte auf (Spe A, Spe I). Niedrige Artenzahlen, mit 26 bis 33 Arten, wurden im Jahr 2011 auf zwei der Agrarholzflächen im Kurzumtrieb (Spe D, Spe E) und im Blühstreifen/Vorgewende (Spe D) sowie in beiden Jahren auf dem Acker (Spe H) nachgewiesen. Auf den Flächen D, E und G hat sich die Artenzahl im Jahr 2012 deutlich erhöht, auf 45 bis 49 Arten. Wieso auf Fläche Spe F die Artenzahl bereits im Jahr 2011 höher war (41 Arten) als in den anderen Kurzumtriebsbereichen und sich dann 2012 nur wenig erhöhte (43 Arten), kann bislang wissenschaftlich nicht gedeutet werden.

Die Abschätzung des Erfassungsgrades der Spinnen- und Laufkäferzönosen erfolgt mit der Prozedur Jack-knife¹ des Statistikpaketes BioDiversity Pro. Berechnungsgrundlage waren die Arten- und Individuenzahlen pro Probefläche, Falle und Untersuchungsjahr. D.h. in die Berechnung gingen 80 Datensätze ein. Die erwartete Artenzahl für Laufkäfer betrug 102 Arten. Für die Laufkäferzönosen ergibt sich damit ein Erfassungsgrad von 85%. Für Spinnen ergab sich ein Erwartungswert von 202 Arten. Damit liegt der Erfassungsgrad der Spinnenzönose bei 82%.

Die Ergebnisse der Berechnung der Diversitätsindices (Alpha, Shannon, Simpson) werden für die Laufkäfer in der Tabelle 122 und für die Spinnen in Tabelle 123 wiedergegeben.

Tabelle 122: Diversitätsinidizes Laufkäfer.

2011								
Standortkürzel	Spe A	Spe B	Spe C	Spe D	Spe E	Spe F	Spe G	Spe H
Arten	19	33	29	26	28	21	30	26
Individuen	329	473	145	548	584	698	960	676
Alpha	4,39	8,08	10,9	5,68	6,14	4,08	5,89	5,37
Shannon (H' log Base 10)	0,99	1,13	1,25	1,02	0,94	0,75	0,96	0,94
Simpson (1/D)	7,52	9,11	13,74	7,27	5,86	3,67	6,5	5,62
2012								
Standortkürzel	Spe B	Spe C	Spe D	Spe E	Spe F	Spe G	Spe H	Spe I
Arten	44	31	30	22	25	32	24	25
Individuen	392	125	926	985	715	1275	612	438
Alpha	12,72	13,2	5,94	4	5,04	5,96	4,98	5,76
Shannon (H' log Base 10)	1,1	1,29	0,95	0,94	1,01	0,85	0,89	0,85
Simpson (1/D)	6,19	14,49	5,77	6,12	7,53	4,32	4,50	4,30

Tabelle 123: Diversitätsinidizes Spinnen.

2011								
Standortkürzel	Spe A	Spe B	Spe C	Spe D	Spe E	Spe F	Spe G	Spe H
Arten	54	65	72	28	26	41	28	28
Individuen	554	864	1052	2372	2619	2698	2727	1704
Alpha	14,43	15,97	16,88	4,09	3,84	6,07	4,36	4,16
Shannon H' Log Base 10	1,25	1,32	1,32	0,52	0,58	0,52	0,46	0,59
Simpson (1/D)	10,55	11,62	11,29	2,04	2,38	1,88	1,8	2,23
2012								
Standortkürzel	Spe B	Spe C	Spe D	Spe E	Spe F	Spe G	Spe H	Spe I
Arten	65	69	47	49	43	45	33	60
Individuen	1299	1195	6073	7049	6745	4642	6296	1447
Alpha	14,42	14,18	6,95	7,12	6,15	6,93	4,25	12,64
Shannon H' Log Base 10	1,33	1,23	0,82	0,88	0,9	1,01	0,47	1,05
Simpson (1/D)	13,21	9,37	3,77	5,13	5,04	6,89	1,75	4,77

Für die Laufkäfer ist der Alpha-Index in der Hecke (Spe C) und im Grünlandstreifen an der Giegel Aa (Spe B) am höchsten (Werte von 8 bis 13). Die untersuchten Wälder, der Acker und die Energiepflanzenbereiche erreichen niedrigere Werte (von 4 bis 6) und zeigen keine deutlichen Unterschiede oder Tendenzen.

Auch bei den Spinnen ist der Alpha-Index in der Hecke (Spe C) und im Grünlandstreifen an der Giegel Aa (Spe B) am höchsten, hier werden aber ähnlich hohe Werte von den Waldstandorten (Spe A 2011, Spe I 2012) erreicht (Werte von 12 bis fast 17). Der Acker und die Energiepflanzenbereiche erreichen niedrigere Werte (von knapp 4 bis 7), wobei die Alpha-Diversitätswerte des Ackers (Spe H) und eines Energieholzbereiches (Spe F) stabil blieben. Demhingegen steigen die Werte für die anderen beiden

Energieholzbereiche (Spe D, Spe E) und des Vorgewendes (Spe G) von 2011 auf 2012 jeweils um 2,5 bis 3 Punkte an.

Artenliste und Zönose

Die nachgewiesenen Laufkäferarten werden zusammen mit dazugehörigen ökologischen Informationen in Tabelle 124 aufgeführt. Eine Übersicht der Verteilung der Arten und Individuen auf die einzelnen Probeflächen ist im Anhang einzusehen.

Tabelle 124: Laufkäferarten in Spelle. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang.

Arten	Autor	Lebensraum-kategorie	Wald-bindung	Feuchtigkeits-anspruch	Habitat-bindung	2011 (Σ Ind.)	2012 (Σ Ind.)
<i>Agonum emarginatum</i>	(Gyllenhal, 1827)	U	ow	sfl	4	1	1
<i>Agonum muelleri</i>	(Herbst, 1784)	Kl	o	mfl	4	1	
<i>Agonum sexpunctatum</i>	(Linnaeus, 1758)	Kl	o	sfl	3		1
<i>Amara aenea</i>	(De Geer, 1774)	tO	o	tl	3		141
<i>Amara anthobia</i>	A. & J.B. Villa, 1833	tO	o	stl	0		1
<i>Amara apricaria</i>	(Paykull, 1790)	Kl	o	tl	0	1	
<i>Amara bifrons</i>	(Gyllenhal, 1810)	tO	o	tl	3	29	19
<i>Amara communis</i>	(Panzer, 1797)	Kl	o	mL	3	33	12
<i>Amara consularis</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	o	tl	2	37	148
<i>Amara familiaris</i>	(Duftschmid, 1812)	Kl	o	mL	5	63	127
<i>Amara fulva</i>	(O.F. Müller, 1776)	tS	o	stl	2	124	191
<i>Amara lunicollis</i>	Schiödt, 1837	Kl	o	vtL	5	88	134
<i>Amara makolskii</i>	Roubal, 1923	W	w+	vtL	3	3	8
<i>Amara ovata</i>	(Fabricius, 1792)	Kl	o	mtL	4	2	2
<i>Amara plebeja</i>	(Gyllenhal, 1810)	Kl	o	mL	5	1	14
<i>Amara similata</i>	(Gyllenhal, 1810)	Kl	o+	mtL	4	5	6
<i>Amara spreta</i>	Dejean, 1831	tS	o	stl	2	298	788
<i>Anchomenus dorsalis</i>	(Pontoppidan, 1763)	Kl	o	vtl	4	4	3
<i>Anisodactylus binotatus</i>	(Fabricius, 1787)	Kl	o+	vtL	5	6	19
<i>Badister bullatus</i>	(Schrank, 1798)	Kl	o+	mtL	4	8	13
<i>Badister lacertosus</i>	Sturm, 1815	SW	w+	fl	3	3	3
<i>Bembidion femoratum</i>	Sturm, 1825	P	o	vtL	3	103	2
<i>Bembidion lampros</i>	(Herbst, 1784)	Kl	o+	vtL	5	12	19
<i>Bembidion mannerheimii</i>	C.R. Sahlberg, 1827	SW	w+	fl	3		4
<i>Bembidion properans</i>	(Stephens, 1828)	Kl	o+	vtL	4	14	7
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	(Linnaeus, 1761)	Kl	o	vtL	3	42	13
<i>Bembidion tetracolum</i>	Say, 1823	Kl	o+	vtL	5		2
<i>Bradycellus harpalinus</i>	(Audinet-Serville, 1821)	Kl	o	vtL	0		6
<i>Calathus cinctus</i>	Motschulsky, 1850	tS	o	tl	2	937	545
<i>Calathus fuscipes</i>	(Goeze, 1777)	Kl	o	vtL	4	260	201
<i>Calathus melanocephalus</i>	(Linnaeus, 1758)	Kl	o	mtL	4	25	14
<i>Calathus rotundicollis</i>	Dejean, 1828	W	wg	mL	3	26	23
<i>Calosoma inquisitor</i>	(Linnaeus, 1758)	W	wg	mL	3		1
<i>Carabus nemoralis</i>	O.F. Müller, 1764	eu	ow	mL	5	11	11
<i>Carabus problematicus</i>	Herbst, 1786	W	w	mL	4	51	175
<i>Carabus violaceus</i>	Fabricius, 1787	W	w+	vtL	3	76	4
<i>Chlaenius nigricornis</i>	(Fabricius, 1787)	U	o	sfl	2		1
<i>Cicindela hybrida</i>	Linnaeus, 1758	tS	o	tl	3		1
<i>Clivina fossor</i>	(Linnaeus, 1758)	Kl	o+	vtL	5	176	77
<i>Cychrus caraboides</i>	(Linnaeus, 1758)	SW	w+	vtL	3	35	2
<i>Demetrias atricapillus</i>	(Linnaeus, 1758)	eu	o	mL	0	6	9
<i>Dyschirius politus</i>	(Dejean, 1825)	sU	o	fl	2		1
<i>Elaphrus riparius</i>	(Linnaeus, 1758)	U	o	sfl	3		2
<i>Harpalus affinis</i>	(Schrank, 1781)	Kl	o	mtL	5	12	1
<i>Harpalus calceatus</i>	(Duftschmid, 1812)	tS	o	tl	2	3	
<i>Harpalus distinguendus</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	o	tl	3	8	75
<i>Harpalus froelichii</i>	Sturm, 1818	tS	o	stl	2	2	10
<i>Harpalus griseus</i>	(Panzer, 1796)	tS	o	tl	2	484	1200
<i>Harpalus laevipes</i>	Zetterstedt, 1828	W	wg	mL	3	6	4
<i>Harpalus latus</i>	(Linnaeus, 1758)	eu	ow	vtL	5	12	13

Arten	Autor	Lebensraum-kategorie	Wald-bindung	Feuchtigkeits-anspruch	Habitat-bindung	2011 (Σ Ind.)	2012 (Σ Ind.)
<i>Harpalus rubripes</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	o	tL	4		1
<i>Harpalus rufipes</i>	(De Geer, 1774)	KA	o	vtL	5	804	647
<i>Harpalus tardus</i>	(Panzer, 1796)	oT	ow	tL	3	27	18
<i>Leistus rufomarginatus</i>	(Duftschmid, 1812)	W	wg	mL	3	4	1
<i>Leistus terminatus</i>	(Hellwig in Panzer, 1793)	eu	ow	fL	3	3	5
<i>Limodromus assimilis</i>	(Paykull, 1790)	U	w+	fL	3		1
<i>Loricera pilicornis</i>	(Fabricius, 1775)	eu	ow	fL	5	42	219
<i>Masoreus wetterhallii</i>	(Gyllenhal, 1813)	tS	o	stL	2	23	3
<i>Microlestes minutulus</i>	(Goeze, 1777)	tO	o	tL	3		3
<i>Nebria brevicollis</i>	(Fabricius, 1792)	eu	ow	vtL	5	48	22
<i>Nebria salina</i>	Fairmaire & Laboulb., 1854	KI	o	mfl	3	10	2
<i>Notiophilus biguttatus</i>	(Fabricius, 1779)	eu	ow	vtL	5	19	11
<i>Notiophilus palustris</i>	(Duftschmid, 1812)	eu	ow	vtL	5	2	5
<i>Notiophilus rufipes</i>	Curtis, 1829	W	wg	vtL	3	37	15
<i>Ophonus rufibarbis</i>	(Fabricius, 1792)	KI	o+	vtL	4	10	5
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	(Herbst, 1784)	U	ow	fL	3	1	
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	(Fabricius, 1775)	tO	o+	tL	3	1	
<i>Paradromius linearis</i>	(Olivier, 1795)	KI	o+	tL	0		2
<i>Patrobis atrorufus</i>	(Stroem, 1768)	SW	w+	sfL	3		4
<i>Philorhizus melanocephalus</i>	(Dejean, 1825)	eu	o	wfL	0	4	7
<i>Poecilus cupreus</i>	(Linnaeus, 1758)	KA	o	mL	5	1	
<i>Poecilus versicolor</i>	(Sturm, 1824)	KI	o+	mL	4	64	42
<i>Pterostichus diligens</i>	(Sturm, 1824)	U	o+	sfL	3		12
<i>Pterostichus melanarius</i>	(Illiger, 1798)	eu	ow	mL	5	41	45
<i>Pterostichus minor</i>	(Gyllenhal, 1827)	U	ow	sfL	3	2	
<i>Pterostichus niger</i>	(Schaller, 1783)	eu	ow	fL	5	50	111
<i>Pterostichus nigrita</i>	(Paykull, 1790)	U	ow	sfL	4	4	3
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	(Fabricius, 1787)	W	wg	mL	5	60	13
<i>Pterostichus strenuus</i>	(Panzer, 1796)	eu	ow	fL	4	1	3
<i>Pterostichus vernalis</i>	(Panzer, 1796)	KI	o	mfl	3	1	4
<i>Stomis pumicatus</i>	(Panzer, 1796)	eu	o+	fL	4	4	8
<i>Syntomus foveatus</i>	(Geoffroy, 1785)	tO	o	stL	2		1
<i>Syntomus truncatellus</i>	(Linnaeus, 1761)	KI	ow	tL	4	104	157
<i>Synuchus vivalis</i>	(Illiger, 1798)	eu	ow	vtL	0	3	12
<i>Trechus obtusus</i>	Erichson, 1837	U	ow	fL	3	28	29
<i>Trechus quadristriatus</i>	(Schränk, 1781)	KA	o+	vtL	5	6	3

Die Laufkäferzönose des Untersuchungsgebiets wird mit einem Individuenanteil von 83,6% stark durch Arten mit Schwerpunktorkommen in offenen Lebensräumen (Waldbindungskürzel o, o+) geprägt (Abbildung 176, rechte Grafik). Es dominieren mit *Harpalus griseus* (1.684 Individuen), *Calathus cinctus* (1.482), *Amara spreta* (1.068) drei psammophile Arten bei einem Individuenanteil von 43% deutlich. Ergänzt wird dieses Trio der individuenstarken Sandarten durch *Harpalus rufipes*, einem anspruchslosen Vertreter der klassischen mitteleuropäischen Ackerfauna. Waldarten im engen Sinn (Waldbindungskürzel w+, w, wg) sind mit 5,6% der Individuen nur geringfügig vertreten. Ihr Vorkommen beschränkt sich überwiegend auf die Wald- und Heckenstandorte. Hinsichtlich des Feuchteanspruches der Laufkäferarten ergibt sich folgendes Bild (siehe Abbildung 176, linke Grafik). Mit einem Individuenanteil von 81,9% stellen Vertreter mit Schwerpunktorkommen in eher trockenen Lebensräumen. 14,6% der nachgewiesenen Individuen repräsentieren sogar Arten, die ihr Schwerpunktorkommen in ausgesprochen trockenen Lebensräumen haben. Arten mittelfeuchter

Lebensräume stellen 8,5% der Individuen und werden individuenmäßig noch von Arten mit Schwerpunkt vorkommen in eher feuchten bis nassen Habitaten (9,3%) übertroffen.

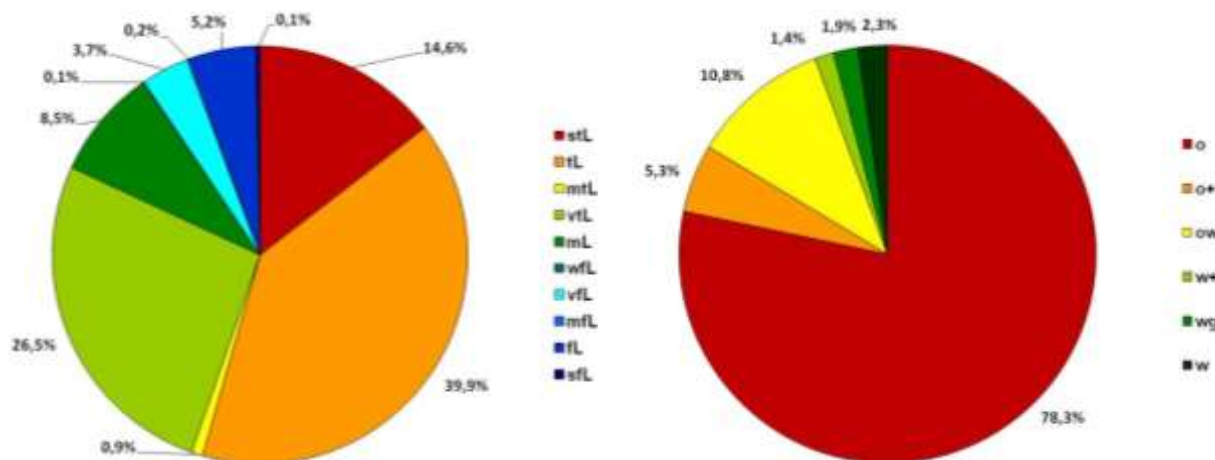


Abbildung 176: Feuchtigkeitsanspruch und Lebensraumbindung der Laufkäfer bezüglich der Verteilung der Individuen (Untersuchungsjahre 2011 und 2012).

Die Spinnenzönosen der einzelnen Untersuchungsflächen lassen sich mithilfe der Waldbindung charakterisieren und unterscheiden (siehe Abbildung 177). Die Flächen A, C und I (Wald bzw. Hecke) werden stark (ca. 40 bis 80%) von Waldarten im engen Sinn (Kürzel w+, w) dominiert. In allen übrigen Flächen haben diese Arten in der Regel einen Anteil von ca. 1%. Nur im Grünland, an das ein Gehölzriegel angrenzt, werden bis 10% erreicht – ohne dass für die Energiepflanzenflächen eine Tendenz der Zunahme von 2011 auf 2012 erkennbar ist. Die Anteile der reinen Offenlandarten (o) und der Arten mit Schwerpunkt im Offenland (o+) liegen, mit Ausnahme der Energiepflanzenflächen, in beiden Jahren im normalen Schwankungsbereich. Ähnlich wie bei der Clusteranalyse (s. unten), zeigt diese Auswertung für die Energiepflanzenflächen eine deutliche Entwicklung von 2011 zu 2012. Interessanterweise nimmt der Anteil der reinen Offenlandarten von knapp 5% auf gut 30% zu. Dies ist an der veränderten Dominanzstruktur 2012 erklärbar (vgl. Tabelle 131 und Tabelle 132 in der Diskussion). Es konnten sich im Jahr 2012, auch unter dem wachsenden Energieholz, zuerst reine Offenlandarten deutlich vermehren.

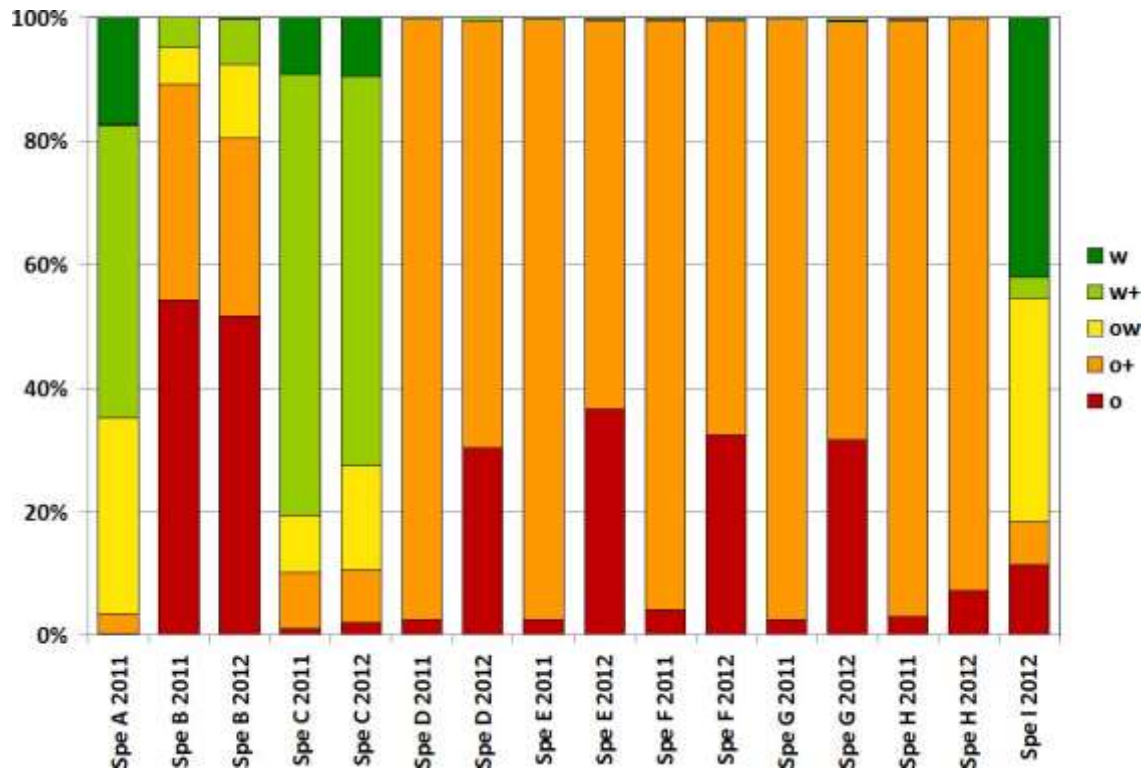


Abbildung 177: Waldbindung der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen pro Untersuchungsfläche und Jahr.

Die nachgewiesenen Spinnenarten werden zusammen mit dazugehörigen ökologischen Informationen in Tabelle 125 aufgeführt. Eine Übersicht der Verteilung der Arten und Individuen auf die einzelnen Probeflächen ist im Anhang.

Tabelle 125: Spinnenarten in Spelle. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang.

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	RL NiSa	Öt	AT	ST	GrKIPa	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
Segestriidae															
<i>Segestria senoculata</i>	(Linnaeus, 1758)	w	sh			(w),arb,R	II	3-4	3	4	P	P-A	C-S	2	1
Dysderidae															
<i>Harpactea rubicunda</i>	(C. L. Koch, 1838)	w+	h			(x)(w)	IV	0-1	4	4	E+	P-C	C-A	J	
Mimetidae															
<i>Ero furcata</i>	(Villers, 1789)	w	sh			(w)	IV	1-4	2	2	P	P-M	C-S	J	1
Nesticidae															
<i>Nesticus cellulanus</i>	(Clerck, 1757)	o+	h			syn,trog	I	3-4	3	2	H	P-M	C-A		J
Theridiidae															
<i>Crustulina guttata</i>	(Wider, 1834)	ow	h			(x)	II	1-2	1	1	P	P-S	C-S		1
<i>Enoplognatha mordax</i>	(Thorell, 1875)	o	mh	G	3	x	VI	1	2	3	E+	P	C-S		2
<i>Enoplognatha ovata</i>	(Clerck, 1757)	w+	sh			(w),arb	VII	2-4	2	3	H	P-S	C-D	1	1
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(Hahn, 1833)	o+	sh			(x)(w)	VII	1	2	2	H	P-S	C-D	9	6
<i>Euryopis flavomaculata</i>	(C. L. Koch, 1836)	o+	sh			(x)(w)	VII	1-2	2	2	P	P-S	C-S	15	5
<i>Robertus lividus</i>	(Blackwall, 1836)	w+	sh			(w)	IV	1-2	2	2	H	P-N	C-S	21	25
Linyphiidae															
<i>Agyneta conigera</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)	w	h			w	VII	1-3	2	1	P	P-S	C-S	20	7
<i>Araeoncus humilis</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh			(x)	V	1	1	1	E+	P-K	C-D	312	612
<i>Bathypantes approximatus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	sh			h(w)	II	1-2	2	1	E+	P-K	C-S	2	4
<i>Bathypantes gracilis</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh			eu	V	1-2	2	1	H	P-S	C-D	78	415
<i>Bathypantes parvulus</i>	(Westring, 1851)	ow	sh			eu	VII	1-2	2	1	E-	P-K	C-S	4	14
<i>Centromerita bicolor</i>	(Blackwall, 1833)	o+	sh			eu	III	1-2	2	2	E	P-M	C-D	32	106
<i>Centromerus incilium</i>	(L. Koch, 1881)	w+	h			(x)w	VIII	1	2	1	E	P-M	C-S		1
<i>Centromerus prudens</i>	(O. P.-Cambridge, 1873)	w+	mh			(x)(w)	III	1	2	1	E+	P-K	C	2	1
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(Blackwall, 1841)	w+	sh			(h)(w)	III	1-3	2	2	H	P-A	C-D	80	104
<i>Ceratinella brevipes</i>	(Westring, 1851)	o+	h			h	II	1	1	1	E+	P-N	C-S		1
<i>Ceratinella brevis</i>	(Wider, 1834)	w+	sh			w	IV	1	2	1	P	P-N	C-S	2	6
<i>Ceratinella scabrosa</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	w	h		3	(h)w	VIIa	1	2	1	E+	P-S	C-S	44	59
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	(Blackwall, 1834)	o+	sh			eu	VII	1-2	1	1	P	P-M	C-S	2	6
<i>Collinsia inerrans</i>	(O. P.-Cambridge, 1885)	o	mh			eu	II	1-2	2	1	P	P-S	C-A	197	4013
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	Locket, 1962	o+	sh			eu	IV	1	2	1	E-	P-M	C-D	18	48
<i>Diplocephalus latifrons</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)	w+	sh			(w)	IV	1	1	1	E+	P-S	C-S		3
<i>Diplocephalus picinus</i>	(Blackwall, 1841)	w+	sh			(x)w	VII	1	1	1	E+	P-S	C-S	145	250
<i>Diplostyla concolor</i>	(Wider, 1834)	ow	sh			(h)(w)	II	1-2	2	1	H	P-S	C-S	99	316
<i>Drapetisca socialis</i>	(Sundevall, 1833)	w	sh			w,arb,R	VIIb	1-4	2	2	P	P-S	C-S	3	1
<i>Entelecara acuminata</i>	(Wider, 1834)	w	h			(x)w,arb	VII	2-3	2	1	H	P-M	C-S	1	
<i>Erigone arctica maritima</i>	Kulczynski, 1902	o	s			(h)	II	1	2	2	E-	P	C-D	1	4
<i>Erigone atra</i>	Blackwall, 1833	o+	sh			eu	II	1	2	1	H	P-N	C-D	1127	4556
<i>Erigone dentipalpis</i>	(Wider, 1834)	o+	sh			eu	II	1	2	1	H	P-A	C-D	1205	1910
<i>Erigone longipalpis</i>	(Sundevall, 1830)	o	mh			(x)	II	1	2	2	P	P	C-D	31	21
<i>Erigonella hiemalis</i>	(Blackwall, 1841)	ow	sh			(h)(w)	VIIa	1	1	1	E-	P-S	C-S	1	
<i>Floronia bucculenta</i>	(Clerck, 1757)	o+	h			h(w)	VIIb	1-2	2	3	P	P-S	C-S	1	
<i>Gnathonarium dentatum</i>	(Wider, 1834)	o+	h			h	II	1-2	2	1	P	P-C	C-S		2
<i>Gonaton rubens</i>	(Blackwall, 1833)	w+	sh			(x)w	III	1-2	2	2	P	P-A	C	1	3
<i>Gongylidiellum latebricola</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	w+	sh			(w)	II	1	1	1	E	P-M	C-S		10
<i>Gongylidium rufipes</i>	(Linnaeus, 1758)	o+	sh			(h)(w)	VI	1-4	2	2	P	P-K	C-S	9	35
<i>Lepthyphantes minutus</i>	(Blackwall, 1833)	w	h			w,arb,R	VIIb	1-4	2	2	H	P-K	C-S	1	
<i>Leptorhoptrum robustum</i>	(Westring, 1851)	o+	h			h(w)	II	1-2	2	2	H	P-N	C-S	3	13
<i>Linyphia hortensis</i>	Sundevall, 1830	w+	sh			w	VII	1-3	2	2	P	P-S	C-S	2	5
<i>Linyphia triangularis</i>	(Clerck, 1757)	w+	sh			(w)	VIIb	1-3	3	3	P	P-A	C-D	5	

Familie/Art	Autor	Widbind.	Bestand	RL DE	RL NiSa	Öt	AT	ST	GrKIPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
<i>Macrargus rufus</i>	(Wider, 1834)	w	sh			w	VIII	1-3	2	2	E	P-S	C-S	1	
<i>Maso sundevalli</i>	(Westring, 1851)	w+	sh			w	II	1-2	1	1	H	P-S	C-S	30	35
<i>Meioneta rurestris</i>	(C. L. Koch, 1836)	o+	sh			(x)	II	1	2	1	P	P-N	C-D	424	155
<i>Mermessus trilobatus</i>	(Emerton, 1882)	o+	h			eu	II	1-2	1	1	H	P-M	C-A	5	35
<i>Micrargus herbigradus</i>	(Blackwall, 1854)	w+	sh			(w)	V	1	2	1	P	P-S	C-S	32	25
<i>Micrargus subaequalis</i>	(Westring, 1851)	o+	sh			(x)(w)	VII	1-2	1	1	P	P-M	C-D	3	4
<i>Microlymphina pusilla</i>	(Sundevall, 1830)	o	sh			eu	VII	2	2	2	H	P-S	C-D		3
<i>Microneta viaria</i>	(Blackwall, 1841)	w+	sh			(h)w	V	1	2	1	H	P-A	C-S	50	19
<i>Minyriolus pusillus</i>	(Wider, 1834)	w+	h			(x)w	VIIa	1	1	1	P	P-S	C-S		8
<i>Mioxena blanda</i>	(Simon, 1884)	o	h			(x)	VIIb	0-1	1	1	E-	P-K	C-S		1
<i>Moebelia penicillata</i>	(Westring, 1851)	w	h			w,arb,R	I	3-4	1	1	E+	P-K	C-S	1	
<i>Neriere clathrata</i>	(Sundevall, 1830)	w+	sh			(w)	VI	1-2	2	2	H	P-M	C-S	7	20
<i>Oedothorax apicatus</i>	(Blackwall, 1850)	o+	sh			eu	II	1	2	1	P	P-K	C-D	8317	13549
<i>Oedothorax fuscus</i>	(Blackwall, 1834)	o+	sh			eu	VII	1	2	1	E+	P-K	C-D	36	201
<i>Oedothorax retusus</i>	(Westring, 1851)	o	sh			h	II	1	2	1	P	P-A	C-D	1	1397
<i>Ostearius melanopygius</i>	(O. P.-Cambridge, 1879)	o+	h			(x)	II	1	2	1	K	P-K	C-A	12	17
<i>Palliduphantes insignis</i>	(O. P.-Cambridge, 1913)	o	mh			(x)	II	1	2	1	E-	P-K	C-D	1	3
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	w+	sh			(h)(w),trog	V	1	2	1	E	P-A	C-S	35	38
<i>Pelecopsis parallela</i>	(Wider, 1834)	o	sh			(x)	IV	1-2	1	1	P	P-M	C-D	44	1730
<i>Pocadicnemis juncea</i>	Locket/Millidge, 1953	o	sh			(h)	VII	1	1	1	P	P-K	C-S	7	6
<i>Pocadicnemis pumila</i>	(Blackwall, 1841)	ow	sh			(x)	VII	1	1	1	H	P-M	C-S		44
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	sh			(x)	VII	0-1	2	1	E	P-M	C-D	2	
<i>Porrhomma microps</i>	(Roewer, 1931)	o+	mh		3/D	(h)(w),trog	II	0-1	2	1	E--	P-K	C-S	1	
<i>Porrhomma montanum</i>	Jackson, 1913	w+	s			(h)w	II	1	1	1	P	P-M	C	1	3
<i>Porrhomma pallidum</i>	Jackson, 1913	w	h			w	II	1-3	1	1	P	P-S	C-S	2	
<i>Porrhomma pygmaeum</i>	(Blackwall, 1834)	ow	sh			h(w)	II	0-1	1	1	P	P-M	C-S	1	
<i>Saariostoa abnormis</i>	(Blackwall, 1841)	w	sh			(h)w	VII	1	2	2	E-	P-M	C	4	8
<i>Silometopus reussi</i>	(Thorell, 1871)	o	h			(h)	VII	1	1	1	P	P-K	C-D	5	353
<i>Syedra gracilis</i>	(Menge, 1869)	w+	s		3	(w)	VI	1-3	1	1	E	P-S	C	1	
<i>Tallusia experta</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	o+	sh			(h)	III	1	2	2	P	P-M	C-S	2	
<i>Tapinocyba insecta</i>	(L. Koch, 1869)	w	sh			(w)	VIIa	1-3	1	1	E-	P-K	C-S	3	12
<i>Tapinocyba praecox</i>	(O. P.-Cambridge, 1873)	ow	h			(x)(w)	III	1	1	1	E--	P-M	C-S	3	
<i>Tapinopa longidens</i>	(Wider, 1834)	w+	h			w	VIIb	1-2	2	2	E+	P-M	C-S	2	
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(Blackwall, 1854)	w	sh			w	II	1-3	2	1	E+	P-M	C-S	89	23
<i>Tenuiphantes mengei</i>	(Kulczynski, 1887)	ow	sh			(h)(w)	V	1	1	1	P	P-S	C-S		1
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(Blackwall, 1852)	o+	sh			(x)	VII	1	2	1	E+	P-M	C-D	282	403
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(Bertkau, 1890)	w	sh			(h)w	II	1-3	2	1	E	P-S	C		1
<i>Tiso vagans</i>	(Blackwall, 1834)	o+	sh			(h)	V	1-2	2	1	E	P-A	C-D	4	18
<i>Troxochrus scabriculus</i>	(Westring, 1851)	o	sh			eu	VII	1	1	1	E+	P-M	C-D	12	112
<i>Walckenaeria acuminata</i>	Blackwall, 1833	w+	sh			(w)	III	1	2	2	E+	P-S	C-S	2	4
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(O. P.-Cambridge, 1878)	w+	sh			(w)	VII	1-3	2	1	H	P-M	C-S	35	140
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(C. L. Koch, 1836)	w	sh			w	IV	1-3	2	1	P	P-S	C-S	7	18
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(Wider, 1834)	w+	sh			w	VIIa	1-2	1	1	P	P-S	C-S	13	5
<i>Walckenaeria furcillata</i>	(Menge, 1869)	w+	sh			(x)(w)	VII	1	2	1	E+	P-S	C-S	2	10
<i>Walckenaeria incisa</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	ow	s	G	G	(h)w	VIIa	1	2	2	E--	P	C-S	2	3
<i>Walckenaeria obtusa</i>	Blackwall, 1836	w+	sh			w	III	1	2	2	E-	P-S	C-S	4	8
<i>Walckenaeria unicornis</i>	O. P.-Cambridge, 1861	o	sh			(h)	IV	1	2	1	E+	P-K	C-S		1
Tetragnathidae															
<i>Metellina mengei</i>	(Blackwall, 1870)	w+	sh			(h)w	IV	2-3	3	2	E	P-S	C-S	1	1
<i>Metellina segmentata</i>	(Clerck, 1757)	w+	sh			(h)(w)	IV	2-4	3	3	P	P-S	C-D		1

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	RL NiSa	Öt	AT	ST	GrKIPla	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
<i>Pachygnatha clercki</i>	Sundevall, 1823	o	sh			h	II	1	3	3	H	P-M	C-D	11	286
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Sundevall, 1830	o	sh			eu	II	1	2	2	P	P-S	C-D	86	549
<i>Tetragnatha extensa</i>	(Linnaeus, 1758)	o+	sh			h	VII	2-3	3	3	H	P-S	C-S		1
Araneidae															
<i>Araneus diadematus</i>	Clerck, 1757	w+	sh			(w),arb	VII	2-3	4	4	H	P-N	C-A		1
<i>Araniella cucurbitina</i>	(Clerck, 1757)	w+	sh			(w),arb	VII	2-5	3	3	P	P-A	C-D	1	
<i>Cercidia prominens</i>	(Westring, 1851)	ow	h			h(w)	VII	1-2	2	2	H	P-M	C-S		1
<i>Nuctenea umbratica</i>	(Clerck, 1757)	w+	sh			w,arb,R,syn	VII	3-4	4	4	P	P-M	C-A		1
Lycosidae															
<i>Alopecosa cuneata</i>	(Clerck, 1757)	o	sh			x	VIIa	1	3	4	P	P-A	C-D	153	202
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh			eu	VII	1	3	4	P	P-A	C-D	29	81
<i>Arctosa leopardus</i>	(Sundevall, 1833)	o+	h			h	VIIa	1	3	4	P	P-S	C-S	1	2
<i>Arctosa perita</i>	(Latreille, 1799)	o	mh	V	3	x	IV	1	3	4	H	P-C	C-S	2	27
<i>Pardosa amentata</i>	(Clerck, 1757)	ow	sh			h(w)	VII	1-2	3	3	P	P-A	C-D	8	67
<i>Pardosa lugubris</i>	(Walckenaer, 1802)	w+	sh			(w)	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	202	851
<i>Pardosa palustris</i>	(Linnaeus, 1758)	o+	sh			eu	VII	1	3	3	H	P-S	C-D	22	239
<i>Pardosa prativaga</i>	(L. Koch, 1870)	o	sh			eu	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	151	266
<i>Pardosa proxima</i>	(C. L. Koch, 1847)	o	ss	3	2	(x)	VII	1	3	3	P	P	C-S	1	
<i>Pardosa saltans</i>	Töpfer-Hofmann, 2000	w+	sh		D	(x)w	VII	1	3	3	E-	P-M	C-S	4	1
<i>Pirata piraticus</i>	(Clerck, 1757)	o	sh			h	VII	1	3	3	H	P-A	C-S	1	3
<i>Pirata uliginosus</i>	(Thorell, 1856)	ow	h			h	VII	1	3	3	E+	P-M	C		14
<i>Piratula hygrophila</i>	(Thorell, 1872)	ow	sh			h(w)	VII	1	3	3	P	P-M	C-S	68	46
<i>Piratula latitans</i>	(Blackwall, 1841)	o+	sh			(h)	VI	1	2	3	E+	P-M	C-S	1	
<i>Trochosa ruficollis</i>	(De Geer, 1778)	o	sh			eu	IV	1	4	4	H	P-M	C-D	45	134
<i>Trochosa spinipalpis</i>	(F. O. P.-Cambridge, 1895)	o	sh			h	IV	1	3	4	P	P-M	C-S	1	
<i>Trochosa terricola</i>	Thorell, 1856	ow	sh			(x)(w)	IV	1	4	4	H	P-A	C-D	116	103
<i>Xerolycosa miniata</i>	(C. L. Koch, 1834)	o	sh		G	(x)	VII	1	3	3	P	P-K	C-S	52	51
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	(Westring, 1861)	w+	sh			(x)(w)	VII	1	3	3	P	P-S	C-S	1	8
Pisauridae															
<i>Pisaura mirabilis</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh			eu	VI	1-2	4	4	P	P-N	C-D	6	2
Zoridae															
<i>Zora silvestris</i>	Kulczynski, 1897	o+	h			(x)(w)	VII	1	2	2	E+	P-M	C-S		9
<i>Zora spinimana</i>	(Sundevall, 1833)	ow	sh			eu	II	1-3	2	3	P	P-S	C-D	7	20
Agelenidae															
<i>Malthonica silvestris</i>	(L. Koch, 1872)	w+	sh			w,trog	II	0-4	3	3	E	P-A	C-S	1	3
<i>Tegenaria agrestis</i>	(Walckenaer, 1802)	o	h			eu	VII	1	4	4	H	P-C	C-D	2	3
<i>Tegenaria atrica</i>	C. L. Koch, 1843	o	sh			syn,trog	VIIb	0-4	5	4	E	P-S	C-A	1	
<i>Textrix denticulata</i>	(Olivier, 1789)	ow	mh			x,R	VII	1-4	3	3	E-	P-S	C	2	
Hahniidae															
<i>Cryphoeca silvicola</i>	(C.L. Koch, 1834)	w	h			w	V	1-3	2	1	P	P-S	C-S	3	
<i>Hahnio helveola</i>	Simon, 1875	w+	h			(x)w	III	1	1	1	E-	P-K	C-S	2	
<i>Hahnio montana</i>	(Blackwall, 1841)	w+	h			(h)w	VII	1	1	1	E-	P-M	C-S	48	23
Dictynidae															
<i>Cicurina cicur</i>	(Fabricius, 1793)	ow	sh			(h)(w)	III	0-3	3	3	E+	P-S	C-D	1	2
<i>Dictyna uncinata</i>	Thorell, 1856	w+	h			(x)w,arb	VII	2-3	2	1	P	P-M	C-D		1
<i>Lathys humilis</i>	(Blackwall, 1855)	w+	h			(w),arb	VI	2-5	2	1	P	P-K	C	1	
Anyphaenidae															
<i>Anyphaena accentuata</i>	(Walckenaer, 1802)	w+	sh			(w),arb	VII	3-5	3	3	E+	P-M	C-S	3	1
Liocranidae															
<i>Agroeca brunnea</i>	(Blackwall, 1833)	w+	sh			(w)	IV	1-2	3	3	P	P-M	C-S	34	7

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	RL NiSa	Öt	AT	ST	GrKIPa	GrKIRuz	V	Hö	Orig	2011	2012
Clubionidae															
<i>Clubiona compta</i>	C. L. Koch, 1839	w+	sh			w	VIIa	1-3	3	2	E+	P-M	C-S	11	6
<i>Clubiona lutescens</i>	Westring, 1851	ow	sh			h(w)	VI	1-4	3	3	H	P-M	C-D	4	1
<i>Clubiona neglecta</i>	O. P.-Cambridge, 1862	o	sh			x	VII	1-3	3	3	P	P-S	C-S	2	
<i>Clubiona pallidula</i>	(Clerck, 1757)	w	sh			(w),arb	VII	3-4	3	4	H	P-S	C-S	2	2
<i>Clubiona phragmitis</i>	C. L. Koch, 1843	o	sh			h	II	1-2	4	4	P	P-C	C-S	2	
<i>Clubiona reclusa</i>	O. P.-Cambridge, 1863	o	sh			eu	VII	1-2	3	3	P	P-S	C-S	2	3
<i>Clubiona terrestris</i>	Westring, 1851	w+	sh			(w)	II	1	3	3	E-	P-S	C-S	9	8
Corinnidae															
<i>Phrurolithus festivus</i>	(C. L. Koch, 1835)	o+	sh			eu	VII	1	2	1	P	P-S	C-S	12	82
Gnaphosidae															
<i>Drassodes pubescens</i>	(Thorell, 1856)	o+	sh			x	VII	0-1	3	3	P	P-N	C-S	5	3
<i>Drassyllus pusillus</i>	(C. L. Koch, 1833)	o+	sh			(x)	VII	1	2	2	P	P-M	C-D	46	47
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(Blackwall, 1833)	w	sh			(x)w	VII	1	3	4	E	P-M	C-S	7	7
<i>Haplodrassus umbratilis</i>	(L. Koch, 1866)	ow	sh			(x)(w)	VIIa	1	3	3	P	P-S	C-S		7
<i>Micaria pulicaria</i>	(Sundevall, 1831)	o+	sh			eu	VII	0-1	2	2	H	P-A	C-S	19	29
<i>Trachyzelotes pedestris</i>	(C. L. Koch, 1837)	o+	h		D	x	VII	1	3	3	E+	P-K	C-S	2	3
<i>Zelotes clivicola</i>	(L. Koch, 1870)	w	h			(x)w	VIIa	1	3	3	E	P-N	C-S		21
<i>Zelotes electus</i>	(C. L. Koch, 1839)	o	h			x	VIIa	1	3	2	E+	P-M	C-S	13	10
<i>Zelotes latreillei</i>	(Simon, 1878)	o+	sh			(x)	IV	1	3	3	P	P-M	C-D	11	13
<i>Zelotes petrensis</i>	(C. L. Koch, 1839)	o+	sh		G	x	IV	1	3	3	P	P-S	C-S		2
<i>Zelotes subterraneus</i>	(C. L. Koch, 1833)	w+	sh			(w)	IV	0-1	3	3	P	P-M	C-D	8	107
Philodromidae															
<i>Philodromus albidus</i>	Kulczynski, 1911	w+	h			(w),arb	VII	2-3	2	2	E-	P-M	C-D	1	
Thomisidae															
<i>Diaea dorsata</i>	(Fabricius, 1777)	w	sh			w,arb	VI	2-5	3	3	P	P-M	C-S	1	
<i>Ozyptila praticola</i>	(C. L. Koch, 1837)	w+	sh			(w)	VII	1	2	2	H	P-M	C-S	267	223
<i>Xysticus cristatus</i>	(Clerck, 1757)	o+	sh			x	VI	1-3	3	3	P	P-A	C-D	100	117
<i>Xysticus kochi</i>	Thorell, 1872	o	sh			eu	VII	1-3	3	3	P	P-A	C-D	6	24
<i>Xysticus ulmi</i>	(Hahn, 1831)	o+	sh			h	VIIa	2	3	3	P	P-S	C-S	1	
Salticidae															
<i>Ballus chalybeius</i>	(Walckenaer, 1802)	w+	h			(w),arb	VII	1-5	2	2	E+	P-M	C-S		J
<i>Euophrys frontalis</i>	(Walckenaer, 1802)	ow	sh			(x)(w)	VII	1-2	2	2	P	P-A	C-S	24	37
<i>Evarcha falcata</i>	(Clerck, 1757)	ow	sh			(x)(w)	II	1-3	3	3	P	P-M	C-S		1
<i>Heliophanus flavipes</i>	(Hahn, 1832)	o+	sh			x	VIIa	1-2	2	3	P	P-S	C-S	1	
<i>Neon reticulatus</i>	(Blackwall, 1853)	w	sh			w	II	1	2	1	H	P-S	C-S	5	2
<i>Phlegra fasciata</i>	(Hahn, 1826)	o+	sh		3	(x)	VII	1	3	3	P	P-A	C-S		2
<i>Sibianor laeae</i>	Logunov, 2001	o	ss	D		h	VII	1-2	2	2	P	P-M	C-S		1
Artenzahl (inkl. juv.)														136	135
Artenzahl (nur adulte)														134	133

Die Spinnenzönose des Untersuchungsgebiets wird mit einem Individuenanteil von 91% stark durch Arten mit Schwerpunktorkommen in offenen Lebensräumen (Lebensraumkürzel o, o+) geprägt (siehe Abbildung 178 rechts). Die Dominanzverhältnisse sind sehr heterogen: die häufigste Art macht alleine fast die Hälfte aller gefangenen adulten Spinnen aus (*Oedothorax apicatus* 44,3%); zusammen mit den dann folgenden fünf Arten, *Erigone atra* 11,5%, *Collinsia inerrans* 8,5%, *Erigone dentipalpis* 6,3%, *Pelecopsis parallela* 3,6%, *Oedothorax retusus* 2,8%) macht das 77% der adulten Individuen aus – alle sechs Arten gehören zu den Linyphiiden und haben ihren Schwerpunkt im Offenland (o, o+). Waldarten im engen Sinn (Waldbindungskürzel w+, w) sind mit knapp 7% der Individuen deutlich schwächer vertreten. Ihr Vorkommen beschränkt sich vor allem auf die Wald- und Heckenstandorte und sie dringen nur als Einzelindividuen in die Offenlandlebensräume (inkl. der jungen Energieholzbestände!) vor. Einzige nennenswerte Ausnahme ist die laufaktive Wolfspinnenart

Pardosa lugubris (die siebthäufigste Art mit 2,1%), die sowohl im Grünlandbereich (an das Strauchstreifen angrenzen) als auch auf den Energieholzflächen Spe D und Spe E im Jahr 2012 mit jeweils mindestens 10 Exemplaren gefangen wurde.

Hinsichtlich des Bestandes der Spinnenarten in Deutschland dominieren die sehr häufigen und häufigen Arten mit knapp 92% (siehe Abbildung 178 links). Die individuenreichste der mäßig häufigen Arten (*Collinsia inerrans* 8,5%) sorgt fast alleine für den Anteil der mäßig häufigen Arten (8,7%) – im Jahr 2012 wurde sie deutlich häufiger gefangen als im Jahr 2011 (4.013:197 Exempl.). Lediglich sechs Taxa sind deutschlandweit selten oder sehr selten und machen zusammen mit 17 Exemplaren unter 0,1% der Individuen aus (vgl. unten: Besprechung von seltenen und gefährdeten Arten).

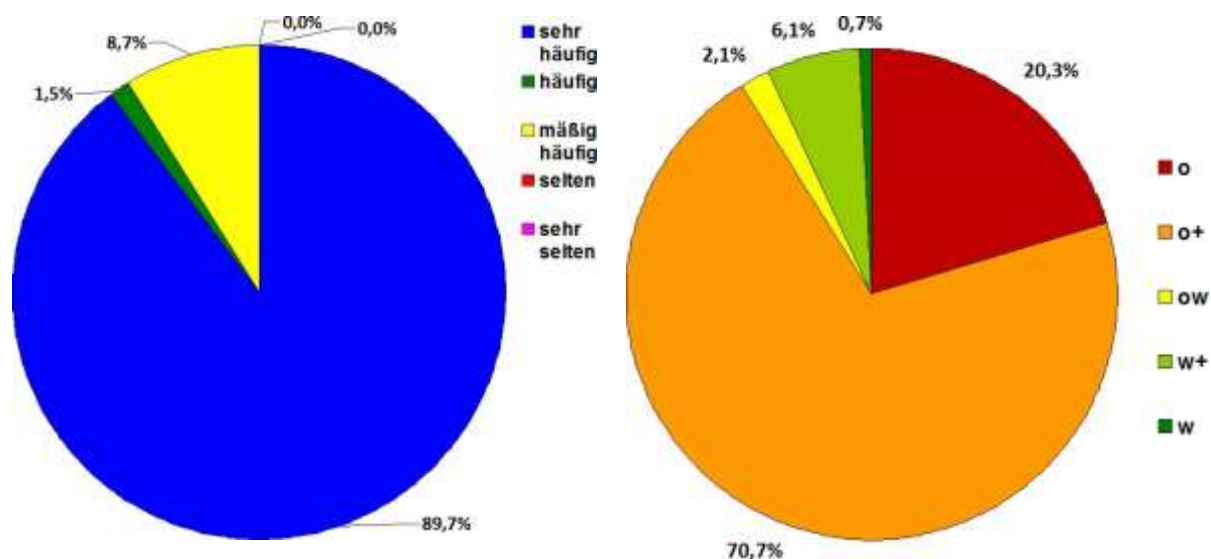


Abbildung 178: Bestand in Deutschland (links) und Waldbindung (rechts) der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen (Spelle: Untersuchungsjahre 2011 und 2012 zusammen).

Rote Liste und Gefährdung

In beiden Untersuchungsjahren wurden sechs Laufkäferarten nachgewiesen, denen eine Gefährdungskategorie (2, 3) zugeordnet wird (Assmann et al. 2003). Eine weitere Art wird in der Vorwarnliste Niedersachsens geführt (siehe Tabelle 126). Besonders bemerkenswert sind die Nachweise der landesweit stark gefährdeten Arten *Harpalus calceatus* (Spe C, E, G), *Harpalus froelichii* (Spe D, F, G) und *Masoreus wetterhallii* (Spe B, F).

Tabelle 126: Laufkäferarten der Roten Listen Deutschlands und Niedersachsens. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, NI = Niedersachsen, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, + Vorkommen bekannt.

Arten	RL DE	RL NI	Spe B 2011	Spe B 2012	Spe C 2011	Spe C 2012	Spe D 2011	Spe D 2012	Spe E 2011	Spe E 2012	Spe F 2011	Spe F 2012	Spe G 2011	Spe G 2012	Spe H 2011	Spe H 2012
<i>Calosoma inquisitor</i>	3					1										
<i>Chlaenius nigricornis</i>		V		1												
<i>Dyschirius politus</i>		3												1		
<i>Harpalus calceatus</i>		2			1				1				1			
<i>Harpalus froelichii</i>		2						1				5	2	4		
<i>Harpalus griseus</i>		3		3	1	2	74	303	75	310	16	163	257	409	61	10
<i>Masoreus wetterhallii</i>		2	22	3							1					

Die Entwicklung der Bestände gefährdeter und in den Vorwarnlisten geführten Arten ist vor allem in den Untersuchungsflächen mit Energiepflanzenanbau von Interesse. Genau vorgestellt werden vier Arten. Ausgewählt wurden Arten, die im Untersuchungsgebiet weit verbreitet sind oder individuenreich vorkommen, bzw. besonders bemerkenswerte Arten mit Nachweisen von mehr als einem Individuum in mehreren Flächen.

Harpalus calceatus (RL NI = 2) wurde nur 2011 in drei Untersuchungsflächen jeweils in einem Einzeltier nachgewiesen (Spe C, E, G).

Harpalus froelichii (RL NI = 2) wurde in drei Untersuchungsflächen beobachtet (Spe D, F, G). 2011 erfolgte der Nachweis von zwei Individuen alleine in der Fläche Spe G. 2012 wurden neben einem erneuten Nachweis in der Fläche G die Art in zwei weiteren Flächen (Spe D – 1 Individuum, Spe F – 5 Individuen) registriert.

Harpalus griseus (RL NI = 3) ist im gesamten Untersuchungsgebiet, außer in den Waldhabitaten, verbreitet. Die Art kommt vor allem in den Flächen mit Agrarholz (Spe D, E, F) sowie dem Vorgewende (Spe G) individuenreich vor. Es ist zudem die einzige Rote-Liste-Art, von der es Nachweise aus der Vergleichsfläche Spe H, dem Maisacker, gibt. Bemerkenswert ist die Zunahme der Aktivitätsdichte in den Flächen mit Agrarholznutzung. Hier konnten von 2011 auf 2012 Steigerungen der Aktivität um den Faktor 4 (Spe D, E) bzw. dem Faktor 10 (Spe F) beobachtet werden. Im Vorgewende (Spe G) kam es zu einer Steigerung der Aktivität um den Faktor 1,6. Auf dem Maisacker nahm die Aktivität der Art dagegen um den Faktor 6 ab.

Masoreus wetterhallii (RL NI = 2) wurde in hohen Individuenzahlen nur 2011 in den mageren Grünlandbereichen mit offenen Rohbodenanteilen entlang der Giegel Aa (Spe B – 22 Individuen) nachgewiesen. 2012 wurden in derselben Fläche nur 1/7 der Individuen gefangen. Im restlichen Untersuchungsgebiet erfolgte nur ein Einzelnachweis im Jahr 2011 in der Fläche F.

Nur im ersten Untersuchungsjahr (2011) wurde eine deutschlandweit gefährdete (Kat. 3) Spinnenart nachgewiesen (*Pardosa proxima*) und zwei Spinnenarten, für die eine Gefährdung anzunehmen ist (G). Weitere zwei Arten sind in der Vorwarnstufe (V) und eine in der Kategorie D (Daten defizitär) (siehe Tabelle 127). Sechs bundesweit seltene Arten wurden nachgewiesen. Bei Finch (2004) ist eine

der Arten nicht für Niedersachsen genannt und somit ist der Fund von *Sibianor laeae* ein Neunachweis für Niedersachsen. Bezüglich der Roten Liste Niedersachsens wurde eine stark gefährdete Art, fünf gefährdete Arten, drei Arten der Stufe G und eine der Stufe D nachgewiesen sowie eine Art die im Jahr 2004 noch unter zwei verschiedenen Namen bekannt war, die mittlerweile synonymisiert wurden (*Porrhomma microps* und *P. lativelum*, erstere war als D und letztere als 3 eingestuft).

Die höchste Anzahl seltener bzw. Arten der Roten Liste Deutschlands wurde auf den Flächen Spe C (Hecke) in beiden Jahren, Spe B (Grünland) und Spe E (Energieholzstreifen) jeweils im Jahr 2012 erfasst (jeweils 4 der insgesamt 14 bemerkenswerten Arten). Drei bemerkenswerte Arten wurden auf den Flächen Spe B (Grünland) im Jahr 2011, Spe D (Energieholzstreifen) und Spe I (lichter Wald) jeweils im Jahr 2012 gefangen. Auf den 1- bis 2-jährigen Energiepflanzenflächen wurden zwischen 1 und 4 der Arten nachgewiesen.

Tabelle 127: Spinnenarten der Roten Listen Deutschlands und Niedersachsens sowie seltene Arten.
Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, NiSa = Niedersachsen; 3 = gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, V = Vorwarnstufe, D = Daten defizitär; s = selten, ss = sehr selten.

Arten	RL DE	RL NiSa	selten in DE	Spe A 2011	Spe B 2011	Spe B 2012	Spe C 2011	Spe C 2012	Spe D 2011	Spe D 2012	Spe E 2011	Spe E 2012	Spe F 2011	Spe F 2012	Spe G 2011	Spe G 2012	Spe H 2011	Spe H 2012	Spe I 2012
<i>Arctosa perita</i>	V	3			1			1J	1	6, 7J		4	1J	5, 1J		12, 15J			
<i>Ceratinella scabrosa</i>		3					44	58											1
<i>Enoplognatha mordax</i>	G	3								2									
<i>Erigone arctica maritima</i>			s							1		1	1	2					
<i>Pardosa proxima</i>	3	2	ss												1				
<i>Phlegra fasciata</i>		3				2													
<i>Porrhomma microps</i>		3/D													1				
<i>Porrhomma montanum</i>			s				1	3											
<i>Sibianor laeae</i>	D	neu	ss			1													
<i>Syedra gracilis</i>		3	s														1		
<i>Trachyzelotes pedestris</i>		D		1	1	3													
<i>Walckenaeria incisa</i>	G	G	s				2	1				1							1
<i>Xerolycosa miniata</i>		G			51	46	J				1	1							
<i>Zelotes petrensis</i>		G																	2
Artensumme	5	12	6	1	3	4	4	4	1	3	1	4	2	2	2	1	1	0	3

Bemerkenswerte Spinnenarten wurden in allen Untersuchungsflächen nachgewiesen. Deren Entwicklung ist vor allem in den Untersuchungsflächen mit Energiepflanzenanbau von Interesse. Genau vorgestellt werden fünf Arten. Ausgewählt wurden die fünf deutschlandweit auf der Roten Liste eingestuften Arten, darunter sind auch die beiden deutschlandweit sehr seltenen Arten und der Neunachweis für Niedersachsen.



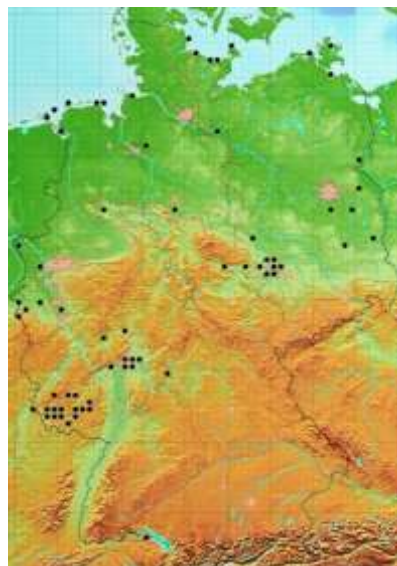
Pardosa proxima



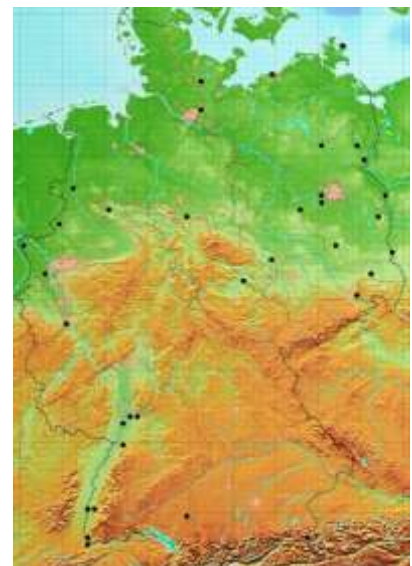
Sibianor laeae



Arctosa perita



Enoplognatha mordax



Walckenaeria incisa

Abbildung 179: Nachweise von 5 seltenen bzw. gefährdeten Spinnenarten in Deutschland (Staudt 2013, Stand 20.5.2013).

Pardosa proxima (RL DE 3, RL NiSa 2, sehr selten in DE, siehe Abbildung 179 oben links) wurde bisher erst einmal in Niedersachsen nachgewiesen (Fund nicht auf der Karte, vgl. Finch 2004) und erst vor gut 10 Jahren erstmals aus Nordwestdeutschland gemeldet (Kreuels 2001). Der vorliegende Nachweis eines Männchens im Blühstreifen (Spe G) im Mai 2011 ist somit der zweite Fund für das Bundesland. Diese Art dringt aus Süd- und Westeuropa nach Deutschland vor. Im Rahmen von Untersuchungen in der NW-Schweiz wurde eine mögliche Förderung durch biologischen Landbau

vermutet (Blick unpubl. Bericht). Es ist eine reine Offenlandart, die durch das Brachfallen nach der Ackernutzung bzw. eine extensive Nutzung gefördert werden kann und die im Bereich des Aufwuchses von Bäumen keinen dauerhaften Lebensraum finden kann. Ob sie im Vorgewende/Blühstreifen oder nach der Ernte auf den Energieholzflächen vorkommen kann, können nur künftige Untersuchungen zeigen.

Sibianor larae (RL DE D, neu für NiSa, sehr selten in DE, siehe Abbildung 179 oben rechts) wird erst seit gut 10 Jahren von ihren Schwesterarten *S. aurocinctus* und *S. tantulus* unterschieden (Logunov 2001). Man dachte zuerst sie wäre auf Nordeuropa, den Ural und Sibirien beschränkt; mittlerweile liegen aber auch Nachweise aus Mitteleuropa vor (Belgien, Tschechien, Deutschland: Kielhorn 2010). Im Gegensatz zu ihren Schwesterarten tendiert *S. larae* zu höherer Feuchte in ihrem Lebensraum. Wie künftig ihre Häufigkeit und ihr Rote-Liste-Status sein werden, bleibt abzuwarten. In Spelle wurde im Mai 2012 ein Männchen im Grünlandstreifen an der Giegel Aa gefangen (Spe B).

Arctosa perita (RL DE V, RL NiSa 3, siehe Abbildung 179 unten links) wurde 2011 in drei Flächen (B, D, F) mit je einem Exemplaren gefangen und wurde im Jahr 2012 deutlich zahlreicher mit 38 Exemplaren auf fünf Flächen (C, D, E, F, G) mit insgesamt 50 Exemplaren erfasst (vgl. Tabelle 116, inkl. = Jungspinnen). *A. perita* ist an Sandbereiche mit offenen Stellen gebunden (Blick 2000). Intensive Nutzung toleriert sie ebenso wenig wie eine zu hohe Bewuchsdichte. Die Daten zeigen klar eine Förderung der Art bis zum zweiten Jahr nach der Neuanlage der Flächen auf Sandböden. Ob diese Art noch bis zur Ernte in den Flächen weiterhin Lebensraum findet und auch nach mehreren Umtrieben noch vorkommt, können erst weitere Untersuchungen zeigen.

Enoplognatha mordax (RL DE G, RL NiSa 3, siehe Abbildung 179 unten Mitte) ist eine Art feuchterer Brachbereiche. Ihre Nachweise aus dem Saarland, wo A. Staudt häufig per Kescher fängt, dokumentieren, dass sie wohl mehr in der Krautschicht als direkt am Boden vorkommt. Viele ihrer Nachweise stammen von Sandböden – an der Küste wie auch in ehemaligen Tagebaugebieten in Ostdeutschland. Zwischen Ende Mai und Anfang Juli 2012 wurde je ein ♂ und ein ♀ in der Energieholzfläche Spe D gefangen. Möglicherweise wird sie ebenfalls durch die Anfangszuksession gefördert. Ob sie längerfristig in den Flächen Lebensraum findet, können nur weiterführende Untersuchungen, am besten unter Einbeziehung von Kescherfängen, zeigen.

Walckenaeria incisa (RL DE und NiSa G, selten in DE, siehe Abbildung 179 unten rechts): Von dieser Art lag Wiehle (1960) erst ein einziger Nachweis aus Deutschland vor. Selbst mit zunehmender Anwendung der Bodenfallenmethode hat sich die Anzahl ihrer Nachweise in Deutschland erst auf 35 TK25-Blätter erhöht, wodurch sie zu den seltenen Arten gehört. Ihre Lebensraumansprüche sind nicht sicher bekannt, daher wird in Deutschland und Niedersachsen eine Gefährdung angenommen, ohne sie genauer spezifizieren zu können (Kategorie G). Nentwig et al. (2013) geben „in trockenen Wäldern“ als Habitat an. Möglicherweise ist sie, wie viele *Walckenaeria*-Arten, mehr im Winter aktiv und wird daher so selten gefangen. Insgesamt waren 5 Exemplare der Art zu verzeichnen: Zwischen Mitte August und Anfang Oktober 2011 wurden je ein ♂ und ein ♀ in der Hecke (Spe C) gefangen, zwischen 26.10 und 12.11.2012 war in der Hecke und im Jahr 2012 untersuchten Wald (Spe I) je ein weiteres ♂ in den Fallen. Zwischen 26.5. und 9.6.2012 war ein ♀ in einer Falle (Spe E). Ob die Art

durch den Energieholzanbau gefördert wird, können nur weitere Untersuchungen, am besten unter Einbeziehung von Winterfängen, zeigen.

Veränderung der Lebensgemeinschaften

Artenturnover (β -Diversität)

Datengrundlage und Ergebnisse der Berechnung des Artenturnover werden in der Tabelle 128 und Tabelle 129 dargestellt. Berücksichtigt wurden nur Artnachweise von mehr als zwei Individuen um eine Verfälschung der Ergebnisse durch Zufallsereignisse zu vermeiden.

Tabelle 128: Artenturnover der Laufkäfer der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.

	Spe B 2011	Spe B 2012	Spe C 2011	Spe C 2012	Spe D 2011	Spe D 2012	Spe E 2011	Spe E 2012	Spe F 2011	Spe F 2012	Spe G 2011	Spe G 2012	Spe H 2011	Spe H 2012
Gesamtartenzahl	17	22	16	15	16	17	14	15	13	16	17	21	16	15
Arten exklusiv	1	6	4	3	4	5	3	4	2	5	5	9	3	2
Artenturnover	0,18		0,23		0,27		0,24		0,24		0,37		0,16	

Tabelle 129: Artenturnover der Spinnen der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.

	Spelle 2011	Spelle 2012	Spe B 2011	Spe B 2012	Spe C 2011	Spe C 2012	Spe D 2011	Spe D 2012	Spe E 2011	Spe E 2012	Spe F 2011	Spe F 2012	Spe G 2011	Spe G 2012	Spe H 2011	Spe H 2012
Gesamtartenzahl	81	100	37	38	41	40	15	28	15	29	15	28	15	29	14	17
Arten exklusiv	9	28	8	9	9	8	0	13	1	15	0	13	0	14	4	7
Artenturnover	0,23		0,23		0,21		0,43		0,53		0,43		0,47		0,39	

Die Turnoverraten sind für die Laufkäfer im Untersuchungsgebiet niedrig bis mäßig hoch. Der höchste Wert ist in der Fläche Spe G (0,37 – Vorgewende, keine Bodenbearbeitung). Im mittleren Bereich von 0,23 bis 0,27 liegen die Werte der Flächen Spe C bis Spe F. Relativ niedrige Werte sind im Grünland entlang der Giegel Aa (Spe B) und im Maisacker (Spe H) zu beobachten.

Die Turnoverraten sind für die Spinnen im Untersuchungsgebiet insgesamt ebenso niedrig, wie für die stabilen Lebensräume Grünland und Hecke (Spe B und C), mit Werten von 0,21 bis 0,23. Die Turnoverrate auf dem Acker (Spe H) beträgt 0,39. Die Werte auf den Energieholzflächen und dem Vorgewende (Spe D bis G) sind mit 0,43 bis 0,53 die höchsten. Die Turnoverraten auf diesen Flächen werden fast ausschließlich durch das Jahr 2012 bedingt, in dem (mit einer Ausnahme) alle exklusiven Arten mit mehr als zwei Individuen zu verzeichnen waren.

Clusteranalyse (Renkonen-Index)

Die Entwicklung der Spinnen- und Laufkäferzönosen in beiden Untersuchungsjahren wird anhand der Ähnlichkeit der Artengemeinschaften der 8 Untersuchungsflächen pro Jahr dargestellt (siehe Abbildung 180 und Abbildung 181).

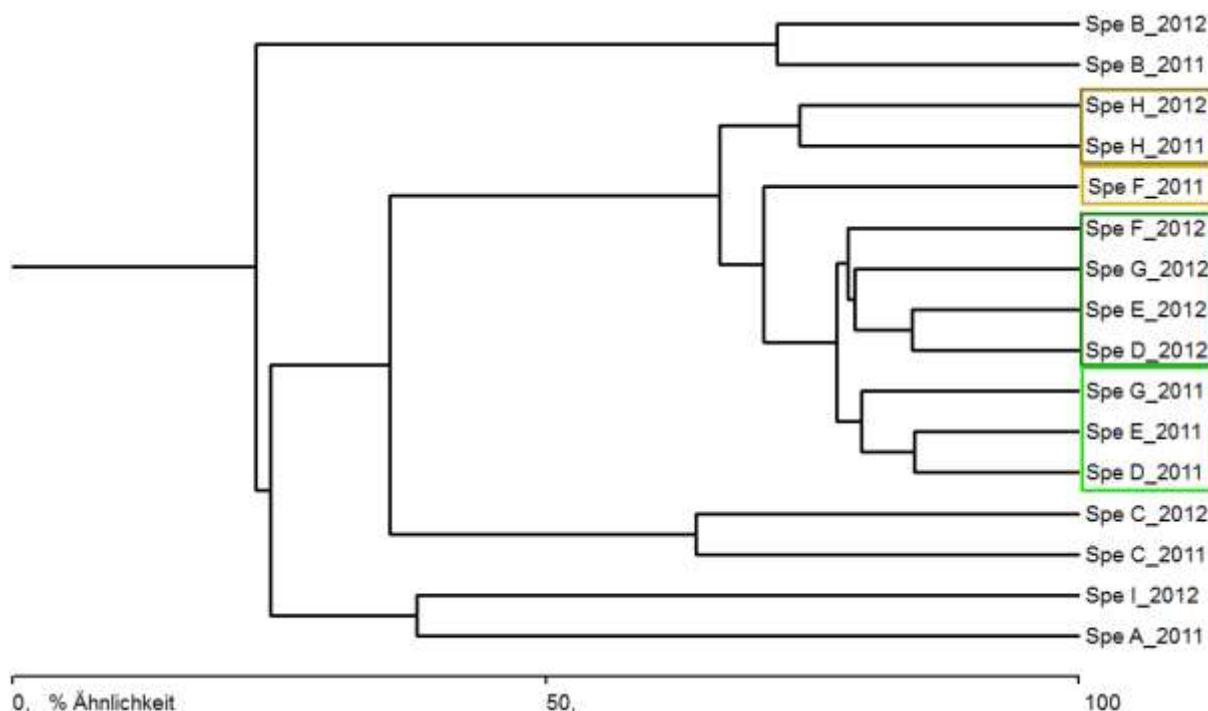


Abbildung 180: Clusteranalyse der Laufkäferdaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index.

Eine deutliche Differenzierung der Laufkäferzönosen ist nur zwischen den Untersuchungsflächen Spe A/I (Wald), Spe B 2011/2012 (mageres Grünland), Spe C 2011/2012 auf der einen Seite und den restlichen Untersuchungsflächen im Bereich des Komplexes Zur Mühle (Spe D bis H) zu beobachten. Die Lebensgemeinschaften dieses Komplexes von fünf Flächen erscheinen relativ einheitlich. Ansatzweise sind Gruppierungen zu erkennen. Der Agrarholzfläche Spe F 2011 und der Ackerfläche Spe H 2011/2012 (hellbrauner und dunkelbrauner Rahmen) stehen die mit einem hellgrünen (Spe D/E/G 2011) bzw. dunkelgrünen Rahmen (Spe D/E/F/G 2012) gekennzeichneten Flächen gegenüber. Die Unterschiede liegen aber nach dem zweiten Untersuchungsjahr noch im Bereich der jährlichen Schwankungen, die auch in Zönosen unveränderter, stabiler Lebensräume zu beobachten sind. Eine Annäherung der Zönosen der Flächen mit Agrarholz im Kurzumtrieb (Spe D/E/F) an die Lebensgemeinschaften der Hecken und Wälder (Spe A/C/I) ist nach zwei Jahren Standzeit der Kulturen nicht zu beobachten.

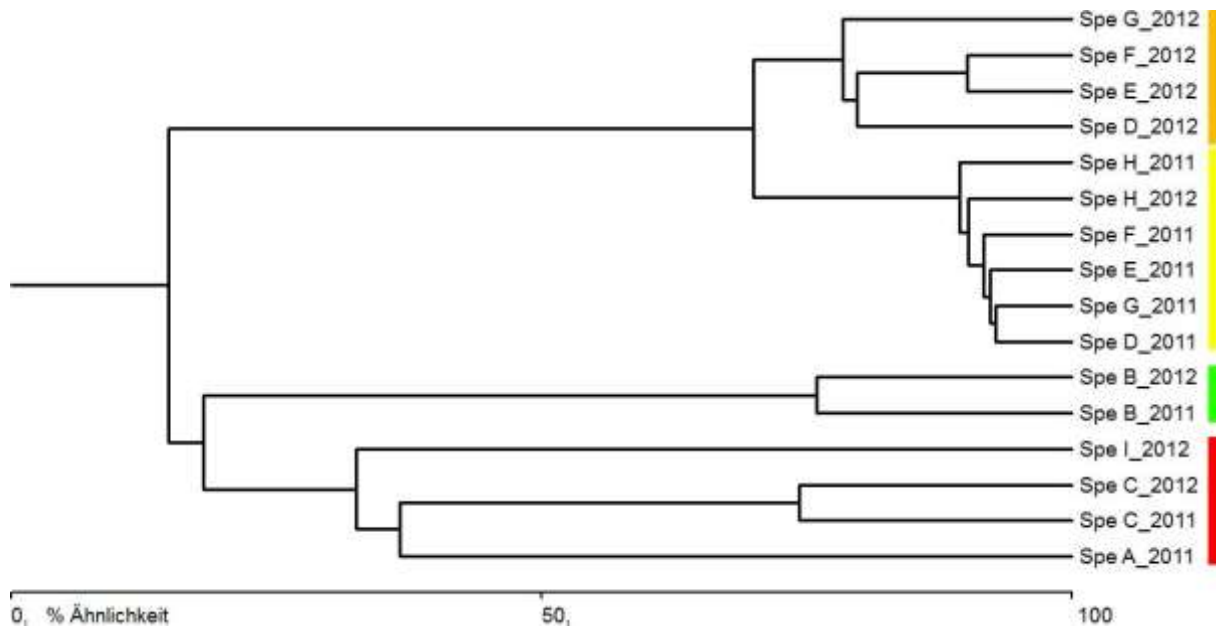


Abbildung 181: Clusteranalyse der Spinnendaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index.

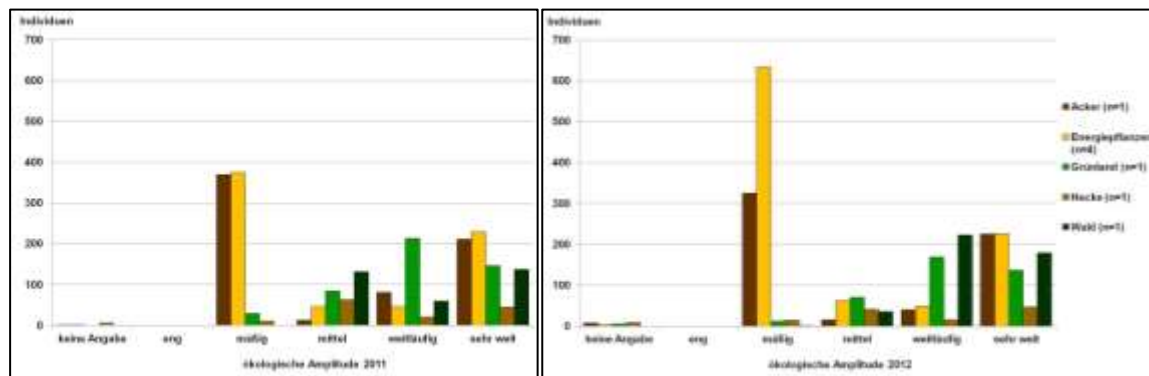
Die Spinnenzönosen der Wälder und der Hecke (Spe A, I, C – rot markiert) sind einerseits deutlich vom Grünland zu trennen (Spe B – grün markiert). Von all diesen sind der Acker (Spe H) und die Energieholzflächen (Spe D, E, F) sowie das Vorgewende (Spe G) wiederum deutlich differenziert (gelb bzw. ocker markiert). Innerhalb letzterer Flächen zeigt sich wiederum eine deutliche Unterscheidung zwischen den Energieholzflächen und dem Vorgewende (jeweils im Jahr 2011) und dem Acker in beiden Jahren (gelb) zu den Energieholzflächen und dem Vorgewende (jeweils im Jahr 2012 – ocker). Hierdurch wird eine rasche und gleichgerichtete Sukzessionsentwicklung dieser Flächen von 2011 auf 2012 deutlich.

Bedeutung der Nutzungs- und Lebensraumtypen für die Spinnen- und Laufkäferzönosen

Die Bedeutung der Raumeinheiten (siehe Tabelle 130) für die Laufkäferzönosen in Spelle wird anhand der Habitatbindung von stenök (= enge Bindung an bestimmte Lebensraumfaktoren) bis euryök (= sehr weitläufige Bindung an bestimmte Lebensraumfaktoren) an bestimmte Lebensraumfaktoren und der Gefährdung (Rote Liste Einstufungen Niedersachsen) dargestellt. Die Daten der Abbildung 182 beziehen sich dabei auf die Individuenzahl pro Nutzungs- und Lebensraumtyp. Wenn mehrere Untersuchungsflächen eines Nutzungs- bzw. Lebensraumtyps untersucht wurden, wird der Mittelwert der Individuenzahlen verwendet.

Tabelle 130: Nutzungs- und Lebensraumtypen in Spelle.

Kürzel	Standort	Typ
Spe A	Spelle A Wald	Wald
Spe B	Spelle B Gründland/Ufer	Grünland
Spe C	Spelle C Hecke	Hecke
Spe D	Spelle D KUP 2	Energiepflanze
Spe E	Spelle E KUP 3	Energiepflanze
Spe F	Spelle F KUP 4	Energiepflanze
Spe G	Spelle G Blühstreifen	Energiepflanze
Spe H	Spelle H Acker/Mais	Acker
Spe I	Spelle I Mischwald licht	Wald

**Abbildung 182: Bedeutung der Nutzungs- und Lebensraumtypen für Laufkäfer unterschiedlicher ökologischer Ansprüche.**

Bereits 2011 stellen anspruchsvolle Laufkäfer mit einer mäßig breiten ökologischen Amplitude mit 34% den größten Anteil der Individuen im Untersuchungsgebiet. Besonders in den Flächen mit Energiepflanzen und im Maisacker (jeweils 16%) sind sie stark vertreten. 2012 ändert sich die Situation weiter zugunsten dieser ökologischen Klasse (39%), was hauptsächlich auf die Zunahme (25%) in den Flächen mit Agrarholz im Kurzumtrieb (Spe D, E, F) und im vorgelagerten Blühstreifen (Spe G) zurückzuführen ist.

Die Verteilung der Individuen der Rote-Liste-Arten (Kategorie 2, 3, V) unterliegt vor allem bei den gefährdeten Arten (Kategorie 3) von 2011 auf 2012 deutlichen Schwankungen. Diese sind vor allem auf die annähernde Verdopplung des Bestandes der in Niedersachsen gefährdeten Art *Harpalus griseus* (2011: 679 Individuen, 2012: 1.185 Individuen) in den Flächen mit Agrarholz und dem vorgelagerten Blühstreichen zurückzuführen. Erwähnenswert ist der Nachweis von *Harpalus froelichii*, einer in Niedersachsen stark gefährdeten Art. 2011 wurden 2 Individuen dieses Laufkäfers in dem Blühstreifen (Spe G) nachgewiesen. 2012 konnten 10 Individuen in 3 Untersuchungsflächen mit Agrarholzbetand (Spe D, F, G) erfasst werden.

Diskussion

Die Spinnen und Laufkäferzönosen des Untersuchungsgebietes setzen sich aus regional typischen Arten bzw. den in Mitteleuropa auf Agrarland häufigen Arten zusammen (Laufkäfer: z.B. Assmann/Starke 1990, Assmann et al. 2003, Barner 1937, 1949, 1954, Gerdorf/Kuntze 1957, 1959, Heitjohann 1974, Plaisier 1997; Spinnen: z.B. Blick et al. 2000, Buchholz/Hartmann 2008, Doer 2000, Finch 2001, Platen 1996, Schultz 1997). Gebietstypisch spielen psammophile Vertreter eine bedeutende Rolle. Hierunter befinden sich auch einige naturschutzfachlich bemerkenswerte Arten beider bearbeiteten Arthropodengruppen. Es lassen sich vier unterschiedliche Artengemeinschaften mit Schwerpunktvorkommen im Wald, der Hecke, im Grünland und im Bereich der Agrarholzflächen bzw. des Maisackers differenzieren.

Wie wirken sich nun die Agrarholzkulturen auf die Laufkäferzönosen im Bereich der Agrarlandschaft aus? Obwohl bereits im zweiten Untersuchungsjahr eine deutliche Beschattung der Bodenoberfläche zu registrieren ist, konnte für die Laufkäfer kein vermehrter Einfluss feuchtigkeitsliebender Arten bzw. von Waldarten festgestellt werden. Ursächlich sind vermutlich drei Faktoren. Zum einen entspricht die Bodenoberfläche in keiner Weise der von Hecken- oder Waldlebensräumen (Fehlen einer Streu- und Laubauflage, Vorkommen offener Rohbodenbereiche). Zum anderen scheinen Wanderbewegungen von Arten mit Schwerpunktvorkommen in Wäldern, obwohl über die zahlreichen Heckenriegel im Gebiet ein eigentlich lückenloser Biotoverbung existieren sollte, nicht stattzufinden. Die Funktion von Hecken als lineare Ausbreitungskorridore für Waldarten (vgl. auch Drees 2003) scheint im Gebiet wenig ausgeprägt. Inwieweit die von Drees diskutierten Ausbreitungsbarrieren, wie Gräben, das Wegenetz oder Offenlandstrukturen dabei eine Rolle spielen bleibt spekulativ. Drittens unterscheidet sich die Bodentemperatur der Agrarholzplantagen als ein bedeutender Parameter des Mikroklimas nur unwesentlich von denen des Maisackers. Resultierend zeigen die Laufkäferzönosen der Agrarholzflächen (Spe D, E, F) daher bislang keine eindeutige Differenzierung im Vergleich zum intensiv bewirtschafteten Maisacker (Spe H).

Erste Andeutungen einer Veränderung der Lebensgemeinschaften, die allerdings eher auf den bislang erhaltenen Brachecharakter der Agrarholzflächen und damit auf die Extensivierung der Nutzung zurückzuführen sind, zeigen sich allerdings in der deutlich positiven Bestandsentwicklung einiger psammophiler Arten, wie z.B. des Laufkäfers *Harpalus griseus*. Ob diese Entwicklung, von der auch naturschutzfachlich wertgebende Arten betroffen sind, bei einer fortgeführten Sukzession im Bereich des Agrarholzes anhält, ist aktuell unklar. Bei den meisten ökologisch bemerkenswerten Arten handelt es sich um eher xerothermophile Vertreter reiner Offenlandlebensräume bzw. um Arten mit Schwerpunktvorkommen in offenen Habitaten (vgl. GAC 2009). Daher ist bei einer Laubanreicherung im Bereich der Agrarholzflächen, einem Kronenschluss der Agrarhölzer und des damit einhergehenden kühlfeuchteren Mikroklimas mit deutlichen Bestandseinbußen zu rechnen. Ob eine periodische Ernte des Agrarholzes ausreicht, die Lebensbedingungen für anspruchsvolle, eher xerothermophile Offenlandarten langfristig zu gewährleisten, ist unbekannt. Zu erwarten ist die Entwicklung von Hecken- oder Waldersatzgesellschaften, bei der aufgrund des ungünstigen Umgebungspotenzials nicht mit der Etablierung individuenreicher Bestände anspruchsvoller Hecken- und Waldarten zu rechnen ist (vgl. Schulz et al. 2008a, 2009). Inwieweit die Lebensbedingungen in

den Agrarholzflächen insgesamt ausreichen, die einzige im Projektgebiet nachgewiesene naturschutzfachlich relevante Waldlaufkäferart (*Calosoma inquisitor*) zu fördern, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Die gesamte Spinnenzönose, die ausschließlich räuberisch ist, veränderte sich auf den Energiepflanzenflächen von 2011 auf 2012, im Gegensatz zu Marpingen deutlich – auch über natürliche Jahresschwankungen hinaus (vgl. Clusteranalyse). Dies liegt möglicherweise daran, dass die Sukzession der Flächen bei Marpingen, bedingt durch den Bioanbau und die Kleinräumigkeit, auf einem „höheren“ Sukzessionsstand begonnen hat. Für naturschutzfachlich bedeutsame Arten sind deutlichere positivere Tendenzen für einzelne Arten erkennbar als in Marpingen (insb. die Rote-Liste-Art *Arctosa perita* betreffend). Bei der Betrachtung häufiger Arten, ist festzustellen, dass die Aktivitätsdichte von zahlreichen Arten auf den Energiepflanzenflächen zugenommen hat, demhingegen aber nur eine einzige Art deutlich abgenommen hat (siehe Tabelle 131). Wie in Marpingen stammen die zunehmenden Arten aus den Familien der Zwerg- und Baldachinspinnen, der Streckerspinnen (*Pachygnatha* sp.) und der Wolfspinnen.

Tabelle 131: Deutliche Veränderungen der Aktivitätsdichten einzelner Spinnenarten auf den Energiepflanzenflächen in Spelle (Spe D bis Spe G).

Zunahme 2011-2012	2011	2012
<i>Alopecosa cuneata</i>	1	24
<i>Araeoncus humilis</i>	216	487
<i>Arctosa perita</i>	1	27
<i>Bathypantes gracilis</i>	32	260
<i>Centromerita bicolor</i>	20	98
<i>Collinsia inerrans</i>	164	3749
<i>Diplostyla concolor</i>	7	35
<i>Erigone atra</i>	904	3965
<i>Erigone dentipalpis</i>	1095	1769
<i>Mermessus trilobatus</i>	3	28
<i>Oedothorax fuscus</i>	28	188
<i>Oedothorax retusus</i>		1282
<i>Pachygnatha clercki</i>	2	265
<i>Pachygnatha degeeri</i>	34	473
<i>Pardosa lugubris</i>	3	44
<i>Pardosa palustris</i>	7	232
<i>Pardosa prativaga</i>	4	36
<i>Pelecopsis parallela</i>	35	1669
<i>Silometopus reussi</i>	5	346
<i>Trochosa ruricola</i>	14	87
Rückgang 2011-2012	2011	2012
<i>Meioneta rurestris</i>	372	125

Trotz deutlicher Zunahme der Individuenzahlen von 2011 auf 2012 (um 235%!) ist die Dominanzstruktur auf den Energiepflanzenflächen im Jahr 2012 deutlich ausgeglichener als im Vorjahr (siehe Tabelle 132). Der Anteil der zwei im Jahr 2011 häufigsten Arten (*O. apicatus*, *E.*

dentipalpis) sowie von *M. rurestris* und *T. tenuis* hat (z.T. deutlich) abgenommen. *A. humilis* blieb ungefähr gleich. Demgegenüber haben andere Arten (*E. atra*, *C. inerrans*, *P. parallela*, *O. retusus*, *P. degeeri*, *S. reussi*, *P. clercki*) ihren Anteil deutlich erhöhen können. Dies bewirkte eine deutliche Zunahme des Anteils reiner Offenlandarten auf den Energiepflanzenflächen von 2011 auf 2012 (vgl. Abbildung 177). Die Ergebnisse der Spinnen aus den Jahren 2011 und 2012 repräsentieren eine typische Primärsukzession wie diese in jungen Brachestadien auf Sand beschrieben sind (vgl. z.B. Bauchhenß 1995, Blick et al. 2003, Buchholz/Hartmann 2008, Doer 2000, Gack et al. 1999, Mader 1985, Schultz 1988, Witsack et al. 1995).

Tabelle 132: Dominanzstruktur der 10 häufigsten Spinnenarten auf den Energiepflanzenflächen in Spelle (Spe D bis Spe G: Artenzahl insgesamt: 79, 2011: 56, 2012: 66; adulte 2011: 10416, adulte 2012: 24509).

häufigste Arten 2011	Anteil	häufigste Arten 2012	Anteil
<i>Oedothorax apicatus</i>	69	<i>Oedothorax apicatus</i>	36
<i>Erigone dentipalpis</i>	10,5	<i>Erigone atra</i>	16,2
<i>Erigone atra</i>	8,7	<i>Collinsia inerrans</i>	15,3
<i>Meioneta rurestris</i>	3,6	<i>Erigone dentipalpis</i>	7,2
<i>Araeoncus humilis</i>	2,1	<i>Pelecopsis parallela</i>	6,8
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	1,9	<i>Oedothorax retusus</i>	5,2
<i>Collinsia inerrans</i>	1,6	<i>Araeoncus humilis</i>	2
<i>Pelecopsis parallela</i>	0,3	<i>Pachygnatha degeeri</i>	1,9
<i>Pachygnatha degeeri</i>	0,3	<i>Silometopus reussi</i>	1,4
<i>Bathyphantes gracilis</i>	0,3	<i>Pachygnatha clercki</i>	1,1

In Abbildung 183 und Abbildung 184 wird die durchschnittlichen Artenzahlen in vier Flächentypen (Acker, Energiepflanzen, Grünland, Wald/Hecke) dargestellt. Bei den Laufkäfern sind die höchsten Artenzahlen im Grünland, vor den drei statistisch nicht trennbaren Artenzahlen von Energiepflanzen, Wald/Hecke und Acker, zu verzeichnen. Bei den Spinnen liegen die Artenzahlen von Grünland und Hecke/Wald, deutlich und statistisch trennbar, vor Energiepflanzen und Acker. Bei beiden Tiergruppen liegen also die Artenzahlen der Energiepflanzenflächen noch nahe am Acker und sind statistisch noch nicht abtrennbar.

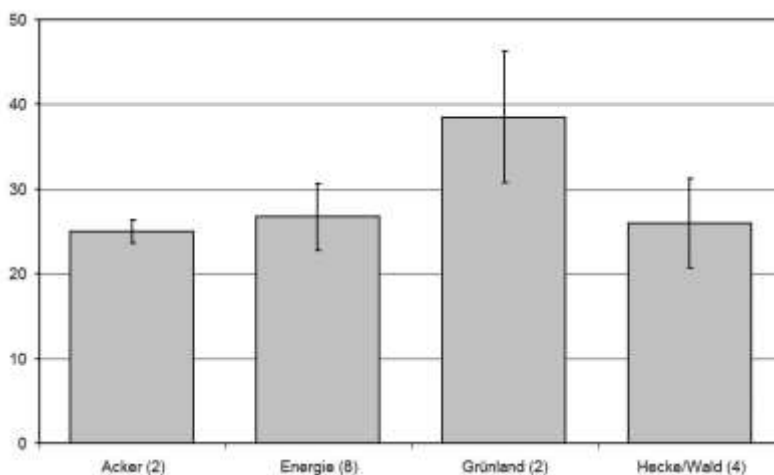


Abbildung 183: Laufkäferarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Spelle, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 87 Arten).

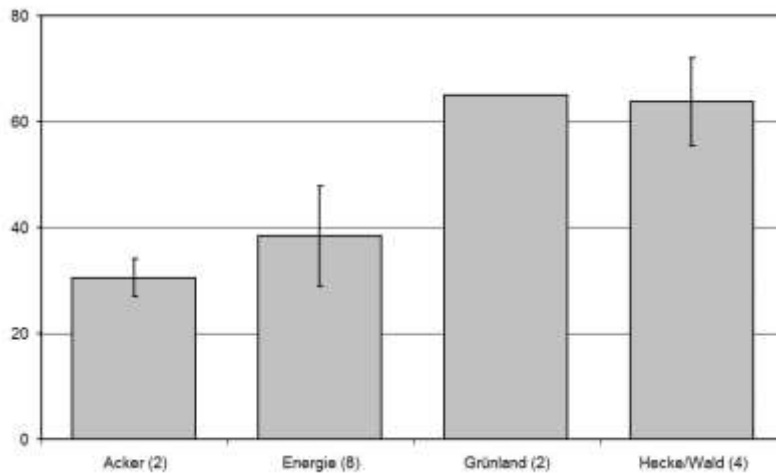


Abbildung 184: Spinnenarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Spelle, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 166 Arten).

Inwieweit eine Einwanderung von Waldarten in die sich entwickelnden Agrarholzflächen stattfinden wird, kann nur spekulativ beantwortet werden. Gerade in Spelle liegen die Waldlebensräume sehr weit von den Energiepflanzenflächen entfernt (Luftlinie mehr als 1 km). Waldarten im engen Sinne (Waldbindungstypen w, wg, w+) kommen im gesamten Untersuchungsgebiet, auch im Wald und in der Hecke, in geringerem Anteil vor als in Marpingen. Große Wald-Ageleniden, wie *Coelotes terrestris*, *Histopona torpida* oder *Inermocoelotes inermis* (alle 3 kommen in den übrigen 3 Regionen vor), fehlen vollständig. Das Potenzial zur Entwicklung in Richtung einer Waldspinnenfauna ist in Spelle geringer als in den Mittelgebirgs-Untersuchungsregionen. Dennoch ist gerade in Spelle für die Spinnen ein besonders deutlicher Entwicklungsschritt vom ersten zum zweiten Entwicklungsjahr zu verzeichnen.

Der grundsätzliche Besiedlungs- und Entwicklungsverlauf bei Sukzessionen und der Einfluss verschiedener Extensivierungsfaktoren auf Ackerflächen ist bekannt und ist ähnlich auch für diese Energiepflanzenflächen zu erwarten (z.B. Alderweireldt 1994, Baines et al. 1998, Barndt et al. 2006, Beier/Grube 1998, Blick et al. 2008, Brauner/Schulz 2011, Burger 2005, 2006, Gack et al. 1999, Gruttke et al. 1998, Hof/Bright 2010, Kobel-Lamparski 1989, Kuschka 2004, Lemke/Poehling 1997, Mader 1985, Meek et al. 2002, Müller-Kroehling et al. 2013, Pékar 1997, Pfiffner/Luka 2003, Pfiffner/Niggli 1996, Schardt et al. 2007, 2008, Schnitter 1991, Schröter/Irmeler 1999, Stippich 1994, Storck-Weyhermüller/Welling 1991, Strüve-Kusenbergl 1981, Sunderland/Topping 1995, Thaler et al. 1977, Volkmar/Kreuter 2006, Witsack et al. 1995). Für Spelle sind speziell Sukzessionsuntersuchungen auf Sand zum Vergleich interessant (s. oben). Ob die Agrarholzflächen direkt nach den Ernten, wie zu Beginn der Entwicklung im Jahr 2012, Lebensraum für anspruchsvolle, naturschutzfachlich relevante Offenlandarten bieten können, kann nur durch längerfristige Untersuchungen belegt werden.

4.4.3.18 Schlussfolgerungen Allendorf und Scheyern (Michael Glemnitz, Ralph Platen, Jessica Konrad)

Nachfolgend werden Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen an den Modellstandorten Allendorf und Scheyern formuliert:

- Für beide Standorte zeigen die Analysen, dass die Agrarholzflächen bereits nach kurzer Standzeit Zönosen beherbergen, die sich z.T. sehr deutlich von denen der Ackerflächen sowie von denen der übrigen Referenzbiotope unterscheiden. Diese Unterschiede fallen 2011 am Standort Allendorf deutlicher aus als am Standort Scheyern, und sie sind bei den Laufkäfern klarer ausgeprägt als bei den Spinnen.
- Im Kontext des untersuchten Ausschnitts der jeweiligen Kulturlandschaft führen die Agrarholzflächen in Allendorf zu einer Erhöhung der Biodiversität und der Vielfalt an ökologischen Gruppen in beiden untersuchten Tiergruppen. Die entsprechende Steigerung der Parameter fällt am Standort Scheyern weniger deutlich aus.
- In beiden Tiergruppen steigt mit zunehmendem Alter der Gehölzpflanzungen an beiden Standorten der Individuenanteil der Waldarten, bei gleichzeitiger Abnahme von Ackerarten, an. Damit zeigt sich im Trend eine Bestätigung der Sägezahnhypothese (siehe auch Abbildung 131).
- Die Zusammensetzung der Zoozönosen in den Agrarholzstreifen wird in Scheyern klar von der räumlichen Nähe und der Art der angrenzenden Biotope gestaltet (Permeabilitätshypothese).
- Eine wichtige Funktion der Agrarholzstreifen in Scheyern besteht in ihrer potenziellen Eignung als Korridore zur Vernetzung von isolierten Biotopen.
- Die Agrarholzbestände in Allendorf und Scheyern tragen wenig als Refugien für gefährdete Arten bei.
- Die höchste Bewegungsdynamik der Laufkäfer erfolgt durch Offenlandarten und findet zwischen der geernteten Energieholzfläche und den angrenzenden Flächen statt.
- Die Waldarten unter den Laufkäfern verlassen ihren Lebensraum selbst nach einer Holzernte nur dann, wenn ein geeignetes Habitat in räumlicher Nähe vorhanden ist, während sie in angrenzende Offenlandbiotope nicht abwandern. Dadurch sind sie vermutlich auch in der Lage, etablierte Gehölzinseln und Hecken zu besiedeln.
- Im Gegensatz zu den Laufkäfern erfolgt die Bewegungsaktivität der Spinnen vorwiegend durch Waldarten und zwischen den Gehölzflächen unterschiedlicher Aufwuchsstadien.

Zur Absicherung dieser Aussagen sind weitere Untersuchungen in reiferen Kulturen und zu unterschiedlichen Wuchsstadien notwendig

4.4.3.19 Gesamtbetrachtung der Laufkäfer- und Spinnenerfassung an allen vier Modellstandorten (Theo Blick, Michael-Andreas Fritze)

Laufkäfer

Mit 149 Arten wurden ca. 25% der aus Deutschland bekannten Laufkäferarten im Projekt nachgewiesen. Die Artenspektren der Laufkäfer der vier Regionen überschneiden sich mit nur knapp 25% der Arten (siehe Abbildung 185). Zusammen mit den Arten, die in zwei oder drei Regionen vorkommen, machen diese 60% des gesamten Artenspektrums aus. 40% der Arten wurden nur in jeweils einer der vier Regionen gefangen.

Die höchsten Anteile an exklusiven Arten haben Spelle mit 17% und Marpingen mit 15% (jeweils von 149 Arten). In Allendorf und Scheyern wurden zudem weniger Arten gefangen als in Spelle und Marpingen. Gründe können aus den bisherigen Untersuchungen nicht ausreichend abgesichert benannt werden. Dass die Regionalität einen großen Einfluss auf die Faunenzusammensetzung hat, ist bekannt und sicher ein wesentlicher Faktor (z.B. Luka et al. 2006, Blick et al. 2008). Grundsätzlich wäre in der Mittelgebirgszone (Allendorf – 10 Untersuchungsflächen, Marpingen – 12 Ufl., Scheyern – 10 Ufl.) mit höheren Artenzahlen zu rechnen als im Flachland (Spelle – 8 Ufl.).

Ein positiver Einfluss der Anfangssukzession des Energiepflanzenanbaus auf gefährdete und seltene Arten deutet sich an, bedarf aber zur Absicherung weiterer Untersuchungen.

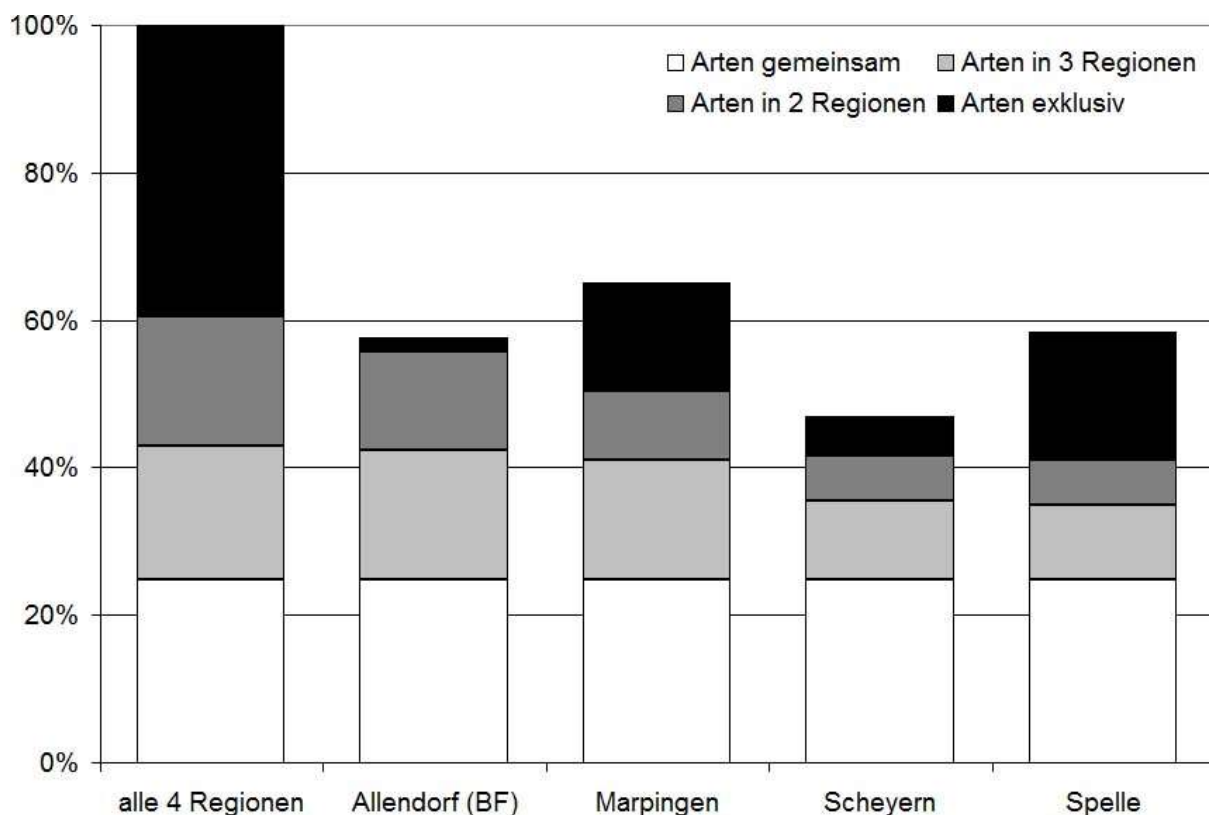


Abbildung 185: Aufteilung der Laufkäferarten der Bodenfallenfänge der vier Modellregionen (100% = 149 Arten).

Spinnen

Mit 288 Arten wurden ca. 29% der aus Deutschland bekannten Spinnenarten im Projekt nachgewiesen. Die Artenspektren der Spinnen der vier Regionen überschneiden sich mit nur knapp 25% der Arten (siehe Abbildung 186). Zusammen mit den Arten, die in zwei oder drei Regionen vorkommen, machen diese (genau wie bei den Laufkäfern) 60% des gesamten Artenspektrums aus. 40% der Arten wurden nur in jeweils einer der vier Regionen gefangen.

Die höchsten Anteile an exklusiven Arten haben Marpingen (14%) und Spelle (12% jeweils von 277 Arten). In Allendorf und Scheyern wurden zudem weniger Arten gefangen als in Spelle und Marpingen. Gründe können aus den bisherigen Untersuchungen nicht ausreichend abgesichert benannt werden. Die Regionalität hat ähnlich wie bei den Laufkäfern einen großen Einfluss auf die Faunenzusammensetzung. Grundsätzlich wäre in der Mittelgebirgszone (Allendorf – 10 Untersuchungsflächen, Marpingen – 12 Ufl., Scheyern – 10 Ufl.) mit höheren Artenzahlen zu rechnen als im Flachland (Spelle – 8 Ufl.). Auf dem Sandboden von Spelle macht die Anfangssukzession der Spinnenfauna die größten Entwicklungsschritte der vier Gebiete und ist daher am deutlichsten nachweis- und darstellbar.

Ein anfänglicher positiver Einfluss (bezogen auf die untersuchte Standzeit der Kulturen) des extensiven Energiepflanzenanbaus auf gefährdete und seltene Arten deutet sich an (am deutlichsten ist er für die Sandart *Arctosa perita*), bedarf aber zur Absicherung weiterer Untersuchungen.

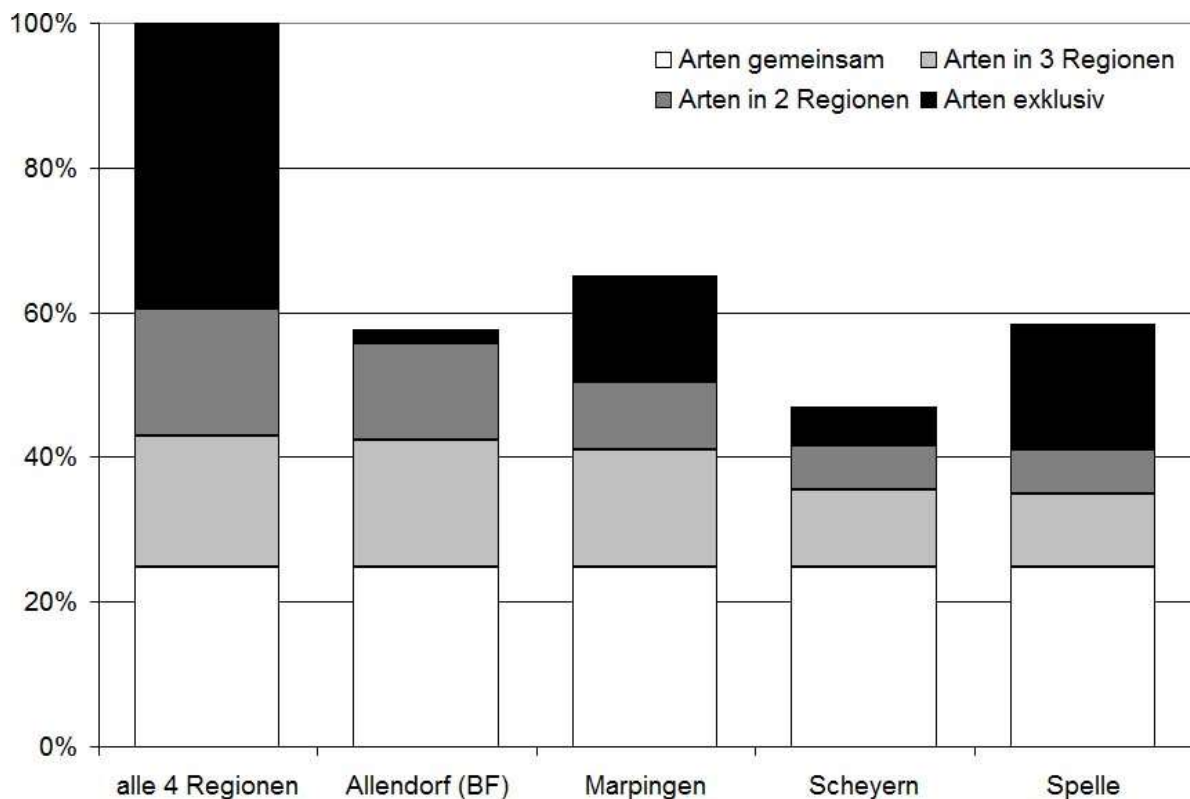


Abbildung 186: Aufteilung der Spinnenarten der Bodenfallenfänge der vier Modellregionen (100% = 277 Arten).

Ausblick

Die Sukzessionsentwicklung in allen vier Regionen entspricht für beide Tiergruppen den wissenschaftlichen Erwartungen und bisherigen Untersuchungen von Brachen und jungen Gehölzanpflanzungen. Ein positiver Einfluss der Anfangssukzession des Energiepflanzenanbaus auf gefährdete und seltene Arten deutet sich klar an.

Es ist offen, ob diese Entwicklung auch in den folgenden Kulturzyklen, insbesondere nach den Ernten, anhält. Denn es ist an allen Standorten von einer „Reifung“ insbesondere der Agrarholz-Kulturen bis zur höchsten Ertragsfähigkeit auszugehen. Einzig in Allendorf konnten erste Ergebnisse nach einem ersten Umtrieb gewonnen werden.

Für alle Standorte konnten mehr oder weniger klar Lebensgemeinschaften einer dynamischen Sukzessionsabfolge ausgewiesen werden, die sich z.T. sehr deutlich von denen der benachbarten Ackerflächen sowie von denen der übrigen Referenzbiotope unterschieden. Diese Entwicklungen und einsetzende Adaptionsmechanismen der Arten lassen eine weitere Veränderung und Reifung der Lebensgemeinschaften erwarten, die mit dem jetzigen Untersuchungsstand nicht abgebildet werden kann. Es ist insbesondere offen, ob diese Reifungsphase klar abgrenzbare neue Artenkombinationen aufweisen wird.

Die Bedeutung der auf den Energiegehölzen lebenden Arten, v.a. der carnivoren Arthropoden, wurde in bisherigen Untersuchungen vernachlässigt. Die Untersuchungen auf den Bäumen der Pappeln in Allendorf zeigen, dass die Agrargehölze als Lebensraum, Reservoir und Rückzugsraum für räuberische Arthropoden (Nützlinge) von Bedeutung sein können.

Für eine Verallgemeinerung dieser Ergebnisse sind weitere Untersuchungen in verschiedenen Regionen notwendig.

4.4.4 Vögel (IVÖR: Ralf Krechel, Moritz Schulze, Anja You, Christine Luer)

4.4.4.1 Zielsetzung & Hypothesen

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe, insbesondere von schnellwachsenden Hölzern als Energiequelle, ist in der Regel je nach Anbausystem mit der Inanspruchnahme vormaliger Offenlandflächen verbunden. Diese besitzen jedoch eine essenzielle Bedeutung für die speziell hieran angepassten Vogelarten der offenen Kulturlandschaft und sind für das Fortbestehen ihrer Populationen von hohem Wert. Im Zusammenhang mit der in den letzten Jahrzehnten stark intensivierten Landwirtschaft und dem ebenfalls anhaltenden und in den Metropolregionen zunehmendem Flächenverbrauch durch andere Landnutzungen wie Straßen- und Siedlungsbau wird daher allgemein angenommen, dass auch der Anbau nachwachsender Rohstoffe neben den bereits bestehenden Ansprüchen zusätzlich in direkter Konkurrenz mit den ökologischen Ansprüchen von Offenlandarten stehen wird. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe wird aktuell mitunter als ein weiterer Katalysator angesehen, der dem Verschwinden von Vogelarten der offenen Agrarlandschaft weiteren Vorschub leistet.

In welcher Form die Avifauna durch diese neuartigen Landnutzungssysteme langfristig tatsächlich beeinflusst wird, ist jedoch nach wie vor ungeklärt. Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist daher die Herausarbeitung möglicher Synergieeffekte zwischen sinnvoller Biomasseproduktion und dem angewandten Natur- und Artenschutz.

Folgende Arbeitshypothesen wurden unterstellt: In einem gegebenen Landschaftsausschnitt führt eine erhöhte Vielfalt an Biotopen und Ökotonen bzw. Biotopverbund-Elementen durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe – insbesondere schnellwachsender Hölzer – im Vergleich zur konventionell bewirtschafteten Landschaft zu einer lokalen Erhöhung der Individuenzahlen bzw. der Brutpaare/Nahrungsgäste unter den Vögeln. Profiteure werden insbesondere die Vogelarten der Wälder und Gebüsche sein. Gleichzeitig wird durch die Anlage der schnellwachsenden Gehölze im offenen Kulturland eine Konkurrenzsituation mit den Agrarvögeln, also jenen Vogelarten, die in Mitteleuropa an die offene Agrarlandschaft gebunden sind, aufgebaut²⁴.

Die folgenden Fragen standen im Vordergrund der Betrachtungen:

- Welchen Beitrag können Energiewälder zur Erhöhung der strukturellen Vielfalt im Untersuchungsraum leisten und welchen Einfluss haben sie auf die Vogelwelt?
- Treten durch den Anbau schnellwachsender Hölzer in der durchschnittlichen Agrarlandschaft Deutschlands populationsrelevante Verdrängungseffekte für Feldvögel auf?
- Weisen die neuartigen Landnutzungssysteme eine höhere avifaunistische Vielfalt auf als vergleichbare Anbauflächen konventioneller Kulturpflanzen?
- Sind mit der periodisch-dynamischen Bewirtschaftung der Energiewälder (Pflanzung, Wachstum und Ernte in mehrjährigem Rhythmus) besondere Auswirkungen auf die strukturelle und avifaunistische Diversität des Raumes verbunden?
- Welche positiven Effekte können durch derartige (extensive) Landnutzungssysteme für die Avifauna erwartet werden?
- Welche Funktion(en) können die Energiewälder in einem regionalen Biotopverbund übernehmen?
- Wie sind ggf. auftretende Unterschiede in der Artenzusammensetzung bei flächigen und streifenförmigen Energieholzsystemen zu bewerten?

Zur Darstellung der raumbezogenen ökologischen Wertigkeit der neuartigen Anbausysteme wurde ein möglichst großräumiger Ansatz gewählt (siehe Kaptitel 4.4.4.3), der eine direkte Aussage zum potenziellen Beeinflussungspotenzial der jeweiligen lokalen Avifauna ermöglichen sollte. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen sollten Strategien der Verknüpfung einer möglichen ökologischen Aufwertung der Landschaft durch die nachwachsenden Rohstoffe mit ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit entwickelt werden. Darüber hinaus war zu prüfen, ob eine durch Untersuchung der

²⁴ Agrarvögel: Entsprechend der Definition nach DO-G & DDA (2011) werden hierunter diejenigen Vogelarten zusammengefasst, deren Brutbestand im Wesentlichen von landwirtschaftlich genutzten Flächen abhängig ist. Das sind z.B. Bodenbrüter, die auf Äckern, im Grünland oder auf zeitweiligen Brachen brüten und solche Arten, die in den in der Agrarlandschaft verbreiteten Strukturelementen wie Baumreihen, Feldgehölzen, Hecken oder Säumen brüten und in den angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen Nahrung suchen.

Avifauna praxisbezogene Ableitung von Handlungsempfehlungen zur künftigen Gestaltung von Energiewaldflächen im Hinblick auf die Aspekte Artenschutz/Biotopverbund/Nutzungsfolge (Rotationsverfahren, heterogene Altersstruktur der Energiewaldflächen etc.) erarbeitet werden kann.

4.4.4.2 Stand des Wissens

Unter den erneuerbaren Energien ist die Biomasse in Deutschland wie auch weltweit zu einer der tragenden Säulen der Energiebereitstellung herangewachsen. Neben bekannten Energiepflanzen wie Mais und Winterraps wird vor allem das so genannte Agrarholz eine größere Rolle einnehmen. Die im Fokus der vorliegenden Untersuchungen stehenden, flächigen und streifenförmigen Anbausysteme von schnellwachsenden Gehölzarten werden bereits seit den 1990er Jahren v.a. hinsichtlich ihrer Wuchseigenschaften und Energieeffizienz untersucht und zunehmend auf vormaligen Äckern etabliert. Die ökologischen Auswirkungen dieser neuartigen Biomassekulturen auf die Landschaft und die hier vorkommenden Lebensgemeinschaften sind jedoch kaum bekannt. Von vielen Ornithologen wird aufgrund der Flächenkonkurrenz der hochwachsenden Energiehölzer mit dem offenen Kulturland befürchtet, dass der zunehmende Anbau von Energiepflanzen zu einer weiteren Verschlechterung der Bestandssituation der Vögel der Agrarlandschaft führen wird (z. B. DO-G/DDA 2011, Joest/Illner 2011, Singgih 2011).

Hinsichtlich der Einflüsse der Energieholzplantagen auf die Vogelwelt existieren bereits einige Untersuchungen, v.a. aus dem Zeitraum der letzten 10-15 Jahre (z. B. Blei et al. 2011, Gruss/Schulz 2008, 2011, Jedicke 1995, Jedicke 1998, Mückschel et al. 2004, Sage et al. 2006, Schulz et al. 2008). Vergleichende Erhebungen in verschiedenen Regionen Deutschlands und unterschiedlichen Strukturtypen der Agrarholzflächen und auch anderen Energiepflanzen wurden in den letzten Jahren u.a. von Gruss/Schulz (2011), NABU/Bosch & Partner (2012) und Sage et al. (2006, 2010) durchgeführt.

Aus diesen ergibt sich v.a. die Erkenntnis, dass Agrarholzpflanzungen im Kurzumtrieb in Abhängigkeit vom jeweiligen Anbausystem und den verwendeten Arten grundsätzlich von Vögeln besiedelt werden können. Die vorgefundenen Artenzahlen sind im Vergleich zu natürlichen oder naturnahen Gehölzbiotopen jedoch geringer; seltene bzw. gefährdete Arten wurden nur ausnahmsweise festgestellt. In der Tendenz besagen die bisherigen Untersuchungen, dass Arten der Offenlandschaften in den Plantagen mit zunehmendem Alter durch solche der Feldgehölze, Hecken und Waldränder ersetzt werden, die Artenzahlen und Siedlungsdichten sind in den Kurzumtriebsgehölzen höher als auf Ackerflächen, aber niedriger als in Wäldern. In der Regel werden die Agrarhölzer von anpassungsfähigen Generalisten besiedelt, von denen die überwiegende Zahl als Randsiedler auftritt. Großflächige Agrarholzpflanzungen weisen im Innern geringere Vogeldichten auf.

Neben der grundsätzlichen Besiedelbarkeit wird aber auch das Problem der Inanspruchnahme von offenem Kulturland gesehen. Kurzumtriebsplantagen werden in der Regel in der (halb)offenen Kulturlandschaft angelegt und können Vögel, darunter auch Habitatspezialisten, aus ihren Lebensräumen verdrängen. Somit haben die Kulturen direkt Auswirkungen auf die umgebende Landschaft, besonders augenfällig am Beispiel der Avifauna.

In der ausgeräumten, intensiv genutzten Landschaft werden angelegte Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer Sicht weniger kritisch gesehen. Negative Effekte, auch hinsichtlich der Vogelbesiedlung, werden v.a. dann erwartet, wenn sie in bereits strukturreichen, halboffenen Kulturlandschaften etabliert werden. Es fehlen aber nach wie vor langjährige Untersuchungsreihen, welche die Auswirkungen eines großflächigen Anbaus von Agrarholz auf die Vogelwelt im betreffenden Landschaftsraum im Detail beleuchten. So stehen derzeit nur wenige Arten und Klone für die Gehölzpflanzungen bereit. Inwieweit diese unterschiedliche Qualitäten als Lebensraum für die Vögel aufweisen, ist noch weitgehend unklar. Auch sind die langfristigen Effekte der in mehrjährigem Abstand stattfindenden Holzernte auf die hier vorkommenden Populationen noch nicht erforscht. Daten zum Bruterfolg in den Kurzumtriebsplantagen sind überwiegend nicht vorhanden oder wegen der geringen Zahl nur wenig aussagekräftig. Welche Rolle evtl. auftretende Gewöhnungseffekte spielen und ob sich u.U. in Anpassung an die neuen Landnutzungssysteme eigene Artenkombinationen herausbilden, sind weitere wichtige offene Fragen.

Neben den Auswirkungen unterschiedlicher Anbausysteme in der Agrarholzproduktion auf die Avifauna sind zudem grundsätzliche Kriterien für die Standortwahl zu erarbeiten. So existieren derzeit noch keine verbindlichen Kriterien für die landschaftsraumbezogene Ausweisung von Vorrang- oder auch Tabuflächen für Kurzumtriebsplantagen.

4.4.4.3 Allgemeine Methodik

Zur Ermittlung der Nutzung der Energieholzkulturen durch die Avifauna sowie zur Darstellung der raumbezogenen ökologischen Wertigkeit neuartiger Anbausysteme wurde ein möglichst großräumiger Ansatz gewählt. In vier unterschiedlichen Regionen Deutschlands wurden neben den Kulturen nachwachsender Rohstoffe auch jeweils vergleichbare raumtypische Habitate im unmittelbaren Umfeld der Anbausysteme untersucht. Letztere befanden sich sowohl im intensiven, weithin offenen Agrarland als auch in bereits mit anreichernden Strukturelementen „versorgten“ Landschaften. Dabei wurden sowohl flächige als auch streifenförmige Anbausysteme berücksichtigt.

Die Erhebungen zur Avifauna wurden an Standorten in vier Bundesländern durchgeführt:

- Hessen: Raum Allendorf (2 Standorte)
- Bayern: Räume Freising und Scheyern (jeweils 1 Standort; zwei weitere, im ersten Jahr noch mit untersuchte Probeflächen wurden ab dem 2. bzw. 3. Kartierungsjahr nicht mehr aufgenommen)
- Saarland: Raum Marpingen (1 Standort)
- Niedersachsen: Raum Spelle (3 Standorte; eine vierte, im ersten Jahr noch mit untersuchte Probefläche wurde ab dem 2. Kartierungsjahr nicht mehr aufgenommen)

Eine Beschreibung der Untersuchungsflächen an den einzelnen Standorten kann den nachfolgenden Kapiteln 4.4.4.4 bis 4.4.4.7 entnommen werden.

Erste Untersuchungen zur Avifauna wurden bereits in 2010 durchgeführt, allerdings konnte aufgrund des jahreszeitlich späten Projektbeginns in jenem Jahr keine Revierkartierung mehr erfolgen. So

wurden im Juli noch jeweils 2, z.T. auch 3 Begehungen durchgeführt, die in erster Linie der exakten Festlegung der Kartierungsflächen vor Ort dienten und zugleich einen ersten Überblick über die lokale/regionale Avifauna und die mögliche Nutzung der Energieholzpflanzungen im betreffenden Raum zuließen. In den Jahren 2011 und 2012 wurde dann entsprechend der nachfolgend beschriebenen Methodik eine vollständige Kartierung der Vögel vorgenommen.

Für die Erfassung der Vögel wurde die Methodik der Revierkartierung gewählt, entsprechend den Standards von Südbeck et al. (2005). Die einzelnen Untersuchungsgebiete (s.u.) wurden flächendeckend bearbeitet. Dabei wurden die Vogelarten während mindestens 5 (max. 6) vollständigen Begehungen im Zeitraum März bis Juni (einzelne Arten bis Juli) bei jeweils geeigneter Witterung akustisch wie auch optisch erfasst, bei einigen Arten auch unter Verwendung einer Klangattrappe. Zur Ermittlung dämmerungs- bzw. nachtaktiver Arten erfolgten zusätzlich jeweils 2, in Einzelfällen auch 3 Nachtbegehungen. Die Brutfeststellung erfolgte nach revieranzeigenden Merkmalen (Reviergesang, Kopula, Sichtung von Nestern, Eiern, Jungvögeln, Jungvogelverbänden etc.). Alle Beobachtungen wurden mithilfe standardisierter Artkürzel und Symbole punktgenau in die Geländekarten eingetragen. Darüber hinaus wurde für jede Begehung ein Kurzprotokoll angefertigt, mit Angaben zum Begehungsdatum, der Uhrzeit, den aktuellen Witterungsverhältnissen sowie der Nutzung der Untersuchungsfläche und des unmittelbaren Umfeldes.

Erfasst wurden alle Vogelarten, die das entsprechende Untersuchungsgebiet (NawaRo-Kulturen und Vergleichsflächen) in der überwiegenden Zeit der Vegetationsperiode kontinuierlich nutzten, in erster Linie also Brutvögel. Gastvogelarten (Nahrungsgäste, Durchzügler) wurden – soweit möglich – ebenfalls registriert, standen aber nicht im Vordergrund der Betrachtung. Eine Nestersuche wie auch die Kontrolle des Bruterfolgs wurden nicht durchgeführt.

Zwischen den einzelnen Begehungsterminen einer Untersuchungsfläche lag ein Abstand von mindestens 10, maximal 20 Tagen. Die Dauer der Kartiergänge orientierten sich an den Bedingungen vor Ort und den artspezifischen Aktivitätsmustern der zu erwartenden Arten (s. Hinweise in Südbeck et al. 2005).

Aus den im Gelände erhobenen Daten wurden nach Abschluss der Kartierungen für jede Vogelart Revierkarten erstellt (Artkarten). Die Erstellung der Artkarten wurde in der Regel von den jeweils vor Ort tätigen Kartierern vorgenommen, so dass die entsprechenden Beobachtungsdetails in die Auswertung mit einfließen konnten. Hierbei wurden über gruppierte Registrierungen in Verbindung mit den brut- oder revieranzeigenden Verhaltensweisen sogenannte Papierreviere erstellt. Diese geben nicht den tatsächlichen Verlauf von (imaginären) Reviergrenzen in der Natur wieder, sondern lassen lediglich Rückschlüsse auf den ungefähren Ort einer Brut und die Anzahl der Brutreviere je Untersuchungsfläche zu. In seltenen Fällen wurden Brutplätze auch direkt dokumentiert (z.B. Greifvogelhorste, Zufallsfunde von besetzten Bruthöhlen oder Nestern).

Aus den gewonnenen Daten wurden kommentierte Artenlisten erstellt. Die aus den Papierrevieren ersichtlichen Revierzentren (nicht gleichzusetzen mit Brutorten) wurden zur Visualisierung der räumlichen Verteilung der Arten mit dem GIS ArcView digitalisiert und zur Herstellung entsprechender Fundpunktkarten genutzt.

Über die eigenen Kartierungen hinaus wurden vorhandene Unterlagen ausgewertet und eine Literaturrecherche zum Thema durchgeführt.

4.4.4.4 Methodische Details Allendorf

Der Modellstandort Allendorf (Hessen) liegt im Landkreis Waldeck-Frankenberg, dem flächengrößten Landkreis Hessens, an den Hängen des Edertals. Die ELKE-Kulturen sind in die recht strukturreiche, durch forst- und landwirtschaftliche Nutzung entstandene Kulturlandschaft des Osthessischen Berglandes eingebettet, die maßgeblich durch Biotoptypen wie Nadel-, Misch- und Laubwald, Grünland und Äcker geprägt wird. Die Landschaft zeichnet sich durch einen hohen Reichtum an gliedernden Elementen wie Hecken, Säumen usw. aus. Es überwiegt deutlich die land- und forstwirtschaftliche Nutzung. Die Landwirtschaft ist äußerst kleinflächig strukturiert, wird hauptsächlich im Nebenerwerb ausgeführt und hat ihren Schwerpunkt in der Milchviehwirtschaft.

Die Region am Modellstandort wird auf den nach Süden und Südwesten zur Eder hin sanft geneigten Hängen landwirtschaftlich genutzt. Die oberen Hangbereiche sind großflächig mit Wald bestockt. Vorherrschender Bodentyp ist podsolige Braunerde, die aus dem Verwitterungsmaterial (harter Ton und Schluffschiefer) aus Grauwacke und Phyllit entstanden ist.

Im Raum Allendorf wurden zwei größere Energieholzplantagen hinsichtlich ihrer Besiedlung durch Vögel untersucht. Die Untersuchungsfläche Haine befindet sich unmittelbar östlich, die Untersuchungsfläche Rennertehausen unmittelbar westlich der Ortschaft Haine (Abbildung 187). Der Abstand zwischen den beiden Flächen beträgt Luftlinie nur rund 1 km. Die großflächigen Plantagen wurden durch die Firma Viessmann angelegt und werden durch sie im Rahmen ihres strategischen Nachhaltigkeitsprojektes „Effizienz Plus“ bewirtschaftet und vor Ort zur Energiegewinnung genutzt. In beiden Flächen wurden bereits 2008 Energiehölzer gepflanzt, eine erste Ernte fand im Jahr 2011 statt. Von Fläche zu Fläche unterscheiden sich die angebauten Altersstadien, wodurch ein Mosaik aus offenen, halboffenen und geschlossenen Agrarholzflächen zu etwa gleichen Teilen vorhanden ist.



Abbildung 187: Untersuchungsgebiete Haine und Rennertehausen; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.

Das Hauptaugenmerk der Untersuchung lag auf der ca. 22,4 ha großen Agrarholzfläche östlich von Haine (Standortbezeichnung nachfolgend: Haine). Hier kamen ausschließlich Pappeln der Klone Max 1-4, Muhle Larsen und Androscoggin zum Einsatz. In diesem Bereich hat sich über dem felsigen Grund eine relativ dicke Bodenschicht aus Braunerde mit einer mittleren Wasserkapazität entwickelt.



Abbildung 188: Untersuchungsfläche Haine: Rand einer Agrarholzfläche mit Pappel (li.); angrenzende Grünlandflächen und kleinere Feldgehölze, im Hintergrund eine Agrarholzfläche (re.).

Neben den Energieholzflächen wurde zu Vergleichszwecken und zur Abschätzung des avifaunistischen Potenzials der Region auch das unmittelbare Umfeld großräumig hinsichtlich der Besiedlung durch Vögel erfasst. Zur Kulisse zählten die angrenzenden Intensiväcker mit dem überwiegenden Flächenanteil, dazu kleinere, meist randlich liegende Grünlandflächen (überwiegend

Wiesennutzung), drei Feldgehölze, mehrere Heckenstrukturen und ein Ausschnitt eines nördlich in rund 400 m Entfernung gelegenen Waldgebietes (Buchen-Eichenwald).

Westlich von Haine liegt die Untersuchungsfläche Rennertehausen. Sie wurde in das Untersuchungsdesign aufgenommen, da einerseits im Gesamtkontext aller Standorte in den vier Bundesländern nur am Standort Allendorf großflächige und bereits seit mehreren Jahren etablierte Energieholzkulturen vorhanden sind und andererseits sich nur hier die durch flächige Ausfälle der Kulturpflanzen bedingten strukturellen Auswirkungen auf die Vogelwelt studieren ließen. Für die Erfassung der Avifauna wurde die als Testfläche für bodenkundliche Untersuchungen ausgewählte Modellfläche auf die gesamten Kurzumtriebsplantagen und deren unmittelbares agrarisches Umfeld ausgeweitet. In Rennertehausen wurden Rein- und Mischbestände von Pappeln und Erlen sowie Reinbestände von Weiden gepflanzt. Im Gegensatz zur Modellfläche Haine ist der Boden in der Fläche Rennertehausen sehr flachgründig und besitzt ein geringeres Wasserspeichungsvermögen. Demzufolge treten hier vermehrt Ausfälle in den Gehölzkulturen durch Trockenheit auf, die sich in geringerem Wachstum der angepflanzten Baumarten oder auch in Form von flächigen Totalausfällen äußern. Auch am Standort Rennertehausen wurde das angrenzende Umfeld mit Ackerflächen, Grünland, Feldgehölzen und Hecken großräumig in die Kartierungen einbezogen. Ebenfalls in die Kartierkulisse wurde zu Vergleichszwecken eine nördlich angrenzende Waldfläche (Eichen-Hainbuchenwald) aufgenommen.



Abbildung 189: Untersuchungsfläche Rennertehausen: Rand einer Agrarholzfläche mit Weide (li.); angrenzende Grünland- und Ackerflächen und Heckenstrukturen (re.).

Die ersten Kartierungen in den Probeflächen Haine und Rennertehausen erfolgten bereits in 2010. Jahreszeitlich bedingt konnten allerdings nur jeweils 2 Begehungen durchgeführt werden. In den Folgejahren 2011 und 2012 wurden dann vollständige Revierkartierungen vorgenommen.

4.4.4.5 Methodische Details Freising & Scheyern

In Bayern wurden zunächst 4 Versuchsflächen von ELKE in das vorläufige Untersuchungsdesign aufgenommen. Sie befinden sich im Landkreis Freising (Pulling, Massenhausen, Ampertal) und im Landkreis Pfaffenhofen (Versuchsgut Scheyern). Alle Flächen wurden 2010 erstmals begangen. Da aufgrund des zu erwartenden Kartieraufwandes nicht alle Standorte bearbeitet werden konnten, richtete sich der Focus der Untersuchungen ab dem Jahr 2011 auf die beiden Versuchsflächen in Scheyern und Pulling.

Am Modellstandort im Versuchsgut Scheyern des Helmholtz Zentrums München werden Agroforstsysteme angebaut, wobei die Agrarholzstreifen jeweils von einer ökologisch (9 ha) und einer integriert (6 ha) bewirtschafteten Fruchtfolge ergänzt werden. Das Versuchsgut ist in eine strukturreiche, ebenfalls überwiegend konventionell landwirtschaftlich genutzte Hügellandschaft mit einzelnen größeren Waldresten eingebettet. Neben großen Ackerschlägen existieren hier auch noch einzelne Grünlandflächen. Die Anbauflächen in Scheyern besitzen eine Größe von 15,3 ha, davon sind 2 ha Agrarholz im Kurzumtrieb. Die Etablierung der Kulturen erfolgte im Jahr 2009 mit einheimischen Baumarten (Pappel, Robinie, Schwarzerle, Weide). In die avifaunistischen Kartierungen wurden alle Agrarholzflächen sowie als Vergleichsflächen die umliegenden Äcker, Grünländereien, Feldgehölze, Hecken und ein Teil des südlich angrenzenden Waldes einbezogen (siehe Abbildung 190).

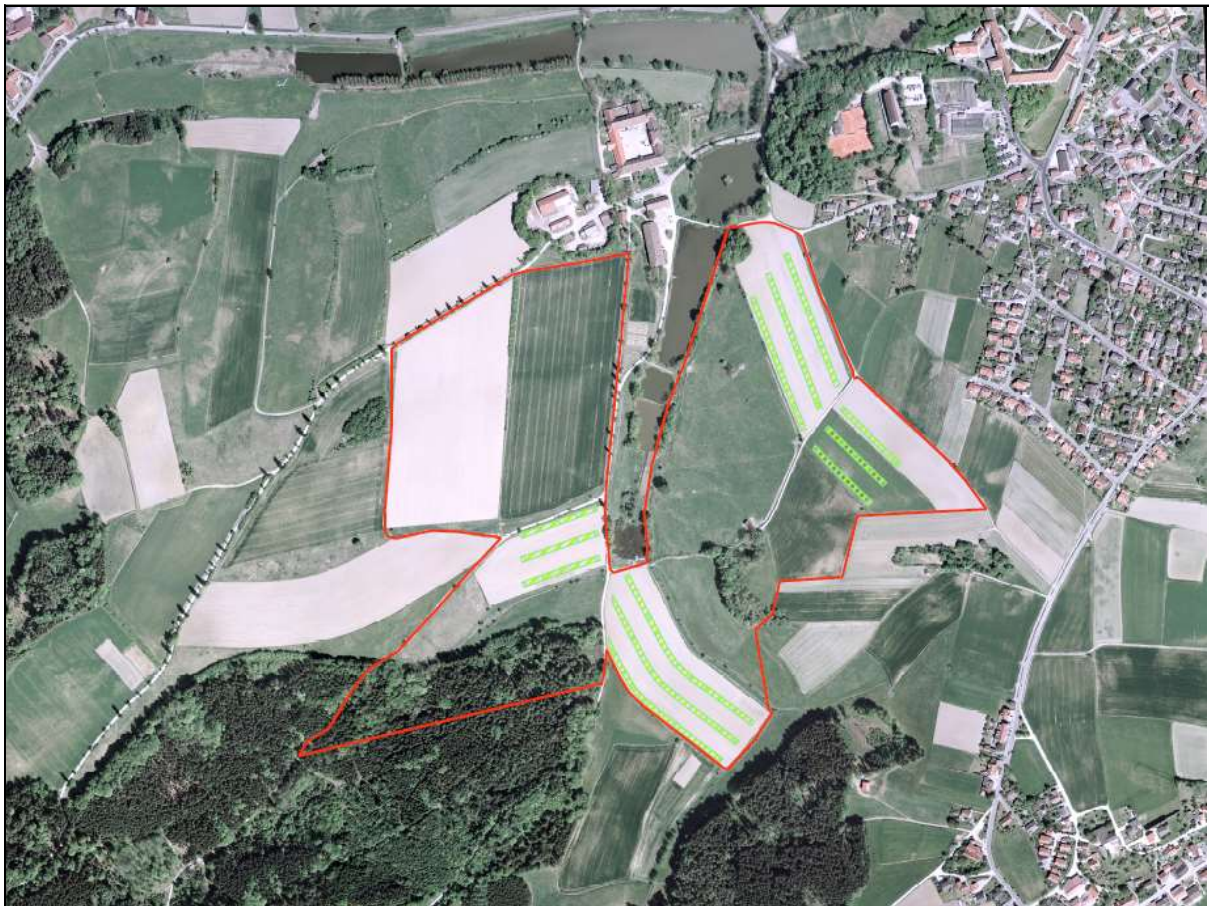


Abbildung 190: Untersuchungsgebiet Scheyern; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.

Die Fläche Pulling grenzt unmittelbar an das Gewerbegebiet Pulling-Nord an. Sie liegt in einer weiten, überwiegend agrarisch genutzten Landschaft mit überwiegendem Ackerbau in einem ehemaligen Niedermoorbereich des Freisinger Moores. Der Standort diente ehemals als Müllablageplatz und ist heute von einer ca. 1,9 ha großen Feuchtbache mit Hochstauden und den Resten eines ehemaligen Silberweiden-Auwaldes bewachsen. Durch den Landschaftspflegeverband Freising e.V. wurde hier u.a. die Anpflanzung eines Feldgehölzes als Ausgleichsmaßnahme der Stadt Freising umgesetzt. Im Frühjahr 2010 wurden im Randbereich der Brache 3 Reihen autochthone Weiden gepflanzt. Die

Brache wird dreimal pro Jahr gemäht, der Mahdrhythmus soll später auf zweimalige Mahd reduziert werden. Die Betreuung und Pflege der Fläche wird durch den Landschaftspflegeverband sichergestellt. In die avifaunistischen Untersuchungen wurden neben der ELKE-Fläche als Vergleichsstandorte die Feuchtbrache, angrenzende Gebüsch, der Auwaldrest sowie angrenzende, konventionell bewirtschaftete Ackerflächen, Grünland und Hecken einbezogen (siehe Abbildung 191).



Abbildung 191: Untersuchungsgebiet Pulling; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.

4.4.4.6 Methodische Details Marpingen

Der Modellstandort Marpingen (Saarland) liegt in der Hügellandschaft des St. Wendeler Landes in einer kleinräumig-gekammerten, strukturreichen und halboffenen Kulturlandschaft, die durch bis in die Gegenwart andauernde land- und forstwirtschaftliche Nutzung entstanden ist (Abbildung 192). Es besteht ein ausgewogenes Verhältnis von Acker, Grünland und Waldanteilen (Forst, Bauernwald und Niederwald). Wichtige landschaftsgliedernde Elemente sind Streuobstgärten und -riegel. Hecken sowie Säume. Als Bodentyp kommen überwiegend Braunerden aus neutral bis saurem Ausgangsgestein vor.

Der Untersuchungsraum umfasst den Bastberg mit kleineren Agrarholzpflanzungen innerhalb eines naturschutzfachlich-orientierten Landwirtschaftsprojekts der Naturland Ökoflächenmanagement GmbH (ÖFM), einer Tochtergesellschaft der Naturlandstiftung Saar, wo auf rund 40 ha Fläche Kompensationsprojekte für Eingreifer, Städte und Kommunen mittels eines Ökokontos durchgeführt werden. Die vormals konventionell bewirtschafteten Flächen wurden 2009 auf eine ökologische Bewirtschaftung nach EG-Öko-Verordnung umgestellt.

Als Kulturen werden Getreide-Leguminosen-(Ölfrucht-)Gemenge, Klee gras und Chinaschilf sowie Pappeln, Weiden und gebietstypische Gehölze in kurzen und mittleren Umtriebszeiten angebaut. Zurzeit existiert eine flächige, ca. 0,3 ha große Agrarholzpflanzung, die mit Pappeln bestockt ist und im Frühjahr 2010 begründet wurde. Unmittelbar neben der flächigen Pappel-Pflanzung liegt ein ca. 1,2 ha großer Miscanthus-Acker, der seit 2010 besteht. Der Bestand ist stark mit Wildkrautflora durchsetzt, stellenweise existieren offene Bodenstellen.

In 2011 und 2012 wurden am Modellstandort weitere linienhafte Agrargehölze gepflanzt, die zumeist bestehende Heckenelemente miteinander vernetzen oder ergänzen sollen. Ein Großteil der in 2011 vorgenommenen Neupflanzungen ist jedoch während Dürreperioden ausgefallen, so dass hier stellenweise nachgepflanzt werden musste. Die linienhaften Agrarholz-Pflanzungen weisen zur Zeit eher noch den Charakter von Ackerrandstreifen mit Wildkrautflora auf.

Als Referenzfläche wurde am Modellstandort Marpingen eine benachbarte, konventionell-landwirtschaftlich genutzte Hügelkuppe, der Metzelberg kartiert. Hier dominieren durch wenige Feldhecken strukturierte Ackerflächen. Hinzu kommen eine größere Brache sowie randlich gelegene Wiesen und Weiden. Die noch bis vor etwa 15-20 Jahren betriebene Milchviehhaltung ist hier mittlerweile fast vollständig verschwunden. Die landwirtschaftlichen Flächen sind größtenteils an Landwirte aus der Umgebung verpachtet worden. Auf den Äckern wird überwiegend Hafer und Roggen, zu etwa 25% auch Mais, angebaut. Die Flächen werden mit dem üblichen Betriebsmitteleinsatz intensiv bewirtschaftet (Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutzmittel, insbesondere Herbizide). Auf dem Metzelberg wurden vor ca. 10 Jahren drei Windenergieanlagen installiert.

Als Wald-Referenzfläche wurde der größere Nieder- und Bauernwald (Metzelberger Schachen) avifaunistisch erfasst. Neben der rein forstwirtschaftlichen Nutzung wird der Wald phasenweise zusätzlich mit Pferden und Schafen beweidet.

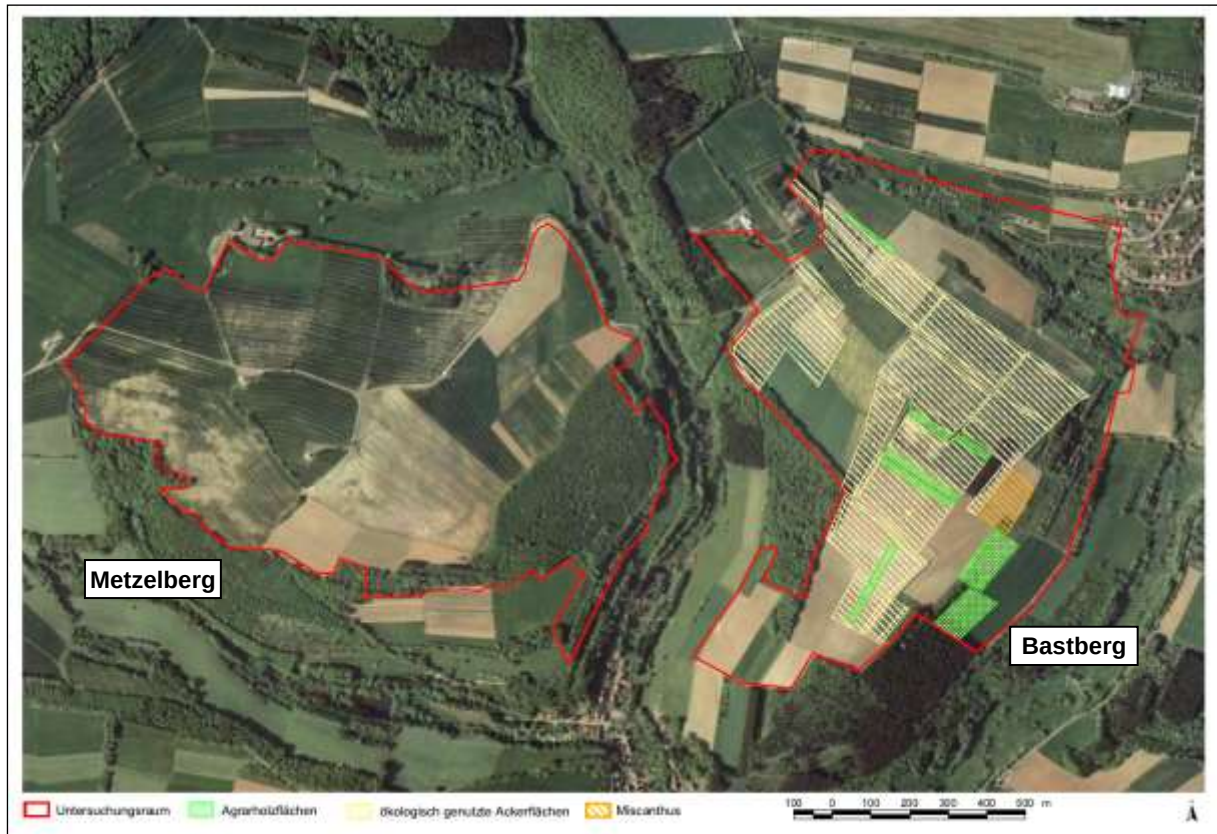


Abbildung 192: Untersuchungsgebiet Marpingen; rot: Abgrenzung der Untersuchungsräume.

4.4.4.7 Methodische Details Spelle

Der Modellstandort Spelle liegt im Süden des Landkreises Emsland im südwestlichen Niedersachsen an der Grenze zu Nordrhein-Westfalen. Naturräumlich wird die Region der Dümmer-Geestniederung und Ems-Hunte-Geest zugeordnet. Die vorherrschenden Bodentypen sind Podsole, Braunerde-Podsole und Gley-Podsole, die Hauptbodenart ist Sand. Die auf einer durchschnittlichen Höhe von 34 m über NN liegende, ebene Modellregion wird intensiv landwirtschaftlich genutzt, Schwerpunkte sind die Geflügel- und Schweinemast sowie die Ferkelerzeugung. Die Futtermittel werden in der Region direkt angebaut, so dass die landwirtschaftlichen Nutzflächen überwiegend dem Anbau von Futtergetreide und Futtermais dienen. Grünland ist nur sehr kleinflächig, zumeist im Umfeld der Gemeinden und Siedlungen vorhanden. Der Waldanteil ist gering und beträgt im Gebiet der Samtgemeinde Spelle lediglich 14%.

Am Modellstandort waren zunächst die Probeflächen Zur Mühle, Bramhof und Dreierwalder Straße als Untersuchungsflächen für die Avifauna vorgesehen. Da aus raumplanerischen Gründen die Fläche an der Dreierwalder Straße aber schon 2010 wieder aus der Kartierkulisse herausgenommen werden musste, wurde ab 2011 die Fläche Kranenmoorstraße für die weiteren Untersuchungen herangezogen.

Die rund 3 ha große Agrarholzfläche Zur Mühle liegt südlich von Schapen zwischen dem ausgebauten Fließgewässer Giegeler Aa, welches den Untersuchungsraum von Südwesten nach Nordosten durchzieht, und einer dichten Hecke mit Eichenüberhältern (Abbildung 193). Die Agrarholzkultur

besteht etwa zur Hälfte der Fläche aus Weide (Klone Inger und Tordis), daneben werden Pappel (Klone Hybrid 275 und Max 3), Eberesche, Sandbirke und Schwarzerle angebaut. Am nördlichen Rand der Agrarholzfläche wurde ein breiter Streifen Wildkräuter-Gemenge eingebracht. Zum Schutz vor Wildverbiss wurde die gesamte Kultur eingezäunt. Der das Agrarholz umschließende Untersuchungsraum umfasst eine Fläche von ca. 86 ha. Die Landschaft ist strukturell kleinräumig gegliedert, die Ackerparzellen sind überwiegend durch Hecken und Baumhecken abgegrenzt, im Randbereich des Untersuchungsraums sind kleinere Feldgehölze vorhanden. Größere Grünlandflächen sind nur im Bereich der Hoflage Zur Mühle vorhanden (Viehweiden).



Abbildung 193: Untersuchungsfläche Zur Mühle; rot: Abgrenzung des Untersuchungsraums, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.

Die Agrarholzfläche am Bramhof besitzt eine Flächengröße von ca. 3 ha und befindet sich nordöstlich von Schapen (Abbildung 194). Sie wurde im Frühjahr 2011 begründet. Angebaut werden in jeweils benachbarten Streifen die Leistungsklone Max 3 und Hybrid 275 (Pappel), Inger und Tordis (Weide) sowie einheimische Gehölzarten (Eiche, Sandbirke, Schwarzerle, Weißdorn und Eberesche). Etwa 65% der Fläche entfallen auf die beiden Weidenklone. Um den äußeren Rand der Agrarholzfläche wurde ein Streifen Wildkräuter-Gemenge angelegt. Zum Schutz vor Wildverbiss wurde auch hier die gesamte Kultur eingezäunt. Der gesamte Untersuchungsbereich, der die Agrarholzpflanzung einschließt, ist rund 65 ha groß. Auch hier ist die Landschaft durch Gehölzreihen gegliedert, allerdings weniger intensiv als im Bereich Zur Mühle. Randlich liegen drei Hoflagen mit kleineren Grünlandflächen (Viehweiden). Benachbart zum Agrarholz liegt eine größere Brache; hier wurde in einer kleineren, ehemaligen Bracheparzelle ein Wildkräuter-Gemenge eingebracht.



Abbildung 194: Untersuchungsfläche Bramhof; rot: Abgrenzung des Untersuchungsraums, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.

Die Untersuchungsfläche an der Kranenmoorstraße liegt westlich von Schapen und besitzt eine Fläche von 2 ha mit randlichen Streifen Wildkräuter-Gemenge (Abbildung 195). Die Etablierung der Agrargehölze fand im Frühjahr 2012 statt, verwendet wurden die Leistungsklone Max 3 und Hybrid 275 (Pappel), Inger und Tordis (Weide) sowie einheimische Gehölzarten (Sandbirke und Eberesche), die in sechs gleichbreiten Streifen auf der vormaligen Ackerfläche gepflanzt wurden. Die Kultur wurde zum Schutz vor Wildverbiss eingezäunt. Der die Agrarholzfläche umgebende Untersuchungsraum besitzt eine Flächengröße von 47 ha. Wie an den beiden anderen Untersuchungsflächen am Modellstandort Spelle, handelt es sich auch hier um eine intensiv genutzte Agrarlandschaft, die v.a. durch Baumreihen und Hecken entlang der Wirtschaftswege aufgelockert wird. Es findet hauptsächlich ackerbauliche Nutzung statt mit überwiegendem Maisanbau, (Winter-)Getreide findet sich nur auf wenigen Parzellen. Grünland ist nur in Form einer größeren Parzelle im Norden des Untersuchungsraums, die mit Futtergras eingesät wurde, vorhanden. Zur Kartierkulisse zählt auch eine ca. 2 ha große Waldparzelle (Eichenwald mit einzelnen Buchen und Kiefern). Landwirtschaftliche Höfe oder kleinere Ansiedlungen sind innerhalb des Untersuchungsraums nicht vorhanden.



Abbildung 195: Untersuchungsfläche Kranenmoorstraße; rot: Abgrenzung des Untersuchungsraums, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.

4.4.4.8 Ergebnisse & Diskussion

4.4.4.9 Ergebnisse Allendorf

Avifauna der Untersuchungsräume

Gesamt-Artenzahlen:

Da für die ornithologischen Erhebungen im ELKE-Projekt ein sehr großräumiger Untersuchungsansatz gewählt wurde, der nicht nur die ELKE-Flächen selbst umfasst, sondern auch Referenzflächen einschließlich eines großzügig bemessenen Umfelds, können – unter Berücksichtigung der Angaben in der Avifauna von Hessen (HGON 2010) – konkrete Aussagen über die lokale bzw. regionale Avifauna gemacht werden, die wiederum als Quellavifauna für die Agrarholzflächen dient.

Zur Ermittlung der Gesamt-Artenzahlen wurden die Daten beider Untersuchungsjahre (2011 und 2012) jeweils für die Untersuchungsräume Haine und Rennertehausen zusammengefasst sowie nach Brut- und Gastvögeln getrennt. Beide Untersuchungsräume umfassen sowohl die Agrarholzflächen als auch deren Umfeld einschließlich der Referenzflächen.

In der Untersuchungsfläche Haine wurden in 2011 und 2012 insgesamt 89 Vogelarten festgestellt, davon brüteten 61 Arten, weitere 28 traten als Gastvögel auf; am Standort Rennertehausen wurden im gleichen Zeitraum 77 Arten insgesamt mit 57 Brutvogel- und 20 Gastvogelarten dokumentiert (Abbildung 196).

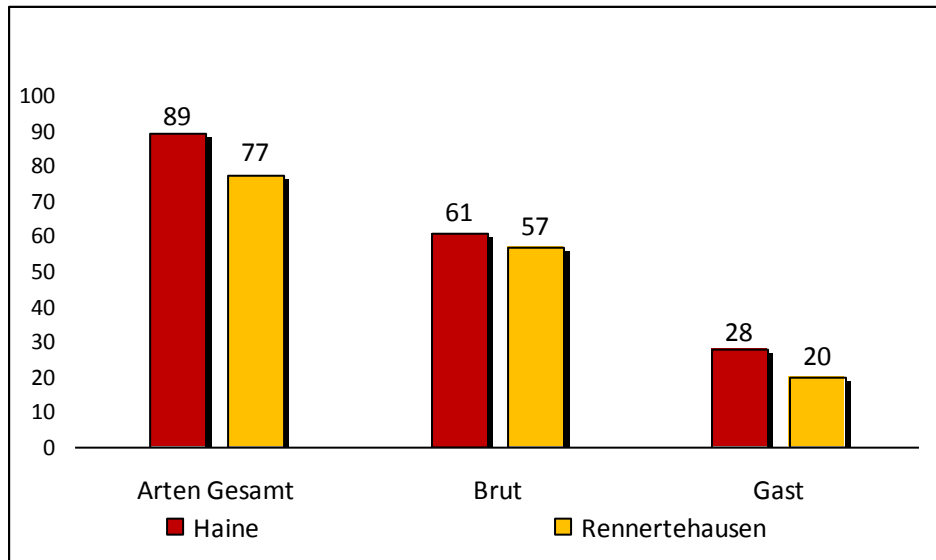


Abbildung 196: Gesamtartenzahlen in den Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen.

Die Vogelwelt am Modellstandort Allendorf ist aufgrund der naturräumlichen Kulisse und der hohen Lebensraumvielfalt als artenreich zu bezeichnen. Dies spiegelt sich auch im Artenspektrum der Untersuchungsflächen wider, welches die vorhandenen Lebensraumtypen sehr gut repräsentiert. Neben typischen Waldvogelarten, von denen einige auch in Feldgehölzen und auf Sukzessionsbrachen mit Gehölzaufwuchs vorkommen, leben in der strukturreichen Halboffenlandschaft vor allem Gebüsch- und Heckenbrüter sowie in den konventionell agrarisch genutzten Flächen auch echte Offenlandarten, d.h. Bodenbrüter der offenen Kulturlandschaft. Als typische Waldarten wurden z.B. Grau- und Schwarzspecht, Waldkauz, Buchfink, Kleiber, Trauerschnäpper, Waldlaubsänger und Eichelhäher nachgewiesen; charakteristische Gebüsch- und Heckenbrüter des Halboffenlandes sind beispielsweise Neuntöter, Dorngrasmücke, Bluthänfling und Goldammer. Charakteristische Vertreter der echten Feldvögel sind in Haine wie auch in Rennertehausen z.B. Feldlerche, Rebhuhn und Wachtel. Hinzu treten einige Arten, die in hochwüchsigen Wiesen, Brachen und Hochstaudenfluren brüten (z.B. Sumpfrohrsänger, Feldschwirl, Braunkehlchen und Wachtelkönig) sowie Siedlungsarten, die wegen ihrer hohen Anpassungsfähigkeiten im direkten Wohnumfeld des Menschen leben können (z.B. Haussperling, Rauchschwalbe, Grünfink, Girlitz). Die meisten der vorkommenden Arten sind weit verbreitet und häufig (vgl. HGON 2010), daneben sind aber auch einige in Hessen und/oder Deutschland gefährdete Vogelarten vertreten (Bsp. Braunkehlchen, Wiesenpieper, Raubwürger) (HGON/VSW 2006, Südbeck et al. 2009).

Neben den Brutvögeln werden die Untersuchungsflächen auch von etlichen Gastvögeln aufgesucht. Einige brüten im unmittelbaren Umfeld und beziehen lediglich Teile des betrachteten Raums als Nahrungshabitate in ihre Reviere ein (z.B. Braunkehlchen, Rotmilan) oder sie halten sich hier kurzfristig zur Rast oder Nahrungssuche während des Durchzugs auf (z.B. Steinschmätzer, Wiesenpieper).

Vergleich der beiden Untersuchungsjahre

Am Standort Haine wurden in 2011 in der gesamten Untersuchungsfläche 71, in 2012 insgesamt 78 Vogelarten nachgewiesen (Tabelle 226). Der Anteil der Brutvögel an der Gesamtartenzahl kann aufgrund von natürlichen Populationsschwankungen, Witterungsverläufen, Habitatverlusten oder anderen äußeren Einflüssen von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich sein. In Haine war die Anzahl der Brutvögel in den beiden Untersuchungsjahren mit 53 (2011) bzw. 52 (2012) zwar fast gleich hoch, wegen der großen Unterschiede bei den Gastvögeln (18 bzw. 26 Arten) jedoch prozentual sehr verschieden (Abbildung 197). Dieser Unterschied kann allerdings durchaus auch methodisch bedingt sein. Bei einer Frequenz von 5 Geländebegehungen je Untersuchungsfläche und Jahr ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass nicht alle Gastvögel beobachtet werden. Nahrungsgäste und insbesondere Durchzügler treten oft nur ein- bis wenige Male in einem definierten Raum auf, so dass sie mitunter erst bei höheren Begehungsfrequenzen oder langjährigen Kartierungen Aufnahme in die Artenlisten finden. Hinzu kommt, dass bei der hier gewählten Methode der Revierkartierung zur Ermittlung der Brutvögel in den Herbst- und Wintermonaten (außer im März) keine Kartiergänge stattfanden.

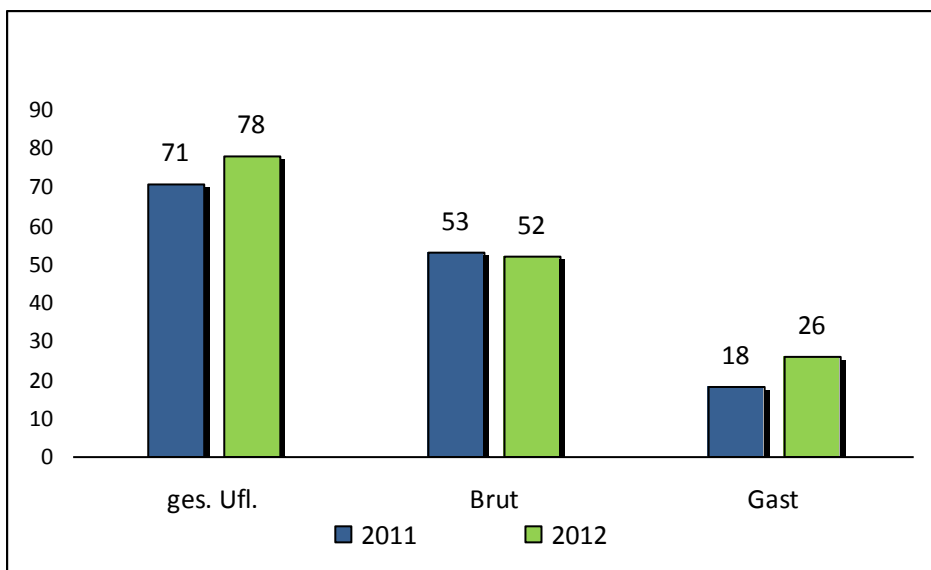


Abbildung 197: Untersuchungsfläche Haine: Vergleich der Untersuchungsjahre.

Innerhalb der Brutvögel ergab sich im Vergleich der beiden Untersuchungsjahre kein einheitliches Bild. Die Bestände der meisten Waldvogelarten waren in den beiden Referenzwaldflächen weitestgehend stabil. Auffällige Bestandseinbrüche wurden nicht vermerkt. Während bei vielen Arten die Brutpaarzahlen in beiden Jahren nahezu gleich waren, konnten bei einigen Differenzen festgestellt werden, die jedoch im Bereich natürlicher Populationsschwankungen lagen. Dies gilt so auch für die Arten der halboffenen und offenen Kulturlandschaft (Gebüsch- und Bodenbrüter der Agrarflächen und angrenzenden Hecken und Feldgehölze). Bemerkenswert ist die relativ hohe Dichte der Feldlerche am Standort Haine, die in beiden Jahren annähernd gleich war (2011: 37 Reviere, 2012: 35 Reviere) und sich gleichmäßig über das gesamte Offenlandareal der Untersuchungsfläche (einschließlich der Agrarholzflächen, Abbildung 205) verteilte. Insgesamt wies die Avifauna nur bei wenigen Arten

größere Unterschiede auf, so z.B. bei Dorngrasmücke (2011: 20 Reviere, 2012: 12 Reviere), Baumpieper (2011: 5 Reviere, 2012: 0 Reviere) und Buchfink (2011: 16 Reviere, 2012: 23 Reviere). Diese lassen sich aufgrund der Beobachtungen nicht auf eine eindeutige Ursache zurückführen. Möglicherweise führten extreme Witterungsbedingungen zu Brutaussfällen bei einigen Arten. So war am Modellstandort der Frühling 2011 durch eine auffallende und lang andauernde Trockenheit geprägt, während sich das Jahr 2012 durch ein sehr kühles Frühjahr und einen recht zögerlichen Sommerbeginn auszeichnete. Die Agrarholzflächen waren an den auffälligen Unterschieden der Brutpaarzahlen nicht beteiligt.

Am Standort Rennertehausen konnten in 2011 innerhalb der Untersuchungsfläche 60, in 2012 66 Vogelarten festgestellt werden (Tabelle 227). Der Unterschied in den Artenzahlen zu Haine ist in erster Linie in der erheblich kleineren Fläche des (gesamten) Untersuchungsraums (ca. 40 ha im Vergleich zu ca. 99 ha) sowie der in Teilbereichen unterschiedlichen Habitatausstattung begründet. Obwohl die Untersuchungsfläche in 2012 einen größeren Gesamtbrutvogelbestand aufwies, war die Anzahl der Brutvögel in diesem Jahr deutlich niedriger. Dies lässt sich zum Teil mit Populationsschwankungen erklären, deren Ursachen in Verlusten im Winterquartier oder während des Zuges geschehen und im lokalen Raum zu suchen sind (z.B. bei Hohltaube, Klappergrasmücke, Trauerschnäpper, Raubwürger). Auch großklimatische Effekte können eine Rolle spielen. So wurde die Wachtel nur in 2011 beobachtet (sowohl in Rennertehausen wie auch in Haine), während sie in 2012 in beiden Untersuchungsflächen offenbar fehlte. Von der Wachtel ist bekannt, dass sie in manchen Jahren in großen Anzahlen in Mitteleuropa einfliegt (z.T. großklimatisch bedingt; „Invasionsvogelart“), so dass ihre Bestände im langjährigen Vergleich starke Schwankungen aufweisen. Das Jahr 2011 war ein solches Wachteljahr, an dem vielerorts ungewöhnlich viele Wachteln beobachtet wurden (vgl. www.birdnet.de). Bemerkenswert ist die im Vergleich zu den brütenden Arten deutlich größere Anzahl an Gastvögeln, die in Rennertehausen (wie auch in Haine) in 2012 beobachtet wurde.

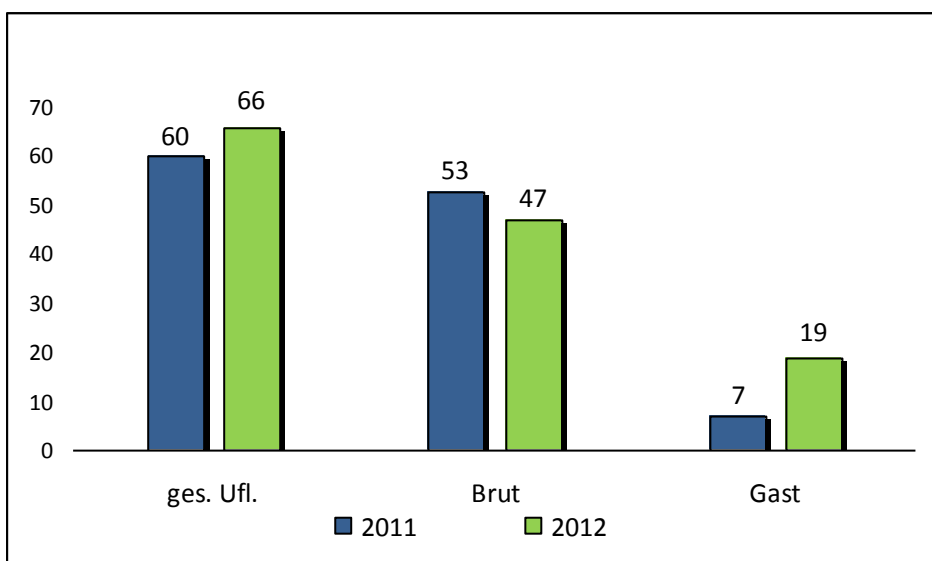


Abbildung 198: Untersuchungsfläche Rennertehausen: Vergleich der Untersuchungsjahre.

Innerhalb der Brutvögel war das Bild wie in Haine nicht einheitlich. Auffallend war v.a. die starke Bestandszunahme beim Buchfink von 13 Brutpaaren in 2011 auf 30 Brutpaare in 2012. Eine Erklärung für diesen enormen Zuwachs in solch kurzer Zeit kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Möglicherweise ist hier – wie auch schon in den Vorjahren in einigen Teilen der Bundesrepublik – das „Finkensterben“ mit verantwortlich, das durch den leicht von Vogel zu Vogel übertragbaren Einzeller *Trichomonas gallinae* übertragen wird, der insbesondere in milden Wintern auftritt.

Bis auf die genannten größeren Unterschiede bei den Brutpaarzahlen einiger weniger Arten ist die Avifauna der beiden Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen relativ ähnlich, ein Umstand, der schon durch die unmittelbare Nachbarschaft beider Flächen zu erklären ist.

Nutzung der Agrarholzflächen durch die Avifauna

Da die Gehölzkulturen aufgrund der am Standort Allendorf durchgeführten Ernterotation in verschiedenen Altersstadien nebeneinander vorkommen, liegen frisch beerntete, offene Flächen neben gering sowie hoch aufgewachsenen Kulturen (Abbildung 199). Aus diesem Grund entsteht einerseits ein relativ hoher Randlinieneffekt, andererseits weisen die im Winterhalbjahr beernteten Flächen bis weit in die nächste Vegetationsperiode hinein einen lockeren Offenlandcharakter auf.



Abbildung 199: Untersuchungsfläche Haine: Mosaik aus hochgewachsenen und auf den Stock gesetzten Pappel-Kulturen (li.); im Winterhalbjahr beerntete Pappelkultur (re.).

Dem entsprechend werden die Kurzumtriebsplantagen von den Vögeln je nach Art und Artengruppe unterschiedlich genutzt. Von 52 in 2012 in der gesamten Untersuchungsfläche Haine brütenden Vogelarten wurden 11 als Brutvögel auch in den Agrarholzflächen festgestellt (Abbildung 200). Dies entspricht einem Anteil von 21,2%. Im Jahr zuvor waren die Verhältnisse ähnlich: Auch hier brüteten 11 Arten in den Gehölzpflanzungen bei einem Gesamtbrutbestand von 53 Arten (Anteil: 20,8%).

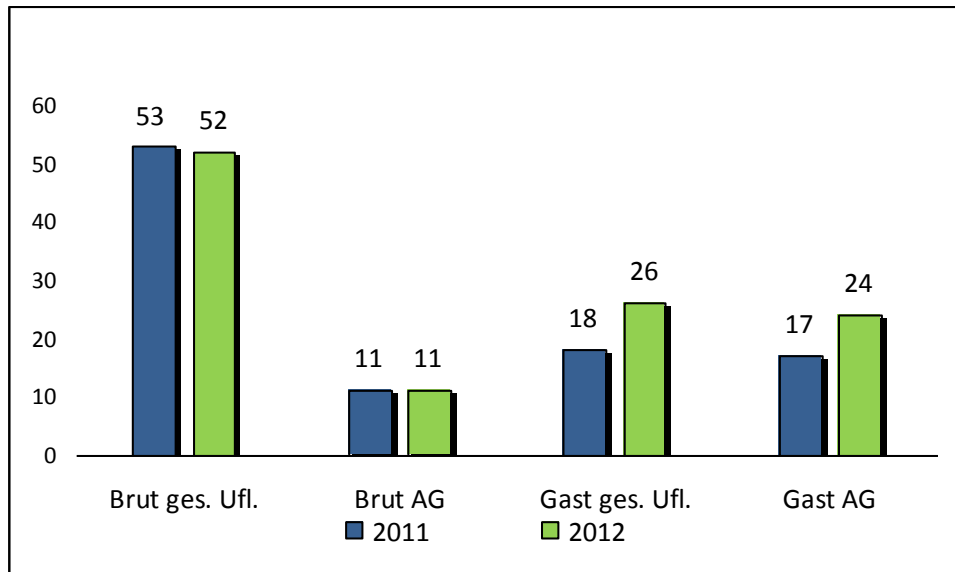


Abbildung 200: Haine: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den AG-Flächen in 2011-2012 (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb).

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsjahren 13 Brutvogelarten in den Agrarhölzern festgestellt. Vogelarten, die ausschließlich in den Agrarholzpflanzungen brüteten, im restlichen Untersuchungsraum also nur als Nahrungsgäste auftraten, kamen nicht vor.

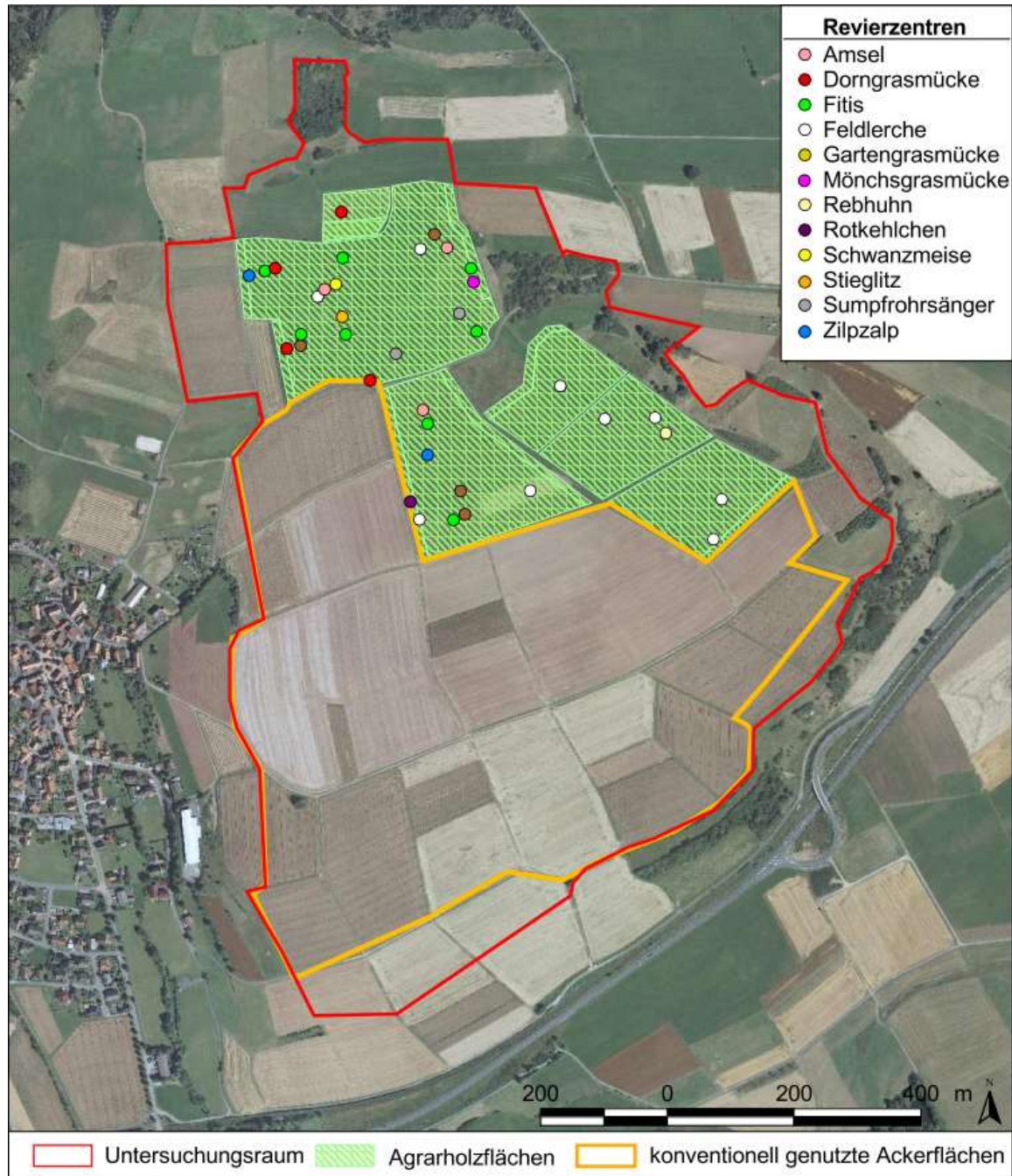


Abbildung 201: Haine: Revierzentren aller Brutvogelarten in den Agrarholzflächen in 2012.

In der Untersuchungsfläche Rennertehausen war eine noch stärkere Nutzung der Agrarholzplantagen durch die lokale Avifauna festzustellen. Hier brüteten in 2012 von 47 in der gesamten Untersuchungsfläche vorkommenden Brutvogelarten 15 auch in den Holzkulturen (Abbildung 202). Dies entspricht einem Anteil von 31,9%. In 2011 war das Verhältnis mit 28,3% etwas geringer. Es brütete zwar eine Art mehr in den Agrarholzplantagen als in 2012, allerdings wurden gleichzeitig im gesamten Untersuchungsraum Rennertehausen auch 6 Brutvogelarten zusätzlich dokumentiert.

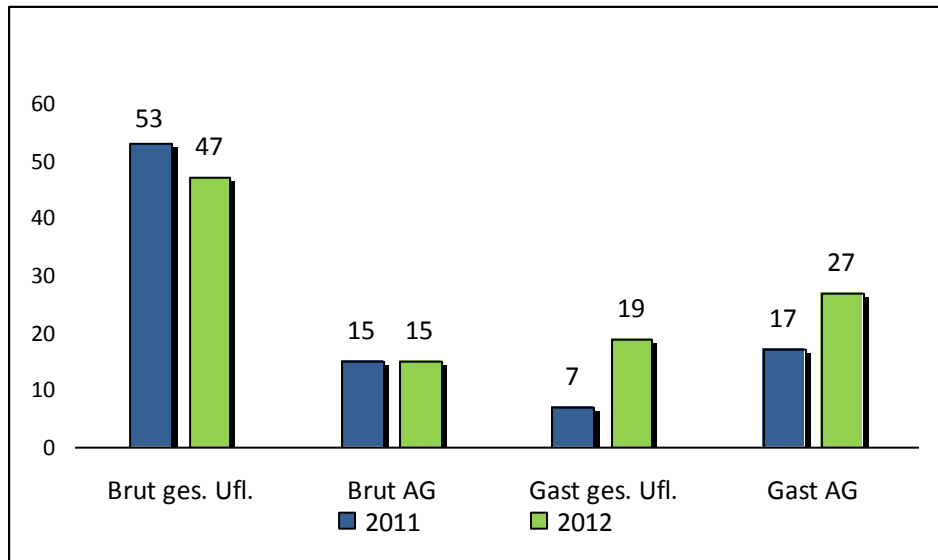


Abbildung 202: Rennertehausen: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den AG-Flächen in 2011-2012 (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb).

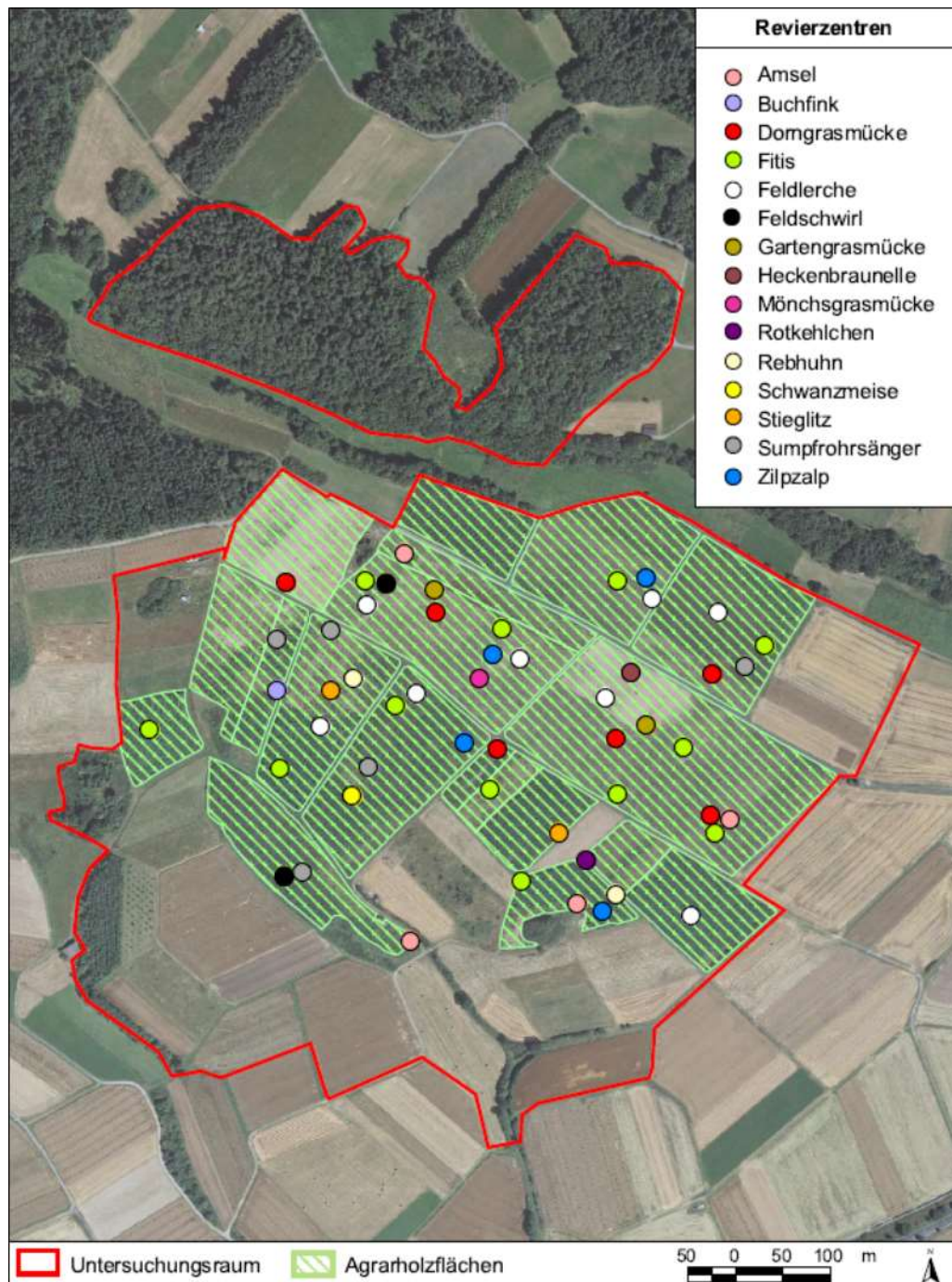


Abbildung 203: Rennertshausen: Revierzentren aller Brutvogelarten in den Agrarholzflächen in 2012.

Das Artenspektrum setzt sich aus unterschiedlichen Anspruchstypen zusammen. Zur Veranschaulichung wurden die einzelnen Vogelarten entsprechend ihrer Habitatpräferenzen ökologischen Gruppen zugeordnet (Abbildung 204).



Abbildung 204: Haine (links), Rennertehausen (rechts): Anteil der Brutvögel (Artenzahlen) aus den unterschiedlichen ökologischen Gruppen in den beiden Untersuchungsjahren (AL: Agrarlandschaft).

Wie die Abbildung zeigt, ist sowohl das Verhältnis der Anteile der Brutvogelarten an den ökologischen Gruppen als auch das Verhältnis der ökologischen Gruppen zur Gesamtbrutzahl in den beiden Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen annähernd gleich. Erwartungsgemäß werden die Agrarholzflächen überwiegend von Gehölzbrütern (Freibrütern) angenommen, die in den jungen, aufwachsenden Gehölzen geeignete Bruthabitate finden. Bemerkenswert ist, dass die neuartigen, gehölzdominierten Landnutzungssysteme auch von echten Feldvögeln als Brutlebensraum akzeptiert werden. So brüteten in 2011 und 2012 in Haine jeweils 2, in Rennertehausen je 3 Offenlandarten in diesen Flächen. Genutzt werden dazu die im Herbst/Winter des Vorjahres frisch beernteten Bestände, in denen die Gehölze auf den Stock gesetzt wurden und dann im Brutjahr weitgehend Offenlandcharakter besaßen sowie Bereiche mit Wuchsausfällen, die lichtungsgleich in den ansonsten hochgewachsenen Agrarholzflächen eingestreut waren (s.u.).

In 2011 wurde in Rennertehausen erstmals auch eine Art festgestellt, die ausschließlich in den Agrarholzflächen, nicht aber im restlichen Untersuchungsraum brütete. Dies war ein Paar der Rohrammer, welches in einer jungen Pflanzung aus Weidenklonen sein Nest angelegt hatte.

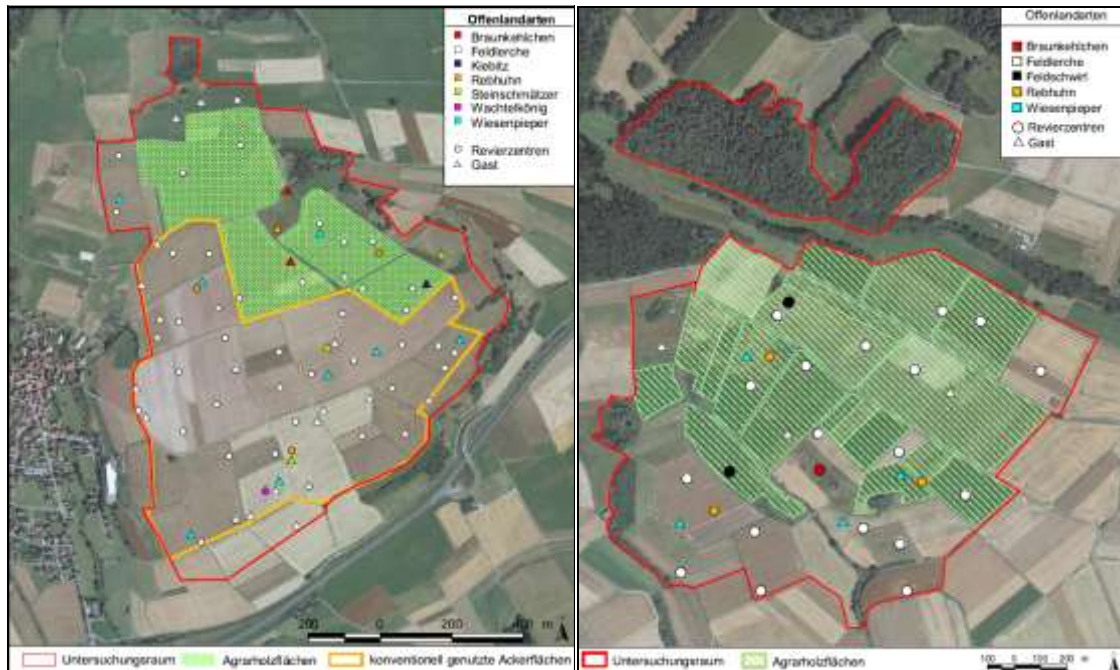


Abbildung 205: In 2012 nachgewiesene Feldvögel in den Untersuchungsflächen Haine (li.) und Rennertehausen (re.).

In der nachfolgenden Tabelle 133 sind alle Brutvögel der Agrarholzpflanzungen der beiden Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen für 2011 und 2012 zusammengestellt.

Tabelle 133: Brutvogelarten in den Agrarholzpflanzungen in den Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen in 2011 und 2012.

Art	Haine		Rennertehausen	
	2011	2012	2011	2012
Amsel	2	2	2	4
Bachstelze	-	-	1	-
Bluthänfling	-	-	3	-
Buchfink	-	-	-	1
Dorngrasmücke	4	4	4	6
Feldlerche	7	9	11	13
Feldschwirl	-	-	-	1
Fitis	4	8	5	11
Gartengrasmücke	1	4	1	3
Goldammer	1	-	-	-
Heckenbraunelle	-	-	1	-
Mönchsgrasmücke	1	1	3	3
Neuntöter	-	-	-	1
Rebhuhn	1	1	1	2
Rohrhammer	-	-	1	-
Rotkehlchen	1	-	1	1
Schwanzmeise	1	1	-	1
Stieglitz	-	1	-	1
Sumpfrohrsänger	-	2	2	4
Wachtelkönig	-	-	1	-
Zilpzalp	1	2	3	2
Summe	24	36	40	53

In den beiden Untersuchungsjahren wurden die Agrarholzplantagen von 21 Vogelarten als Bruthabitat genutzt. Den größten Anteil bilden mit 9 Arten die Vögel der halboffenen und reich strukturierten Kulturlandschaft (Bachstelze, Bluthänfling, Dorn- und Gartengrasmücke, Fitis, Goldammer, Neuntöter, Stieglitz und Sumpfrohrsänger). Diese Arten besiedeln die aufgewachsenen Kurzumtriebsplantagen sowohl im Randbereich als auch im strukturell relativ monotonen Inneren.

Mit Amsel, Heckenbraunelle, Mönchsgrasmücke, Rotkehlchen, Schwanzmeise und Zilpzalp besiedeln auch 7 charakteristische Waldarten die flächigen Agrarholzplantagen. Hierbei handelt es sich allerdings um häufige, in der gesamten mit Gehölzen und Wäldern durchsetzten Kulturlandschaft vorkommende Arten mit einem breiten Habitatspektrum. Ausgesprochene Waldarten mit höheren Ansprüchen an ihre spezifischen Lebensräume wie z.B. Waldlaubsänger wurden nicht festgestellt. Die Schwanzmeise kann als nestbauender Freibrüter die z.T. dichten Gehölzbestände nutzen, während andere, höhlenbrütende Meisen aufgrund des jungen Alters der Agrarholzflächen und dem damit einhergehenden Fehlen jeglicher Höhlenbildung ausfallen. Dies gilt für alle höhlenbrütenden Waldarten wie z.B. alle Spechte und den Trauerschnäpper. Auch Greifvögel und andere große Nester (Horste) bauende Vogelarten können in den Agrarholzflächen wegen des Fehlens entsprechender Großbäume nicht zur Brut schreiten.

Für einige der vorgenannten Vogelarten repräsentieren die 2- bis 5-jährigen, höheren Agrarholztypen Vorwaldstadien, die von ihnen auch in der naturnahen Landschaft regelmäßig besiedelt werden. So wurden v.a. Zilpzalp, Fitis und Gartengrasmücke regelmäßig in diesen aufgewachsenen Agrarholzflächen beobachtet. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen u.a. auch Berg (2002) für schwedische Weidenplantagen sowie Gruss/Schulz (2011) für Kurzumtriebsplantagen in Deutschland.

Der Vergleich einiger Gehölzbrüter zeigt, dass typische Waldarten wie z.B. Buchfink und Mönchsgrasmücke die Agrarholzflächen nur in sehr geringem Maß nutzen, während sie in den untersuchten, benachbarten Waldflächen häufig auftreten. Demgegenüber stehen Arten des Halboffenlandes und der Gebüschfluren wie Dorngrasmücke oder Fitis: Während die Dorngrasmücke den Wald vollständig meidet, in den Agrarholzflächen und angrenzenden Feldgehölzen aber nicht selten ist, besiedelt der Fitis lichte Waldstellen und Waldränder in geringer Dichte, zählt in den Kurzumtriebsplantagen aber zu den häufigsten Brutvögeln (Abbildung 206).

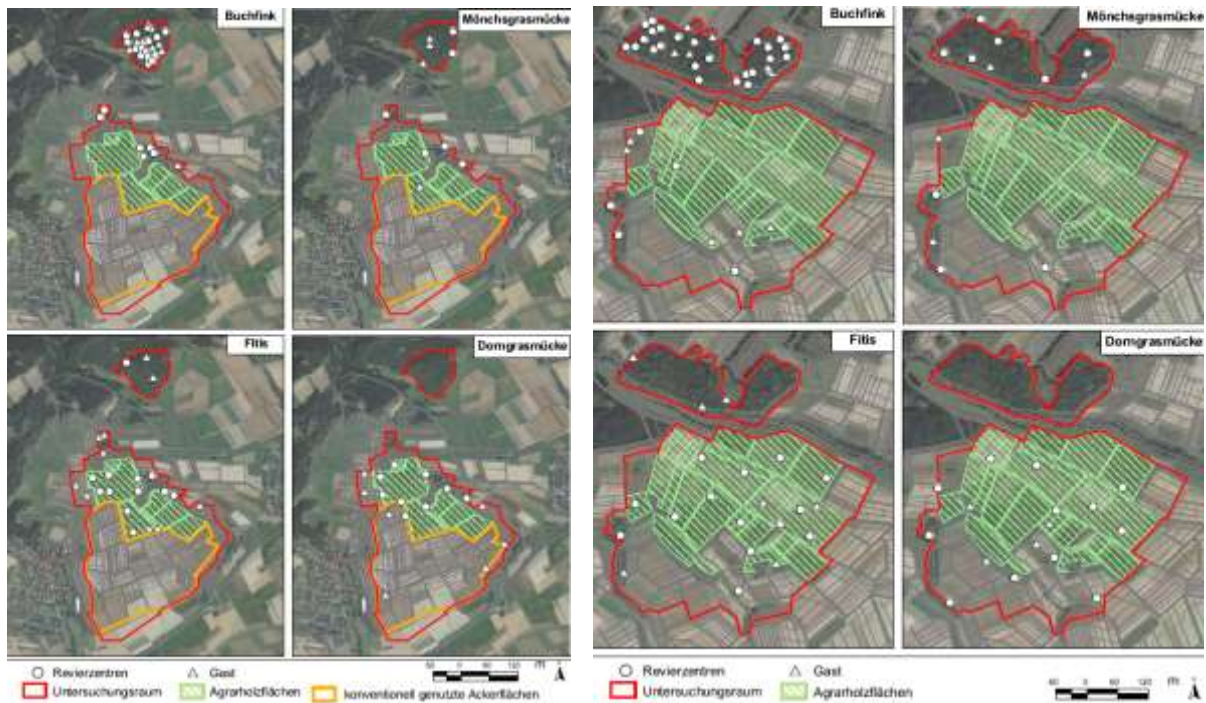


Abbildung 206: Vergleich der Nutzungsdichten von 4 Vogelarten in den Agrarholz- und Referenzflächen in Haine (li.) und Rennertehausen (re.) in 2012.

Neben den Gehölzbrütern werden die Agrarholzplantagen auch von echten Feldvögeln, die ansonsten die weithin offene Agrarlandschaft mit i.d.R. freier Rundumsicht besiedeln, als Bruthabitat angenommen. Dies sind Arten, die in der übrigen Landschaft aufgrund der intensiven Landnutzung mittlerweile durchaus selten sind oder starke Bestandsrückgänge aufweisen. Die Brutvorkommen dieser Offenlandarten beschränken sich dabei auf diejenigen Agrarholzflächen, die im Herbst/Winter zuvor beerntet wurden und somit im Folgejahr einen Offenlandcharakter aufweisen (s.u.). Während Feldschwirf und Wachtelkönig nur jeweils einmal mit einem Brutpaar festgestellt wurden, konnte das Rebhuhn in allen Untersuchungsjahren und in beiden Untersuchungsflächen als Brutvogel mit je einem Revierzentrum bestätigt werden. Deutlich häufiger ist die aufgrund der intensiven

landwirtschaftlichen Nutzung vielerorts ebenfalls zurückgehende Feldlerche, die zugleich die häufigste Brutvogelart der Agrarholzfleichen am Modellstandort Allendorf ist (Tabelle 133).

Mit der Rohammer nutzte auch eine überwiegend an Gewässer (Röhrichte, Gebüsch und Hochstaudenfluren feuchter Standorte) gebundene Vogelart die Kurzumtriebsplantagen als Brutstandort. Die Art ist allerdings auch fernab von Gewässern anzutreffen, so bspw. auf krautreichen Brachen und Ackerbrachen oder Getreidefeldern (Südbeck et al. 2005). In Rennertehausen lag der Brutstandort am Rand einer Weidenplantage in Nachbarschaft zu weiteren Agrarholzfleichen mit angrenzenden Wegeschneisen.

Neben der Anzahl der die Agrarholzfleichen als Bruthabitat nutzenden Vogelarten sind auch die Gesamtzahlen der hier insgesamt festgestellten Reviere und der Anstieg der Brutpaarzahlen in den beiden Untersuchungsjahren bemerkenswert (Tabelle 133). So wurden in der Untersuchungsfläche Haine in 2011 24 Reviere von 11 Arten, in 2012 sogar 36 Reviere von ebenfalls 11 Vogelarten dokumentiert. In der Untersuchungsfläche Rennertehausen lagen die Zahlen noch höher: In 2011 brüteten 40 Paare von 15 Vogelarten, in 2012 wurden 53 Reviere von 14 Arten festgestellt. Ein Trend ist hieraus allerdings nicht abzuleiten. Dazu müssten Untersuchungen über einen längeren Zeitraum von mindestens 4-5 Jahren erfolgen.

Die Anlage von Agrarholzfleichen steht in direkter Konkurrenz mit den im jeweiligen Landschaftsraum verfügbaren Bruthabitaten für Offenlandvögel im Agrarland. Am Beispiel der Feldlerche wird aber deutlich, dass die neuartigen Landnutzungssysteme nicht zwangsläufig zu einer Verdrängung der Vögel des Agrarlandes führen müssen (Abbildung 207). In den Agrarholzbeständen in Haine und Rennertehausen war die Feldlerche in beiden Untersuchungsjahren der häufigste Brutvogel (s.o.).

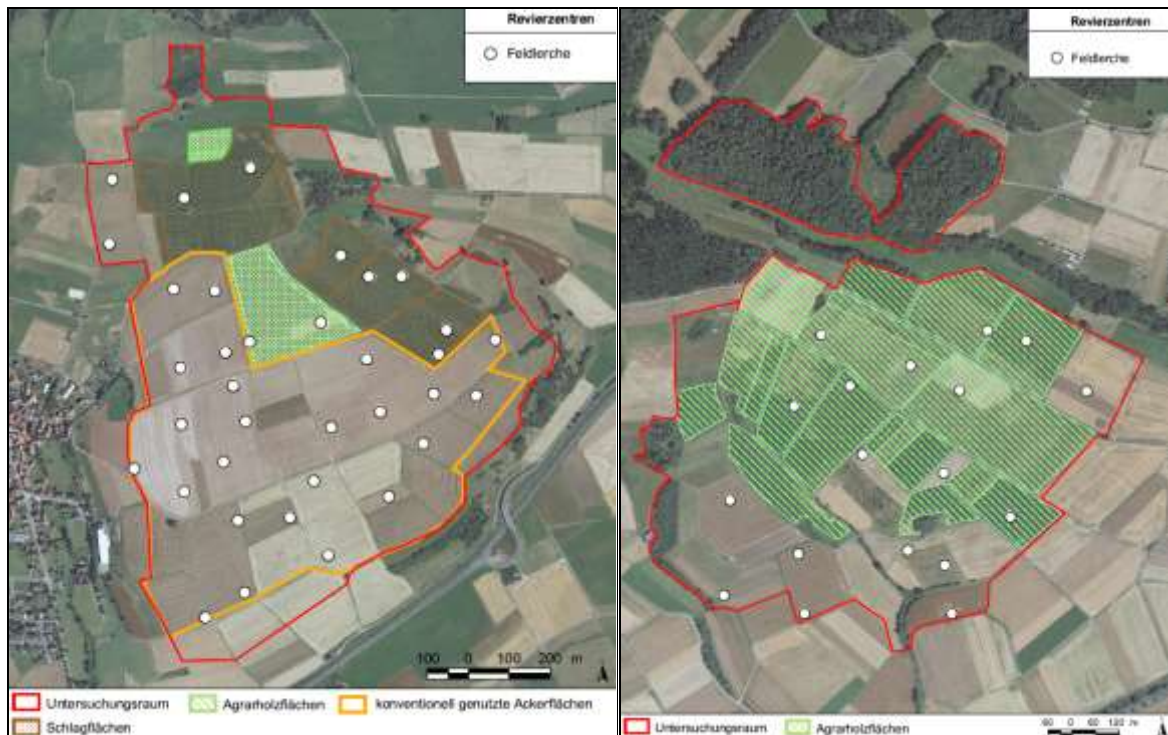


Abbildung 207: Revierezentren der Feldlerche in den Agrarholzfleichen und deren Umfeld im Jahr 2012 in Haine (li.) und Rennertehausen (re.); Schlagflächen = auf den Stock gesetzte Agrarholzfleichen.

Die Feldlerche ist innerhalb ihres vorgegebenen Anspruchsspektrums in der Lage, sich den jeweils vorhandenen Habitatbedingungen anzupassen. Hierbei nutzt sie das Brutplatzangebot entsprechend den sich verändernden Bedingungen in der Agrarlandschaft und reagiert mit unterschiedlichen Siedlungsdichten auf die jeweilige ökologische Qualität der Agrarflächen (dynamische Abundanz: vgl. Hoffmann/Wittchen 2012).

Im direkten Vergleich zu den südlich angrenzenden konventionell genutzten Ackerflächen ist die Siedlungsdichte der Feldlerche in den Kurzumtriebsplantagen nur unwesentlich kleiner (Untersuchungsfläche Haine²⁵). Während die Art in den Ackerflächen in 2012 mit 4,6 Revieren/10 ha brütete, betrug die Siedlungsdichte in den Agrarholzflächen am Standort Haine 4,0 Reviere/10 ha. Zu beachten ist hierbei, dass die gesamte Agrarholzfläche für den Vergleich herangezogen wurde, um sicherzustellen, dass beide Landnutzungssysteme (konventionell genutzter Acker-Kurzumtriebsplantage) im Hinblick auf die Nutzungsintensität mit gleichem Maßstab gewertet werden. Tatsächlich nutzt die Feldlerche aber nicht den gesamten Bereich der Agrarhölzer zur Brut.

Entsprechend ihres Anspruchstyps als Offenlandart besiedelt sie v.a. die im Herbst/Winter des Vorjahres beernteten Gehölzbestände. Diese werden maschinell auf den Stock gesetzt und besitzen zu Beginn der neuen Vegetationsperiode eine Höhe von nur rund 15-20 cm. Der beerntete Acker hat dann einen echten Offenlandcharakter und ist in etwa mit einem Stoppelacker nach der Getreideernte vergleichbar, weist im Gegensatz zu diesem aber eine i.d.R. höhere floristische und faunistische Diversität auf (kein Einsatz von Bioziden, Wuchshemmern, Dünger etc. vorausgesetzt). Neben den zurückgeschnittenen Gehölzen, die hier gewissermaßen die Getreidestoppeln repräsentieren, ist der Gehölzacker mit einem Mosaik aus kleineren Offenbodenflächen, Blattstreu und einer Vielzahl von Gräsern und Blütenpflanzen bedeckt (Abbildung 208). Diese Bedeckung aus Kräutern und Gräsern rekrutiert sich im Wesentlichen aus Segetal- und Pionierarten (vgl. Kapitel 4.4.1), die eine blütenreiche Pflanzendecke hervorbringen. Derart strukturiert bietet eine solche Fläche die notwendigen Habitatrequisiten, die eine Feldlerche am Brutplatz benötigt. Darüber hinaus ist auch die Wirbellosenfauna individuen- und artenreich (vgl. Kapitel 4.4.3), so dass auch eine sehr gute Eignung als Nahrungshabitat vorhanden ist.

Zum Vergleich: Bauer et al. (2005) geben für Mitteleuropa Höchstdichten von Ø 10,4 Rev./10 ha für Flächengrößen von 20-49 ha, von Ø 7,5 Rev./10 ha für Flächengrößen von 50-99 ha und von Ø 4,1 Rev./10 ha für Flächen >100 ha an. Für Hessen wird für eine Erfassung auf 106 Probeflächen eine durchschnittliche Siedlungsdichte 3,6 Rev./10 ha angegeben (HGON 2010). Dies zeigt, dass die Feldlerche sowohl in den Ackerflächen als auch in den Agrarholzpflanzungen des Modellstandorts Allendorf gut vertreten ist.

²⁵ Als Referenz für den Vergleich diente die Untersuchungsfläche Haine. Nur hier wurden wegen des hohen Kartieraufwandes auch konventionell bewirtschaftete Äcker großflächig in das Untersuchungsdesign aufgenommen.



Abbildung 208: Agrarholzflächen nach der Ernte mit Mosaik aus reicher Krautflora und offenen Bodenstellen (Haine: li., Rennertehausen: re.).

Sobald die Agrarhölzer höher gewachsen sind, d.h. spätestens im zweiten Aufwuchsjahr (nach Pflanzung oder Ernte) kommt der überwiegende Teil der Kurzumtriebsplantagen für die Feldlerche nicht mehr als Brutplatz in Frage. In Teilbereichen jedoch werden auch diese Flächen noch zur Fortpflanzung genutzt. Im Gegensatz zur weit verbreiteten Meinung, Feldlerchen würden nur in weithin offenen Flächen mit geringer Vegetationshöhe und in größeren Abständen zu hohen, senkrechten Strukturen brüten (vgl. Glutz von Blotzheim/Bauer 1985), nutzen die Vögel auch hochgewachsene Agrarholzflächen durchaus zur Brut, nämlich dann, wenn aufgrund verschiedener Umstände (zu lange Trockenheit, Schädlingskalamitäten u.a.) Ausfallflächen entstehen, die wegen der geringeren Höhe der Agrarhölzer im Vergleich zum Wald noch einen offenen Charakter besitzen (Abbildung 209, vgl. Schaefer 2001). Diese Bereiche, die allerdings eine gewisse Mindestgröße nicht unterschreiten dürfen (in Rennertehausen 0,4 ha), zeichnen sich durch einen flächigen Totalausfall der Kulturpflanzen sowie bei einzelnen Bäumen auch ein reduziertes Gehölzwachstum (Längenwachstum der Triebe) im Gegensatz zum Umfeld aus („Lichtungscharakter“). Die Flächen wurden sogar dann noch als Bruthabitat akzeptiert, wenn einzelne Gehölze Höhen von bis zu 1 m erreicht hatten und dazwischen noch ausreichend „Freiflächen“ mit offenem oder vegetationsarmem Boden und weniger hohen Gehölzstöcken vorhanden waren (gilt für den vorliegenden Fall von Agrarholzplantagen mit 4- bis 5-jähriger Umtriebszeit). Aufgrund der flachgründigeren und mageren Böden und der damit verbundenen Probleme im Wasser- und Nährstoffhaushalt traten vorgenannte Ausfallflächen vornehmlich in der Untersuchungsfläche Rennertehausen auf.



Abbildung 209: Rennertehausen: Bruten der Feldlerche innerhalb von Ausfallflächen im Agrarholz.

Darüber hinaus brüteten einige Feldlerchenpaare auch im unmittelbaren Randbereich der bereits hochgewachsenen 3- bis 4-jährigen Agrarholzflächen. Mehrfach wurden Revierzentren im Bereich der Vorgewende und Wegeschneisen sowie auf kleinflächig vorhandenen offenen Bereichen (Ausfallflächen, Wildacker) nachgewiesen (Abbildung 210).



Abbildung 210: Bruten der Feldlerche in unmittelbarer Nachbarschaft zu den hochgewachsenen Agrarhölzern (gelbe Pfeile: Ausfallflächen, Vorgewende, Wildacker) in den Untersuchungsflächen Rennertehausen (li.) und Haine (re.) in 2012.

Neben Feldlerche und Rebhuhn wurde auch der in Hessen wie auch im gesamten Bundesgebiet seltene Wachtelkönig mit einem Revier in den Agrarholzflächen festgestellt. Diese Offenlandart nutzte in Haine den Randbereich einer auf den Stock gesetzten Pappelplantage im Übergang zu den angrenzenden Getreideäckern zur Brut (2012).

Im Gegensatz zu den vorgenannten Arten wurde die Wachtel nie in den abgeernteten Gehölzkulturen beobachtet bzw. verhört. Sie wurde aber vielfach in den umliegenden Getreidefeldern nachgewiesen, wo auch Reviere ausgewiesen wurden. Es ist anzunehmen, dass die Wachtel die abgeernteten Agrarholzflächen zumindest zum Nahrungserwerb aufsucht.

Ein Vergleich der Vogelgemeinschaften der Agrarholzflächen und der zum Vergleich herangezogenen Ackerfläche zeigt, dass die Gehölze deutlich intensiver von den Vögeln genutzt werden, als die intensiv bewirtschafteten Ackerflächen (in Abbildung 211 dargestellt am Beispiel der Untersuchungsfläche Haine und dem Untersuchungsjahr 2012). So ist sowohl die Artenzahl der Brutvögel als auch die Gesamtbrutvogeldichte in der Agrarholzfläche um rund den Faktor 3 höher. Hierzu tragen vor allem hinsichtlich ihrer Habitatansprüche wenig spezialisierte Gehölzbrüter bei, welche die neuartigen Kulturen sofort angenommen haben.

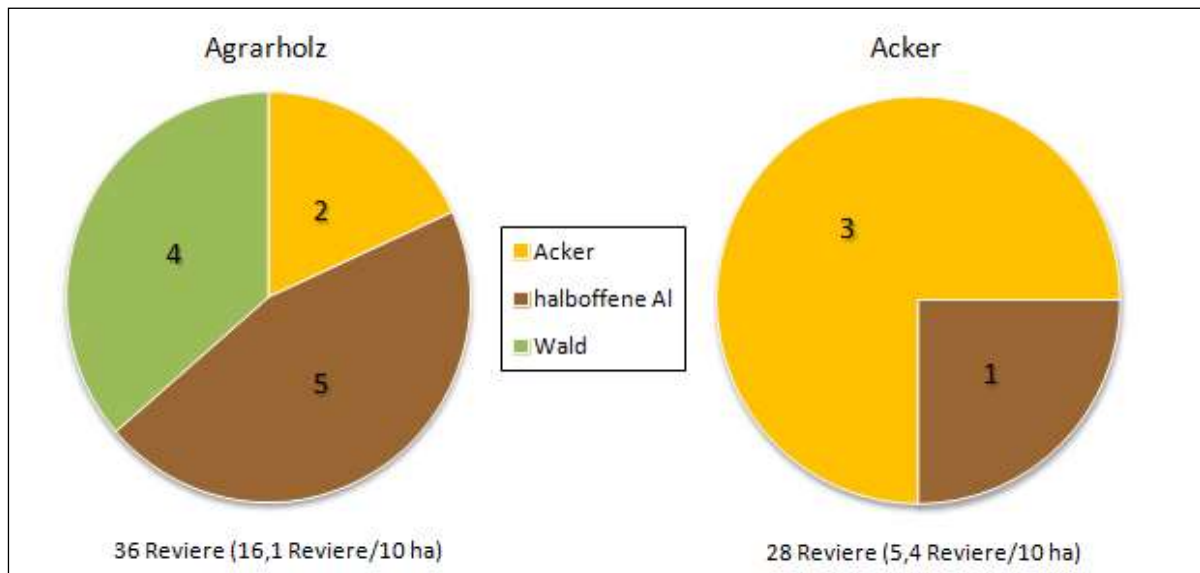


Abbildung 211: Anzahl der Brutvögel und Gesamtzahl der Reviere sowie Anteile der Vogelarten des Offenlandes, Halboffenlandes und Waldes in der Agrarholzfläche (li.) und der Acker-Vergleichsfläche (re.) in der Untersuchungsfläche Haine (AI = Agrarlandschaft).

Nach der Ernte werden die Gehölzstangen neben den Agrarholzflächen in großen Haufen zum Trocknen gelagert (Abbildung 212). Diese, z.T. mehrere Meter hohen Holzpolter bleiben bis zum Sommer an ihrem Platz und bieten so zusätzliche Mikrohabitate für die Vogelwelt. Aufgrund ihrer Höhe werden sie von etlichen Vögeln als Ansitz- und/oder Singwarte genutzt, so z.B. von Amsel, Dorn- und Gartengrasmücke, Feldsperling, Fitis, Neuntöter und Turmfalke. Darüber hinaus besitzen die Stapel naturgemäß eine Unzahl von Nischen und Hohlräumen, die von einigen Arten auch zur Brut genutzt wurden. In den beiden Untersuchungsflächen konnte dies für die Amsel, die Dorngrasmücke und den Neuntöter belegt werden.



Abbildung 212: Nach der Ernte zum Trocknen gelagerte Gehölzstangen im direkten Umfeld der Agrarholzflächen: Brutplatz/Ansitzwarte von Neuntöter und Dorngrasmücke (Untersuchungsfläche Haine).

Neben ihrer Funktion als Bruthabitat bieten die Agrarholzpflanzungen auch geeignete Nahrungsreviere für verschiedene Vogelarten. So sind vor allem samenfressende Singvögel, wie Feldsperling, Buch- und Grünfink, Goldammer, Stieglitz, Bluthänfling u. a. regelmäßig bei der Nahrungssuche sowohl in den hochgewachsenen als auch in den offenen, abgeernteten Agrarholzflächen anzutreffen. Aber auch insektenfressende Arten wurden hier häufig bei der Nahrungssuche beobachtet, so z.B. verschiedene Drossel- und Meisenarten. Auch im Luftraum jagende Insektenfresser wie Baumfalke, Rauch- und Mehlschwalbe sowie Mauersegler waren während der Brutzeit regelmäßig als Gastgäste über den Anbauflächen anzutreffen. Mehrfach wurden auch Greifvögel jagend beobachtet. Während Rotmilan, Mäusebussard und Turmfalke langsam die offenen Bereiche abflogen bzw. darüber rüttelten, wurden Sperber auch an und in den hochgewachsenen Agrarhölzern bei der Jagd beobachtet.

Zudem werden die Agrarholzflächen von einigen weiteren Vogelarten während des Durchzugs zur Rast oder zur kurzfristigen Nahrungssuche genutzt (z.B. Wiesenpieper, Schwarz- und Braunkehlchen). Nach Aussage von Jagdausübungsberechtigten werden die flächigen Bestände im Winter bevorzugt von Rebhuhnketten als Einstand genutzt.

Auch die Baumartenwahl scheint bei der Auswahl als Bruthabitat durch die Vögel ein Kriterium zu sein (Blei et al. 2011, Sage et al. 2006). Dies konnte am Standort Allendorf jedoch nicht bestätigt werden, da in der Untersuchungsfläche Haine ausschließlich Pappeln und in der Untersuchungsfläche Rennertehausen überwiegend Pappeln angepflanzt wurden. In den dort kleinflächig vorhandenen Weidenplantagen konnten keine signifikanten Unterschiede zu den benachbarten Pappelstandorten

festgestellt werden. Die flächenmäßig kleinen Versuchsflächen mit Erlen waren einerseits noch zu jung, andererseits zeigten sie größere Ausfälle, so dass auch hier keine wesentlichen Erkenntnisse zur Avifauna gewonnen werden konnten.

Bezug zur lokalen Avifauna

Dem artenreichen Umfeld entsprechend rekrutiert sich die Avifauna der Agrarholzflächen aus Arten unterschiedlicher Gilden. Dabei kann aufgrund der artspezifischen Habitatansprüche naturgemäß jeweils nur ein Teil der regionalen Avifauna die neuartigen Kulturen besiedeln. Den überwiegenden Anteil machen Freibrüter in Gehölzen aus, hier sind sowohl Waldvögel als auch Arten der halboffenen Kulturlandschaft vertreten, wobei letztere leicht überwiegen. Vor allem von den Waldvögeln können nur Opportunisten bzw. Arten mit einer weiten ökologischen Amplitude und hoher Anpassungsfähigkeit in den Agrarholzflächen siedeln. Spezialisierte Arten wie Höhlenbrüter (z.B. Meisen, Spechte, Hohltaube), Nahrungs- und Strukturspezialisten (z.B. Mittelspecht, Waldlaubsänger) oder Horstbewohner (z.B. Mäusebussard, Rotmilan) können wegen der kurzen Umtriebszeiten der Kulturen von wenigen Jahren in den Agrarholzpflanzungen naturgemäß nicht zur Brut schreiten. Aber zumindest teilweise beziehen diese Arten die Agrarholzflächen in ihre Jagdlebensräume mit ein. Obwohl diese gehölzdominierte Biotope sind, nutzen selbst Vogelarten der umgebenden offenen Agrarlandschaft, also echte Feldvögel wie Feldlerche oder Rebhuhn, diejenigen Bereiche der Agrarholzflächen zur Brut, die nach der Ernte einen Offenlandcharakter besitzen.

Wegen der spezifischen Anbau- und Erntebedingungen wird jeweils nur ein geringer Anteil der regionalen Avifauna bzw. der entsprechenden Lebensgemeinschaften in den Agrarholzflächen abgebildet. Die strukturelle Vielfalt und damit einhergehend auch die vielfach hohe Artendiversität eines naturnahen Waldes oder einer alten Feldhecke und das damit einhergehende Besiedlungspotenzial kann in den Kurzumtriebsplantagen nicht erreicht werden. In Abbildung 213 sind die Gesamtdichten (alle registrierten revieranzeigenden Vogelbeobachtungen) dargestellt. Es wird anschaulich, dass die Nutzungsintensität der Vögel in den Agrarholzflächen deutlich über derjenigen in den vergleichbaren Ackerflächen liegt, aber niedriger ist, als in den untersuchten Feldgehölzen und Waldflächen.

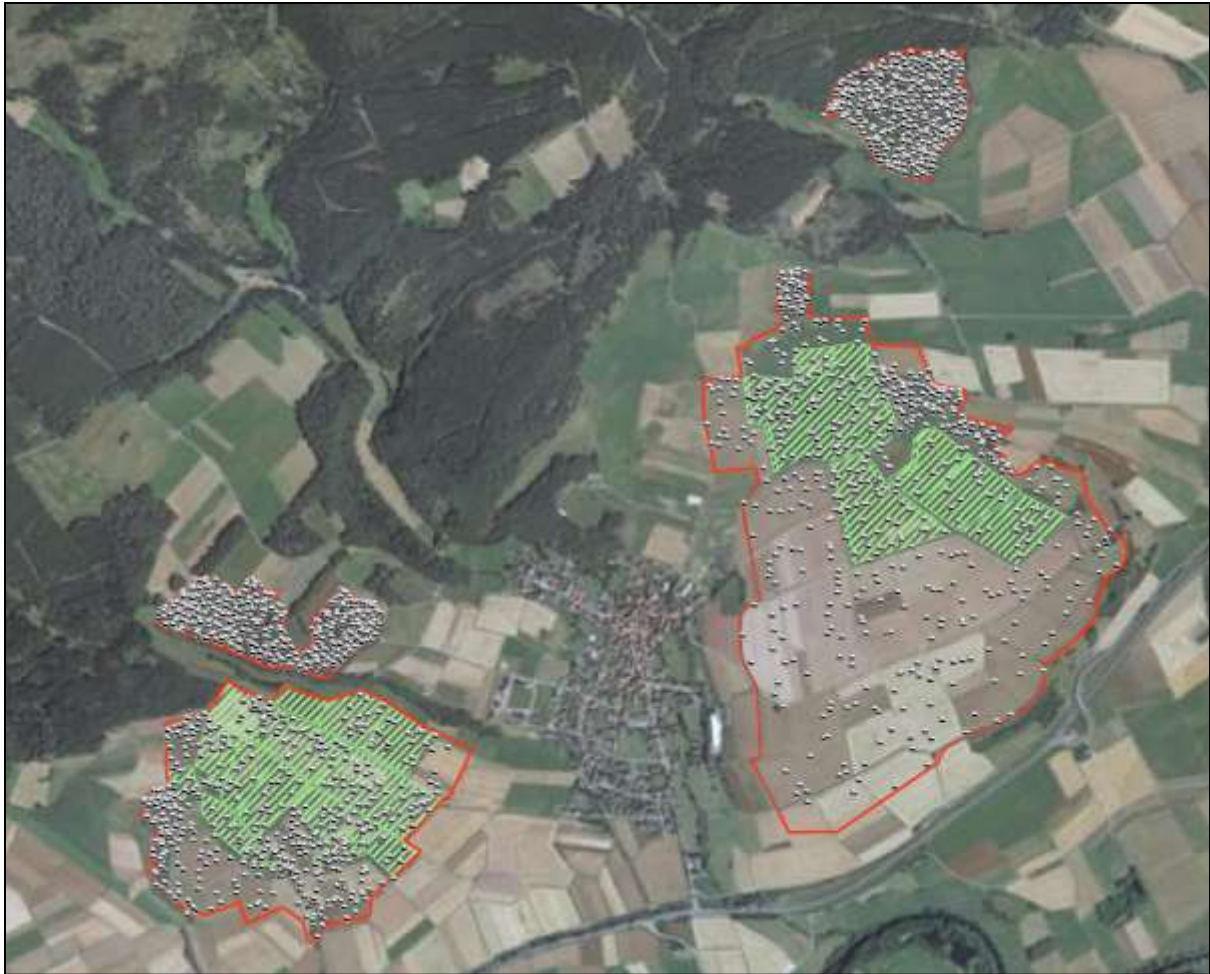


Abbildung 213: Darstellung aller Beobachtungspunkte revieranzeigender Verhaltensweisen in den Untersuchungsflächen Rennertehausen (li.) und Haine (re.) in 2012.

Gefährdete Arten

Der Aspekt Rote Liste spielt bei der Anlage von Kurzumtriebsplantagen sicherlich eine Rolle, insbesondere hinsichtlich des möglichen Verdrängungseffektes für Offenlandarten. Zudem ist kaum damit zu rechnen, dass Biotopspezialisten und damit heute in der Regel seltene Arten die Agrarholzflächen besiedeln. Dementsprechend zeigen die Untersuchungsergebnisse, dass die Agrarholzflächen überwiegend von Opportunisten, meist allgemein verbreiteten und häufigen Vogelarten angenommen werden. Dennoch waren auch einige landes- wie bundesweit bestandsgefährdete Arten in den Agrarhölzern vertreten (Tabelle 134). Unter den Brutvögeln waren diese 4 Arten, darunter auch zwei stark bestandsgefährdete wie Rebhuhn und Wachtelkönig. Das Rebhuhn brütete sowohl in Haine wie auch in Rennertehausen in beiden Untersuchungsjahren in den abgeernteten Holzplantagen, der in Hessen nach HGON/VSW (2006) vom Aussterben bedrohte Wachtelkönig wurde mit Brutverdacht für ein Paar 2011 in Rennertehausen dokumentiert. Daneben wurden 6 gefährdete Gastvögel (Nahrungsgäste, Durchzügler) in den Agrarholzflächen festgestellt, auch hierunter stark bestandsgefährdete Vogelarten wie Braunkehlchen und Raubwürger. Von dem in Hessen vom Aussterben bedrohten Braunkehlchen (HGON/VSW 2006) konnte in 2012 je ein Revier in Randbereichen der Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen belegt werden. Die beernteten Agrarholzflächen wurden von den Vögeln mehrfach zur Nahrungssuche angefliegen.

Außerdem traten Braunkehlchen in diesen Bereichen auch als Durchzügler auf. Von dem in Hessen ebenfalls vom Aussterben bedrohten Raubwürger konnten in 2011 vereinzelt Nahrungsgäste im Umfeld der Agrarhölzer am Standort Haine nachgewiesen werden. In 2012 brütete ein Paar am Standort Rennertehausen in einer Feldhecke in der Nachbarschaft zu den Agrarholzflächen. Es nutzte häufig umgebende Obstbaumpflanzungen und Feldgehölze als Sitzwarten. Häufig wurden aber auch die Randbereiche von Pappel-Pflanzungen als Ansitzwarten bei der Nahrungssuche beflogen. Die Raubwürger hielten sich dabei etwa zu 50% der Beobachtungszeit in den Agrarhölzern und zu rund 50% in der umgebenden Kulturlandschaft auf.

Tabelle 134: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Hessens und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: HGON & VSW 2006, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.

Art	RL Hessen	RL Deutschland	Brutvogel	Gastvogel
Feldlerche	V	3	x	-
Rebhuhn	2	2	x	-
Rohrhammer	3	*	x	-
Wachtelkönig	1	2	x	-
Baumfalke	3	3	-	x
Baumpieper	3	V	-	x
Braunkehlchen	1	3	-	x
Wanderfalke	3	*	-	x
Wiesenpieper	2	V	-	x
Kiebitz	1	2	-	x
Rauchschwalbe	3	V	-	x
Raubwürger	1	2	-	x

Neben den in der Tabelle 134 aufgeführten Vogelarten mit einer bereits akuten Bestandsgefährdung wurden etliche weitere Arten der so genannten Vorwarnliste²⁶ in den Agrarholzflächen sowohl als Brut- wie auch als Gastvögel dokumentiert (z.B. Dorngrasmücke, Bluthänfling, Feldsperling).

Zusammenfassung und Fazit

Die naturschutzfachlichen Aspekte des Anbaus von Energiepflanzen werden gegenwärtig kontrovers diskutiert (z. B. BfN 2012, DO-G/DDA 2011, DRV/DDA 2012, Fendrich 2008, Hildebrandt/Ammermann 2012, Mückschel et al. 2004, Reich et al. 2011, Sage et al. 2010, Singghi 2011). In der Kritik steht vor allem der mit dem prognostizierten zunehmenden Anbau – auch von Agrarhölzern – verbundene Habitatverlust in der offenen Landschaft. Gerade die hier lebenden Agrarvögel weisen wie keine andere Vogelgruppe in Deutschland die stärksten Bestandsrückgänge auf (Sudfeldt et al. 2009, 2010).

Unbestreitbar führt der Anbau schnellwachsender Hölzer auf ehemaligen Ackerflächen wie am Modellstandort Allendorf zu einem Flächenverlust für die an die offene Agrarlandschaft angepassten Vogelarten. Die Untersuchungen zeigen jedoch, dass diese wie auch etliche Vogelarten anderer

²⁶ Hierin werden Arten geführt, die aktuell noch nicht gefährdet sind, von denen aber zu befürchten ist, dass sie innerhalb der nächsten zehn Jahre gefährdet sein werden, wenn bestimmte Faktoren weiterhin einwirken (HGON/VSW 2006).

Lebensräume zumindest Teilflächen der Kurzumtriebsplantagen nutzen können. In welcher Weise die einzelnen Arten die Agrarholzflächen in ihre Reviere einbeziehen, hängt dabei wesentlich vom Anbau- und Ernteverfahren, wahrscheinlich auch von der Wahl der gepflanzten Baumarten ab. Letzteres ließ sich anhand der vorliegenden Studie zwar nicht belegen, wird jedoch durch diverse andere Untersuchungen postuliert (vgl. Blei et al. 2011, Gruss/Schulz 2011, Sage et al. 2006).

Aufgrund des mit der Ernterotation verbundenen teilweise Offenlandcharakters, des unterschiedlichen Alters und des hohen Randlinienneffektes bieten die Agrarhölzer geeignete Lebensräume für ein relativ breites Spektrum von Brutvogelarten, welches von Gehölzbrütern bis hin zu typischen Feldvögeln reicht. Für letztere entsteht ein gewisser Verdrängungseffekt, der jedoch nicht vollumfänglich auf die gesamte Agrarholzkultur zutrifft, sondern sich nur bei den älteren, bereits höher und dicht aufgewachsenen Flächen zeigt. Sobald die Gehölzflächen zu dicht aufgewachsen waren, wurden darin keine Offenlandarten mehr nachgewiesen. Geeignete Altersstadien der Agrarhölzer können jedoch von Feldvögeln besiedelt werden. Die beernteten, auf den Stock gesetzten Bereiche bieten insbesondere der Feldlerche einen geeigneten Lebensraum. In diesen Flächen wurden ähnlich hohe Bestandsdichten wie in den Ackerflächen erreicht. Darüber hinaus brüteten einzelne Feldlerchenpaare auch in Bereichen, in denen die Gehölze aufgrund widriger Bedingungen innerhalb der ansonsten hoch gewachsenen Kulturen im Wachstum zurückgeblieben oder gänzlich ausgefallen waren. Da zudem die im Kurzumtrieb genutzten Agrarholzflächen im Gegensatz zu den Intensiväckern eine zwischen den Erntephasen liegende, mehrjährige Nutzungsruhe aufweisen, also extensiv bewirtschaftet werden, sind nutzungsbedingte Brutausfälle kaum anzunehmen. Wie schon durch die Studien von Gruss/Schulz (2011), Sage et al. (2006) und anderen bekannt, tragen eine im Vergleich zum konventionell bewirtschafteten Acker gut ausgebildete Krautschicht, ein höherer Blütenreichtum, verschiedene Deckungsmöglichkeiten und offen Bodenstellen ebenfalls zur Eignung als Lebensraum für die Feldlerche bei. Bruterfolgskontrollen, die in ELKE bislang nicht durchgeführt wurden, könnten hierzu wesentliche Aufschlüsse geben.

Eine geringere Bedeutung besitzen die Agrarholzflächen offensichtlich für andere Vogelarten der Agrarlandschaft. Lediglich das Rebhuhn wurde mit einzelnen Brutpaaren in beiden Untersuchungsjahren und an beiden Standorten festgestellt. Die Wachtel hingegen, die v.a. im Sommer 2011 in den Ackerflächen des Gebiets häufig verhört wurde, nahm die Agrarholzflächen nicht als Brutplatz, wohl aber als Nahrungshabitat an.

Von den 21 Vogelarten, welche die Agrarholzplantagen in Haine und Rennertehausen in 2011 und 2012 als Bruthabitat nutzten, bestand der überwiegende Anteil aus Freibrütern, die ihre Nester in Gebüsch und Bäumen anlegen. Echte, d.h. auf den Lebensraumtyp Wald spezialisierte Vogelarten wie z.B. Mittelspecht und Waldlaubsänger, fehlen wegen der in den Kurzumtriebsplantagen nicht erreichbaren Reife und damit verbundenen Strukturvielfalt alter Wälder. Daher werden die flächigen Agrarholzücker nur von solchen Waldvögeln angenommen, die weniger hohe Lebensraumansprüche besitzen und somit auch „waldähnliche“ Standorte besiedeln (z.B. Amsel, Buchfink, Mönchsgrasmücke und Rotkehlchen). Die z.T. hohen Dichten im Wald werden in den Agrarholzflächen allerdings nicht erreicht. Insbesondere Arten, die im Wald eher lichte und offene Stellen oder Vorwaldstadien besiedeln, die von den flächigen 2-5-jährigen Agrarholzflächen strukturell

annähernd repräsentiert werden, wurden in den Kurzumtriebsplantagen häufiger angetroffen. Auch Gruss/Schulz (2011) fanden v.a. Fitis, Zilpzalp, Gartengrasmücke und Sumpfrohrsänger in diesen Altersstadien. Am Standort Allendorf waren im Untersuchungsjahr 2012 Fitis und Gartengrasmücke in den aufgewachsenen Agrarholzflächen sogar häufiger vertreten als im angrenzenden, mit Gebüsch und Feldgehölzen durchsetzten Umland. Auch bei Berg (2002) war der Fitis in – allerdings mit Weiden bestockten – Kurzumtriebsplantagen die Vogelart mit den höchsten Abundanzen. Die Revierzentren der Dorngrasmücke, einer Vogelart der halboffenen, mit Hecken und Feldgehölzen durchsetzten Landschaft, lagen am Standort Allendorf i.d.R. in den Randbereichen, sowohl an den Außenrändern zur offenen Landschaft hin als auch an Innenrändern, benachbart zu breiten Schneisen oder Ausfallflächen. Die Dorngrasmücke erreichte wie auch der Zilpzalp in den Agrarholzflächen ähnlich hohe Bestandsdichten wie im strukturreichen Umland.

In den beiden Untersuchungsjahren wurden die Agrarholzpflanzungen von rund 21-32% der im unmittelbaren Umfeld vorkommenden Vogelarten als Bruthabitat genutzt. Dabei handelte es sich zumeist um allgemein verbreitete und häufige Arten, ausgesprochene Raritäten (i.d.R. Biotopspezialisten) kamen in den Kurzumtriebsplantagen als Brutvögel nicht vor. Eine regelmäßige Nutzung der Agrarhölzer konnte aber für die deutschlandweit gefährdete Feldlerche und das in Hessen sowie bundesweit stark gefährdete Rebhuhn nachgewiesen werden. In 2011 lag ein Revierzentrum des in Hessen vom Aussterben bedrohten Wachtelkönigs in einem beernteten Teilbereich der Agrarholzflächen. Die vorgenannten Zahlen belegen, dass ein recht hoher Anteil der regionaltypischen Vogelarten die Agrarholzplantagen in ihren Lebensraum einbezieht. Der großflächige Anbau von Agrarholz am Standort Allendorf wirkt sich dahingehend auf die Brutvogelfauna aus, dass die Feldvogelbestände hier zwar niedriger sind als sie es auf gänzlich unbestockten Flächen wären, die Agrarholz-Anbauflächen werden im Vergleich zu den umliegenden Intensiv-Äckern jedoch von einem deutlich breiteren Brutvogelartenspektrum (insbesondere durch halboffenland- und vorwaldbesiedelnde Arten) genutzt. So wurden in 2012 in den Agrarholzflächen in Haine 11 Brutvogelarten mit insgesamt 36 Revieren und einer Dichte von 16,1 Revieren/10 ha festgestellt, in den benachbarten Referenz-Ackerflächen waren es nur 4 Brutvogelarten mit 28 Revieren und einer Dichte von 5,4 Revieren/10 ha.

Wenn auch die Artenzahlen eines naturnahen Waldes oder einer strukturreichen alten Feldhecke nicht erreicht werden können, so findet sich in den hier untersuchten Agrarholzbeständen eine höhere avifaunistische Vielfalt als in den ebenfalls untersuchten konventionell bewirtschafteten Ackerflächen. Dementsprechend wiesen sie sowohl hinsichtlich der Brutvogelarten als auch der Gesamtbrutvogeldichte einen dreifach höheren Bestand gegenüber dem konventionellen Acker auf.

Auch als Nahrungshabitat wie auch während des Durchzugs besitzen die Agrarholzflächen eine Bedeutung für die Avifauna. Sowohl samen- als auch insektenfressende Singvögel sowie verschiedene Greifvogelarten wurden regelmäßig sowohl in den hochgewachsenen als auch in den offenen, abgeernteten Agrarholzflächen angetroffen, darunter auch seltenere Arten wie Wanderfalke, Braunkehlchen, Raubwürger und Wiesenpieper.

4.4.4.10 Ergebnisse Scheyern

Avifauna der Untersuchungsräume

Gesamt-Artenzahlen:

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen flächigen Kurzumtriebsplantagen am Modellstandort Allendorf wurden die Agrarhölzer im Versuchsgut Scheyern streifenförmig in die bereits reich strukturierte Kulturlandschaft gepflanzt. In den beiden Untersuchungsjahren 2011 und 2012 wurden insgesamt 60 Vogelarten festgestellt, davon brüteten 38 Arten, weitere 22 traten als Gastvögel auf. Die Artenliste bildet die innerhalb des Untersuchungsraums vorhandenen Lebensräume sehr gut ab. Neben typischen Waldarten sind ebenso Gebüsch- und Heckenbrüter des Halboffenlandes, Siedlungsarten, Vögel der Gewässer und Bodenbrüter der offenen Agrarlandschaft vertreten. Der überwiegende Teil der Gastvögel brütet im unmittelbaren Umfeld des Untersuchungsraums, so z.B. die Siedlungsarten Haussperling und Rauchschwalbe und die Röhrichtart Teichrohrsänger. Nur wenige Arten wie Schwarzmilan und Rotdrossel wurden lediglich als Durchzügler erfasst.

Vergleich der beiden Untersuchungsjahre

Sowohl bei den Brut- als auch bei den Gastvögeln wurden in 2012 deutlich mehr Arten im Untersuchungsraum festgestellt (Abbildung 214). Der Unterschied ist vermutlich methodisch bedingt und auf den Ausfall einer Kartiererin und den inmitten der Brutsaison durchgeführten Kartiererwechsel zurückzuführen. So stehen 36 in 2011 im gesamten Untersuchungsraum erfassten Arten 53 in 2012 gegenüber. Dieses Verhältnis spiegelt sich in etwa auch bei den Brut- und Gastvögeln wider. Eine Rolle spielen sicher auch natürlicherweise auftretende Populationsschwankungen, allerdings sollte ihr Anteil eher klein sein und sich auf einzelne Arten beschränken. In der nachfolgenden Ergebnisdarstellung wird daher im Wesentlichen auf die Untersuchungsergebnisse des Jahres 2012 eingegangen, lediglich bei einzelnen Arten/Sachverhalten wird auch auf die Kartierung in 2011 zurückgegriffen.

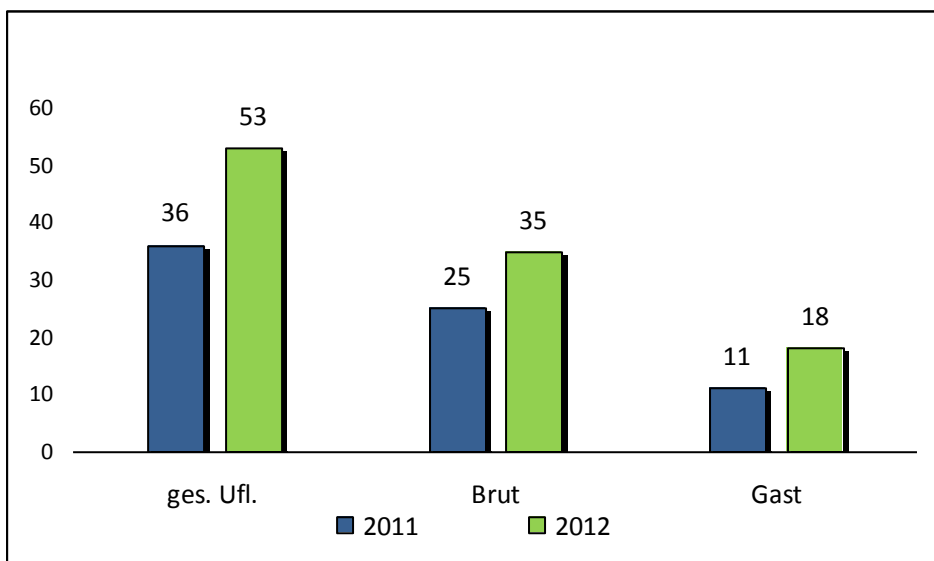


Abbildung 214: Scheyern: Vergleich der Untersuchungsjahre.

Nutzung der Agrarholzflächen durch die Avifauna

In den nur ca. 8 m breiten, streifenförmigen Pflanzungen der Agrarholzkulturen in der Untersuchungsfläche Scheyern wurden im Gegensatz zu den großflächigen Kulturen in Allendorf nur wenige Brutvögel festgestellt. Von 35 in 2012 in der gesamten Untersuchungsfläche brütenden Vogelarten wurden nur 6 als Brutvögel auch in den Agrarholzflächen festgestellt (Abbildung 215). Dies entspricht einem Anteil von 17,1%. Im Jahr zuvor waren die Verhältnisse mit 4 in den Agrarhölzern brütenden Arten von insgesamt 25 im Untersuchungsraum ähnlich (16,0%).

In den beiden Untersuchungsjahren wurden die Agrarholzstreifen von nur 7 Vogelarten zur Brut genutzt, während 19 Arten als Nahrungsgäste auftraten oder die Gehölze anderweitig nutzten (Singwarte). Auch hier kamen Vogelarten, die ausschließlich in den Agrarholzpflanzungen brüteten, im restlichen Untersuchungsraum also nur als Nahrungsgäste auftraten, nicht vor.

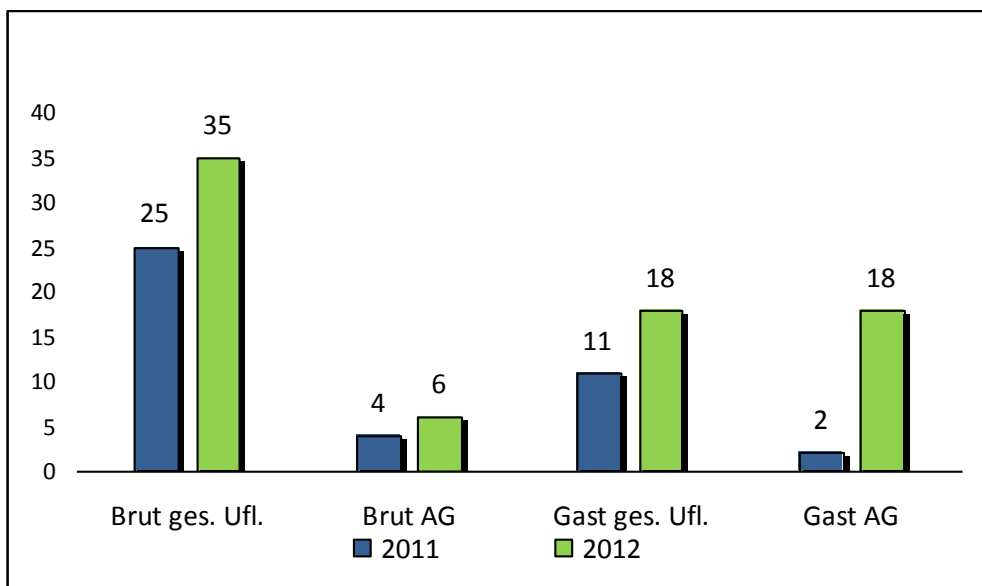


Abbildung 215: Scheyern: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den AG-Flächen in 2011-2012 (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb).

Das die Agrarhölzer in Scheyern nutzende Artenspektrum ist relativ begrenzt. Aufgrund der heckenförmigen Pflanzung und geringen Abstände der Reihen zueinander kommen echte Offenlandarten wie die Feldlerche als Brutvögel nicht in Frage. Auch flächige Teilausfälle von Gehölzen, die in Allendorf als Brutplätze angenommen wurden, sofern sie eine bestimmte Mindestgröße (dort: 0,4 ha) erreichten, traten in Scheyern nicht auf. Ohnehin würden sie wegen des hier verwendeten Pflanzdesigns nicht die notwendige Flächengröße erreichen, um Offenlandarten adäquate Bruträume zu bieten.

Die Anlage der Agrarholzstreifen erfolgte in Scheyern in einer mit Gehölzen und anderen gliedernden Elementen bereits gut ausgestatteten Landschaft. Echte Offenlandarten wie Feldlerche und Wiesenpieper sind – zumindest im Untersuchungsraum und dessen unmittelbarem Umfeld – eher selten. So wurde die Feldlerche nur mit einem Revierpaar auf einer Ackerfläche im Nordwesten festgestellt. Im Bereich der Agrarholzstreifen konnten Feldlerchen nur zweimal beobachtet werden, Reviere wurden hier nicht etabliert (Abbildung 216). Vom Wiesenpieper konnte nur eine

Einzelbeobachtung eines durchziehenden Vogels auf einer Ackerfläche im Nordwesten dokumentiert werden. Beobachtungen des Rebhuhns liegen aus dem Untersuchungsraum nicht vor. Es brütete in 2012 mit einem Paar in einem Grünland-/Acker-/Heckenkomplex unmittelbar nordwestlich. Nach Angaben des Betriebsleiters des Versuchsguts Scheyern werden Rebhühner vereinzelt auch im Umfeld der Agrarholzstreifen unregelmäßig gesichtet (GERL, mdl. Mitt. 2011).

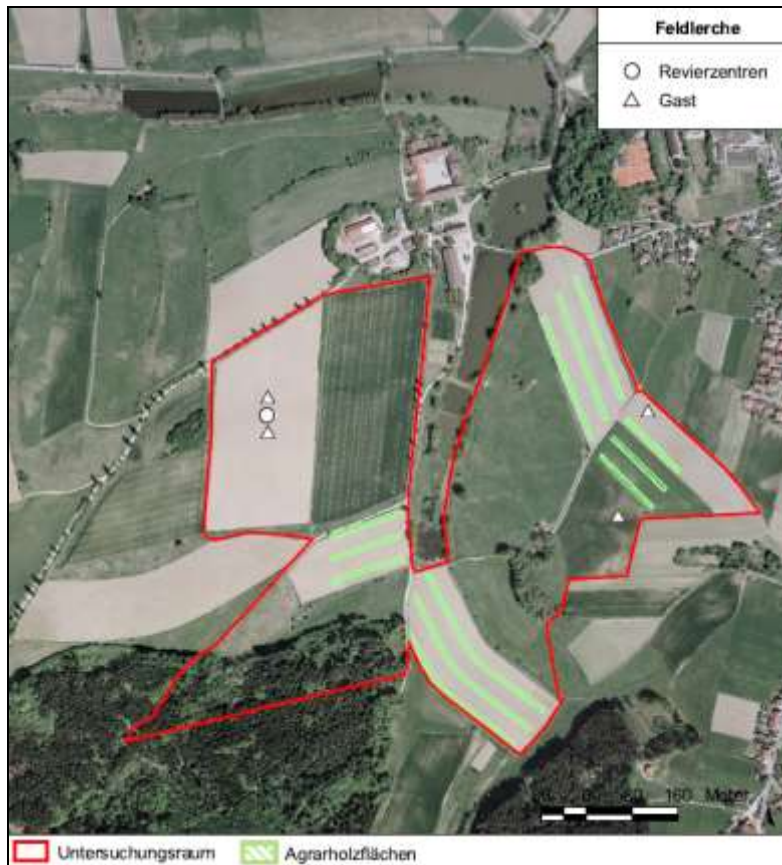


Abbildung 216: Nachweise der Feldlerche im Untersuchungsraum Scheyern in 2012.

Die in den Agrarholzflächen brütenden Vogelarten rekrutieren sich somit im Wesentlichen aus Freibrütern aus dem angrenzenden Wald und Halboffenland (Abbildung 217). Als Waldarten wurden bislang lediglich Amsel (3 Reviere) und Mönchsgrasmücke (1 Revier) festgestellt, beides wenig anspruchsvolle Waldarten mit einem hohen Anpassungsvermögen. Erwartungsgemäß wurden die an Hecken erinnernden Agrarholzstreifen stärker von Vogelarten der halboffenen, strukturreichen Landschaft angenommen. In 2012 brüteten 3 Arten in diesen Kulturen, von denen die Goldammer mit 7 Revierpaaren die deutlich häufigste war. Mit dem Grünfink brütete auch eine Art in den Agrarholzstreifen, die in Deutschland ihr Hauptvorkommen innerhalb menschlicher Siedlungen hat (Bauer et al. 2005).

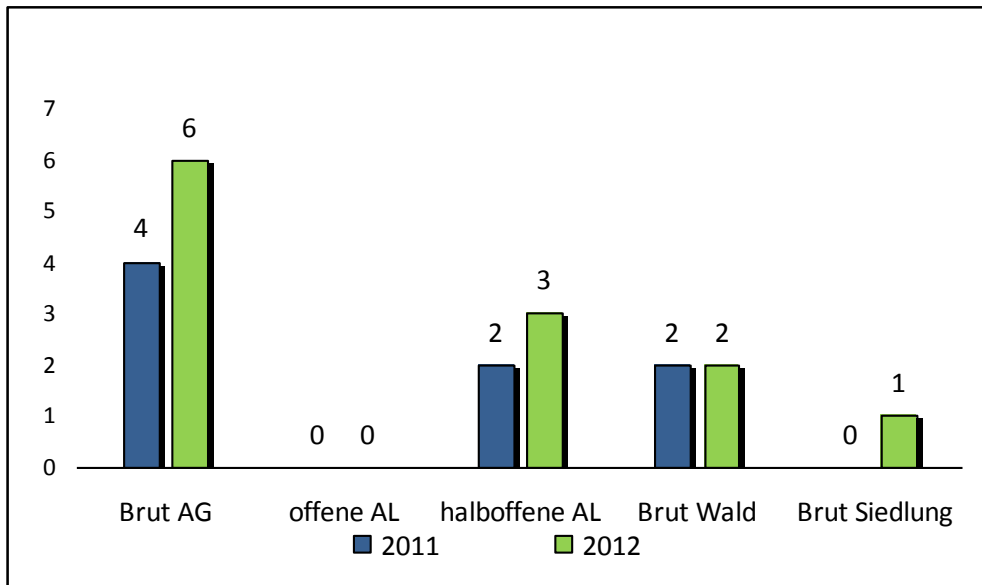


Abbildung 217: Scheyern: Anteil der Brutvögel (Artenzahlen) aus den unterschiedlichen ökologischen Gruppen in den beiden Untersuchungsjahren (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb, AL = Agrarlandschaft).

Abbildung 218 zeigt die Verteilung der Brutvogelarten auf die Agrarholzstreifen im Jahr 2012. Deutlich wird, dass die siedlungsnahen Agrarhölzer von den Vögeln kaum zur Brut genutzt wurden. Die höchste Brutvogeldichte weisen die Agrarholzstreifen im Süden auf, welche die beiden angrenzenden Waldflächen miteinander verbinden.

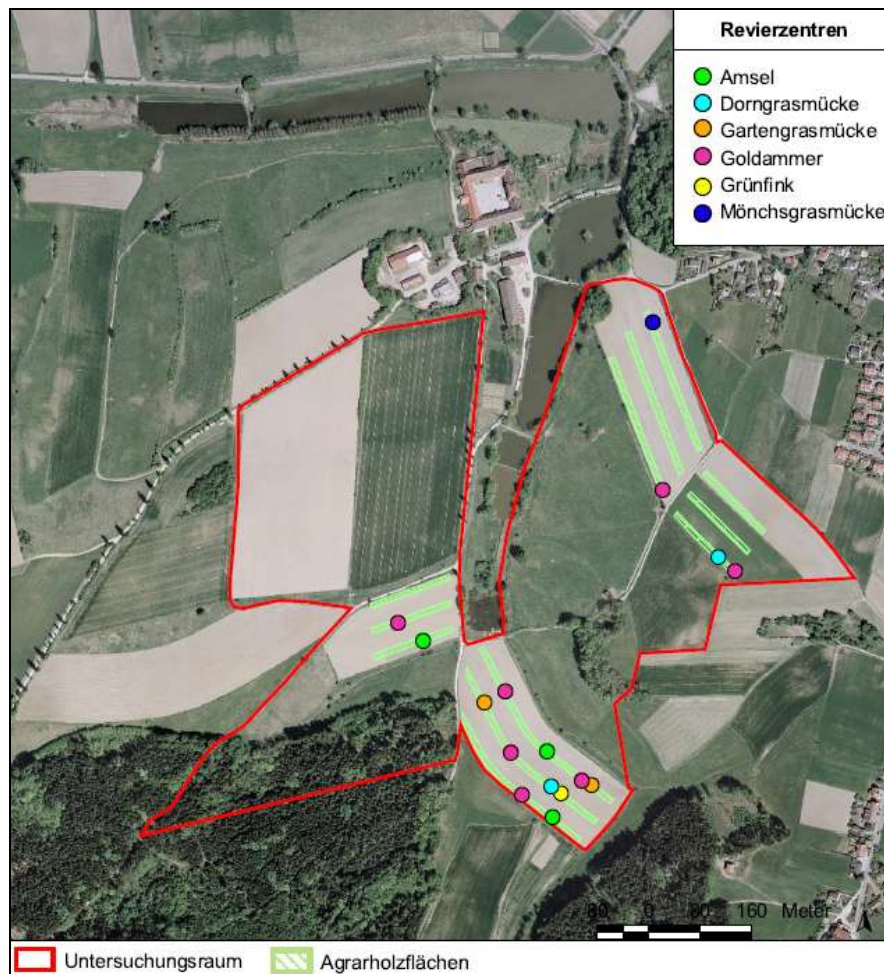


Abbildung 218: Revierzentren aller Brutvogelarten in den Agrarholzflächen in der Untersuchungsfläche Scheyern in 2012.

In Tabelle 135 sind alle Brutvögel der Agrarholzpflanzungen in Scheyern für 2011 und 2012 zusammengestellt²⁷.

Tabelle 135: Brutvogelarten in den Agrarholzpflanzungen in der Untersuchungsfläche Scheyern in 2011 und 2012.

Scheyern		
Art	2011	2012
Amsel	1	3
Dorngrasmücke	-	2
Gartengrasmücke	1	2
Goldammer	2	7
Grünfink	-	1
Mönchsgrasmücke	-	1
Sumpfrohrsänger	2	-
Summe	6	16

Der Unterschied in den Arten- und Brutpaarzahlen ist sehr wahrscheinlich in den vorgenannten methodischen Problemen im Untersuchungsjahr 2011 begründet. Dennoch fällt wie schon in Allendorf

²⁷ Aufgrund des in 2011 aufgetretenen Wechsels der Kartierer sind die Ergebnisse mit Vorbehalt zu betrachten.

auf, dass Waldarten wie Mönchsgrasmücke oder Buchfink die Agrarholzstreifen nur in sehr geringem Maß nutzen, während sie in den untersuchten, benachbarten Waldflächen und Feldgehölzen regelmäßig auftreten. So wurden insbesondere Revierpaare des Buchfinks in geeigneten Feldgehölzstrukturen des Untersuchungsraums festgestellt, die Agrarholzstreifen nutzte er zur Brut aber nicht (vgl. Abbildung 219). Von Arten des Halboffenlandes und der Gebüschfluren werden sie dagegen relativ schnell besiedelt, die heckenförmigen Strukturen bieten ihnen entsprechend ihren Lebensraumansprüchen offenbar ausreichend gute Nistmöglichkeiten. Arten wie Goldammer und Dorngrasmücke nutzen die den Untersuchungsraum gliedernden Gehölzstrukturen zur Brut, im Wald kommen sie hingegen nicht vor. In 2012 siedelte die Goldammer sogar häufiger in den Agrarholzstreifen als in naturnahen Hecken des Umfelds (Abbildung 219).

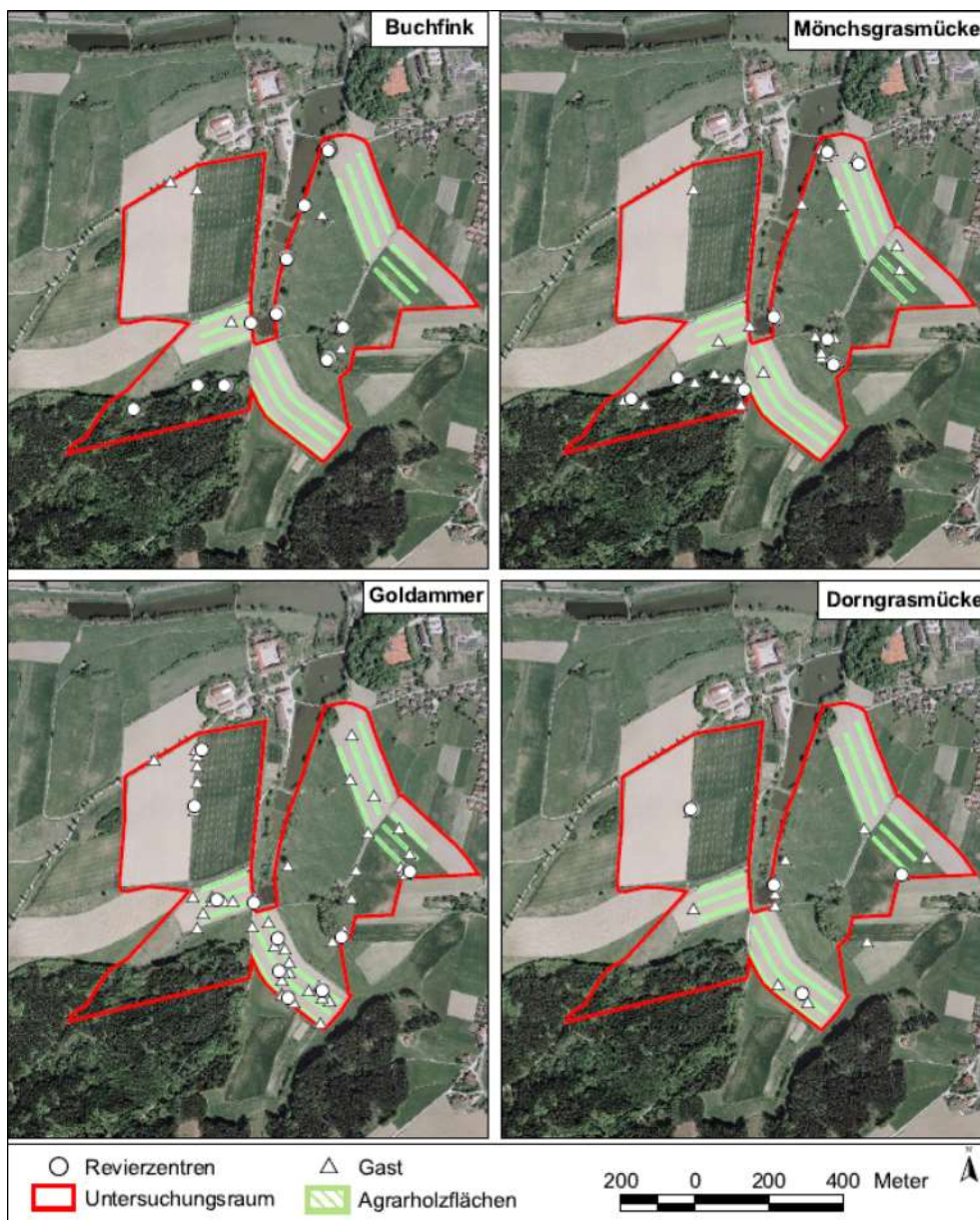


Abbildung 219: Vergleich der Nutzungsdichten von 4 Vogelarten in den Agrarholz- und Referenzflächen in Scheyern in 2012.

Bezug zur lokalen Avifauna

Naturgemäß rekrutiert sich der Vogelartenbestand der Agrarholzstreifen aus der lokalen Avifauna. Die im Kurzumtrieb bewirtschafteten Agrarholzflächen stellen zwar neuartige Strukturen in der Landschaft dar, jedoch sind aktuell keine einheimischen Vogelarten bekannt, welche eine diesbezügliche Habitatspezialisierung aufweisen. In Scheyern besiedeln in erster Linie die Gehölzbrüter der halboffenen, mit vielen Strukturelementen angereicherten Landschaft die Agrarholzkulturen. Vogelarten des Waldes und anderer Hauptlebensräume spielen aktuell nur eine untergeordnete oder gar keine Rolle.

Die Agrarholzflächen weisen jedoch nur einen geringen Anteil der regionalen Avifauna bzw. der entsprechenden Lebensgemeinschaften auf. Die strukturelle Vielfalt und damit einhergehend auch die vielfach hohe Artendiversität naturnaher Gehölzlebensräume und das damit einhergehende Besiedlungspotenzial kann in den Kurzumtriebsplantagen nicht erreicht werden. Jedoch übertreffen sie die Artenzahlen von intensiv genutzten Ackerflächen z.T. erheblich. In der nachfolgenden Abbildung 220 sind die Gesamtdichten (alle registrierten revieranzeigenden Vogelbeobachtungen) dargestellt. Es wird anschaulich, dass die Nutzungsintensität der Vögel in den Agrarholzflächen deutlich über derjenigen in den vergleichbaren Ackerflächen liegt, aber niedriger ist als in den untersuchten Feldgehölzen und Waldflächen.

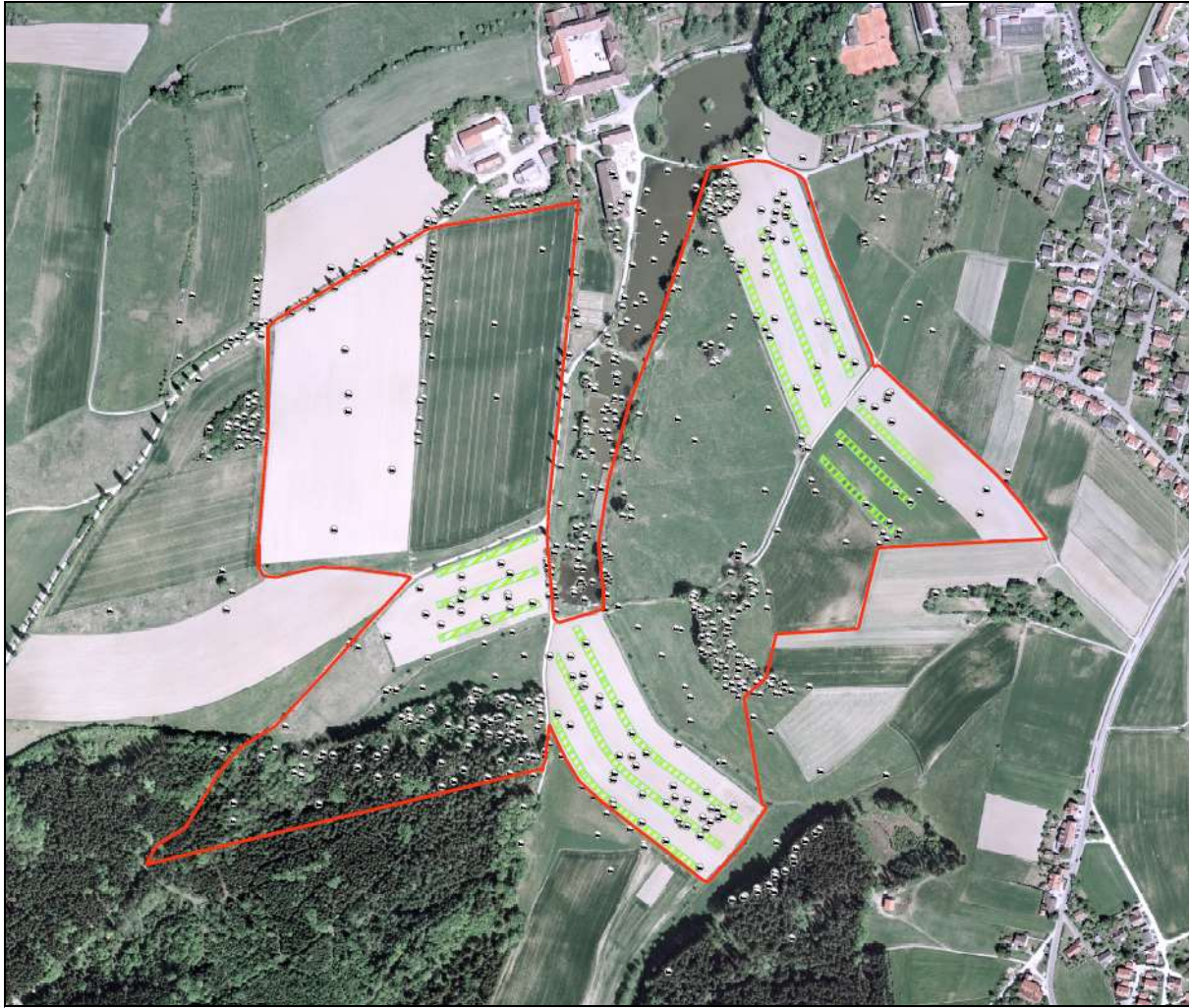


Abbildung 220: Darstellung aller Beobachtungspunkte revieranzeigender Verhaltensweisen in der Untersuchungsfläche Scheyern in 2012.

Gefährdete Arten

Die Agrarholzflächen werden überwiegend von verbreiteten und häufigen Vogelarten mit einem hohen Anpassungsvermögen besiedelt. Aufgrund der Neuartigkeit dieser Anbausysteme ist keine Vogelart an die hier herrschenden Verhältnisse speziell angepasst. Dementsprechend konnten in den Agrarholzstreifen in Scheyern nur eine bestandsgefährdete Art beobachtet werden (Tabelle 136). Lediglich der Bluthänfling, eine Art halboffener, reich strukturierter Landschaften, nutzte die Agrarhölzer zeitweise als Nahrungsgast. Im Untersuchungsraum und darüber hinaus wurden zwar weitere, in Bayern oder national bestandsgefährdete Vogelarten festgestellt (Rebhuhn, Feldlerche, Braunkehlchen), diese nutzten jedoch die Agrarholzstreifen nicht. Besonders bemerkenswert ist das in Bayern stark gefährdete Braunkehlchen, welches in 2011 im zentralen Grünland des Untersuchungsraums mit Brutverdacht registriert wurde. Ein weiterer Nachweis in 2012 gelang nicht.

Tabelle 136: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Bayerns und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsflächen im Versuchsgut Scheyern (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Fünfstück et al. 2003, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.

Art	RL Bayern	RL Deutschland	Brutvogel	Gastvogel
Bluthänfling	3	V	-	x

Neben den vorgenannten Arten mit einer bereits akuten Bestandsgefährdung wurden 2 weitere Vogelarten der so genannten Vorwarnliste²⁸ in den Agrarholzflächen dokumentiert: Goldammer (Brut), Feldsperling (Nahrungsgast).

Zusammenfassung und Fazit

Aus den Untersuchungen lässt sich direkt ableiten, dass auch die streifenförmigen Agrarholzkulturen von den Vögeln in ihr Lebensraumumfeld einbezogen werden. Profiteure sind in erster Linie Freibrüter der halboffenen Landschaft wie Goldammer, Dorngrasmücke u.a., welche die aufgewachsenen Gehölzflächen auch als Bruthabitat annehmen, z.T. sogar in einer höheren Dichte als in umliegenden Feldgehölzen (Goldammer). In der Regel aber ist davon auszugehen, dass die strukturell eher gering ausgestatteten und monotonen Agrarholzstreifen nicht die hohen Artenzahlen und Individuendichten einer alten naturnahen Hecke erreichen werden. Sie sind eher vergleichbar mit jungen Hecken in den ersten Aufwuchsjahren und können zumindest teilweise deren Funktionen erfüllen. Auch für eurytope Waldarten können die Agrarholzstreifen eine gewisse, wenn auch untergeordnete Rolle spielen. Über die Eignung als Bruthabitat hinaus nutzen weitere Vogelarten die Gehölzkulturen v.a. zur Nahrungssuche, aber auch als Sing- und Ansitzwarte oder zum Schutz vor Beutegreifern.

Im Gegensatz zu den flächigen Kurzumtriebsplantagen am Modellstandort Allendorf konnte in den heckenartigen Streifen in Scheyern (noch) keine Nutzung durch echte Feldvögel nachgewiesen werden. Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass zum Zeitpunkt der Kartierungen noch keiner der Streifen beerntet worden war. Es ist vorstellbar, dass die Agrarholzstreifen im ersten Jahr nach dem Schlag der Gehölze auch Arten wie Feldlerche, Wachtel oder Rebhuhn geeignete Brut- und Nahrungshabitate bieten, wenn die auf den Stock gesetzten Gehölze in Verbindung mit einer lückigen, aber artenreichen Krautvegetation (vgl. Glemnitz et al. 2013) und benachbarten Grünland- oder Ackerflächen eine homogene Offenlandsituation entstehen lassen.

Die Ergebnisse lassen weiterhin den Schluss zu, dass streifenförmige Agrarholzflächen, die wie in Scheyern in eine ohnehin bereits gut strukturierte Landschaft gepflanzt wurden, zwar einen gewissen Beitrag für die Avifauna leisten können, insbesondere aber traditionelle Naturschutzziele wie die Erhaltung und der Schutz seltener Arten durch die Agrarholzstreifen kaum erfüllt werden. Sie tragen aber zumindest dazu bei, die regionale Artenvielfalt im Vergleich zu einem konventionell genutzten Acker zu erhalten, ggf. auch zu erhöhen, vorausgesetzt eine sinnvolle Standortplanung hat stattgefunden und seltene oder gefährdete Arten werden nicht verdrängt.

²⁸ Hierin werden Arten geführt, die aktuell noch nicht gefährdet sind, von denen aber zu befürchten ist, dass sie innerhalb der nächsten zehn Jahre gefährdet sein werden, wenn bestimmte Faktoren weiterhin einwirken (HGON & VSW 2006).

Allerdings kann ihnen sichtbar ein Effekt für den Biotopverbund zugesprochen werden. Denn auch hier ist die Aktivitätsdichte der Vögel um ein vielfaches höher als auf den konventionell bewirtschafteten Ackerschlägen. Vor allem in ausgeräumten Agrarlandschaften können wahrscheinlich derartige Biomasseanbausysteme Gehölzbiotope miteinander verbinden und die ansonsten intensiv landwirtschaftlich genutzte Landschaft für etliche Vogelarten besiedelbar machen.

4.4.4.11 Ergebnisse Freising

Avifauna der Untersuchungsräume

Der Landkreis Freising hat aufgrund der Erweiterung des Flughafens München und der relativ starken Bautätigkeit der Gemeinden (hoher Wohnflächenbedarf in der Metropolregion München) einen hohen Bedarf an Flächen für Kompensationsmaßnahmen. Diese fließen im Rahmen eines Landnutzungskonzeptes teilweise auch in die Etablierung meist kleiner Agrarholzflächen, die hier zumeist mit Kräutergemeinde angepflanzt werden. In Pulling handelt es sich – im Gegensatz zu den Agrarholzflächen in Allendorf und Scheyern – um eine sehr kleine, im Frühjahr 2010 begründete Agrarholzkultur im Randbereich einer Feuchtbrache. Die noch jungen Weiden wurden in den Untersuchungsjahren 2011 und 2012 von den Vögeln kaum in ihre Reviere einbezogen. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich daher auf eine Beschreibung der Avifauna des Untersuchungsraums und die festgestellten Nutzungsmuster am ELKE-Standort.

Gesamt-Artenzahlen:

In den Jahren 2011 und 2012 wurde im gesamten Untersuchungsraum das Vorkommen von 55 Vogelarten dokumentiert; 34 Arten brüteten, 21 Arten suchten den Untersuchungsraum als Nahrungsgäste oder Durchzügler auf. Diese Artenzahl ist – v. a. auch vor dem Hintergrund, dass ein Wald als Referenzfläche in Pulling nicht zur Verfügung stand – als relativ hoch einzuschätzen. Die lokale Avifauna setzt sich dementsprechend überwiegend aus Vogelarten der offenen und halboffenen, reich strukturierten Kulturlandschaft und der Parks und Siedlungen zusammen. Echte Waldvögel wie z. B. Schwarzspecht oder Waldlaubsänger fehlen. Lediglich der Pirol trat mehrfach als Nahrungsgast auf; er besitzt wahrscheinlich ein Brutvorkommen in der weiteren Umgebung, möglicherweise in den Baumbeständen an der nördlich gelegenen, ehemaligen Abgrabung oder entlang der Fließgewässer westlich des Untersuchungsraums (Weihenstephaner Kanal, Moosach).

Vergleich der beiden Untersuchungsjahre

Obwohl auch in Pulling – wie in Scheyern – inmitten der Brutsaison ein Kartiererwechsel stattfand, ist der Unterschied in den festgestellten Artenzahlen hier nicht so groß (2011: 40, 2012: 44 Vogelarten). In 2012 wurden innerhalb des Untersuchungsraums lediglich 4 Arten mehr als in 2011 erfasst. Allerdings traten in beiden Untersuchungsjahren einige Arten auf, die in dem jeweils anderen Jahr nicht kartiert wurden. Dies ist methodisch bedingt, z.T. aber auch durch natürliche Populationsschwankungen innerhalb eines gegebenen Raums zu erklären. So sind einige Arten (z.B. Neuntöter, Rebhuhn) ohnehin recht selten und brüten nicht in jedem Jahr bzw. jährlich an der gleichen Stelle. Andere wie die Wachtel treten in einigen Gebieten oft nur in bestimmten, den so genannten Invasionsjahren (häufiger) auf.

In der nachfolgenden Ergebnisdarstellung wird daher auch hier im Wesentlichen auf die Untersuchungsergebnisse des Jahres 2012 eingegangen, lediglich bei einzelnen Aspekten wird auch auf die Kartierung in 2011 zurückgegriffen.

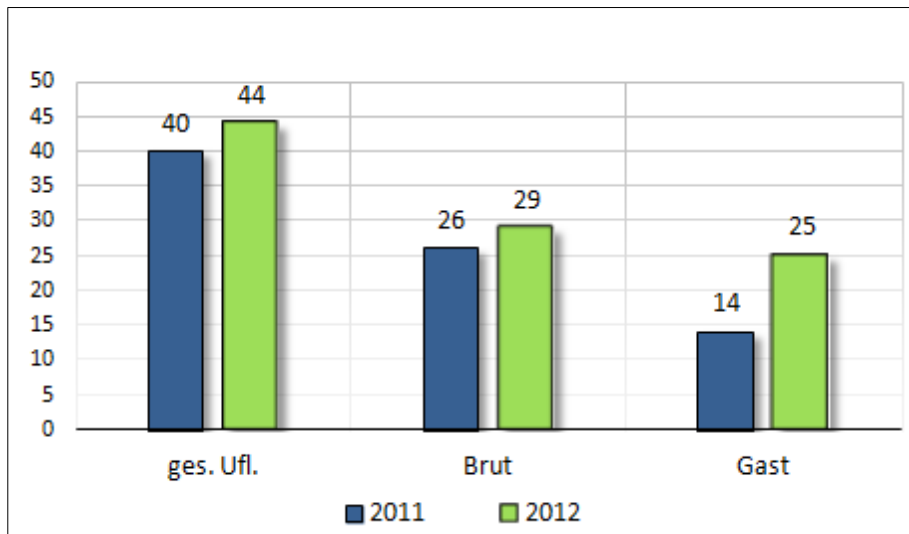


Abbildung 221: Pulling: Vergleich der Untersuchungsjahre.

Nutzung der Agrarholzflächen durch die Avifauna

In beiden Untersuchungsjahren wurde die noch junge Agrarholzpflanzung von insgesamt 3 Vogelarten zur Brut genutzt. Lediglich der Sumpfrohrsänger brütete in beiden Jahren. Dies ist allerdings weniger auf das Agrarholz, als vielmehr auf die zwischen den Weiden noch wachsenden (feuchten) Hochstaudenfluren zurückzuführen. Der Brachecharakter der gesamten Fläche blieb hier bislang weitgehend erhalten. In 2011 schritten innerhalb der sehr kleinflächigen Agrarholzpflanzung zudem der Zaunkönig als auch die Wachtel zur Brut. Der Zaunkönig hatte sein Nest am Rande der Weidenpflanzung in einem verfilzten Teil der Hochstaudenflur angelegt, die Wachtel profitierte von dem in 2011 noch vorhandenen Offenlandcharakter der Fläche. Im Untersuchungsjahr 2012 brütete neben dem Sumpfrohrsänger auch der Feldschwirl inmitten der Agrarholzpflanzung. Die Hochstaudenflur mit den noch jungen Weiden sowie die angrenzende offene Bereich mit einzelnen, randlich stehenden Gebüsch entsprach einem Optimallebensraum dieser Art.

Aufgrund der noch jungen Weidengehölze kam die Anlage als Brutort für Vogelarten, die ihre Nester in Gebüsch anlegen, noch nicht in Frage (geringe Verzweigung und Belaubung bieten noch zu wenig Schutz). Zudem kam die Agrarholzfläche wegen ihrer Ortsrandlage, den Gebüsch und dem randlich stocken Rest eines Silberweidenauwalds nicht als Brutstandort für echte Offenlandarten wie Feldlerche oder Wiesenschafstelze in Betracht. Die Brut der Wachtel im Vorjahr ist hier wohl als Ausnahme anzusehen.

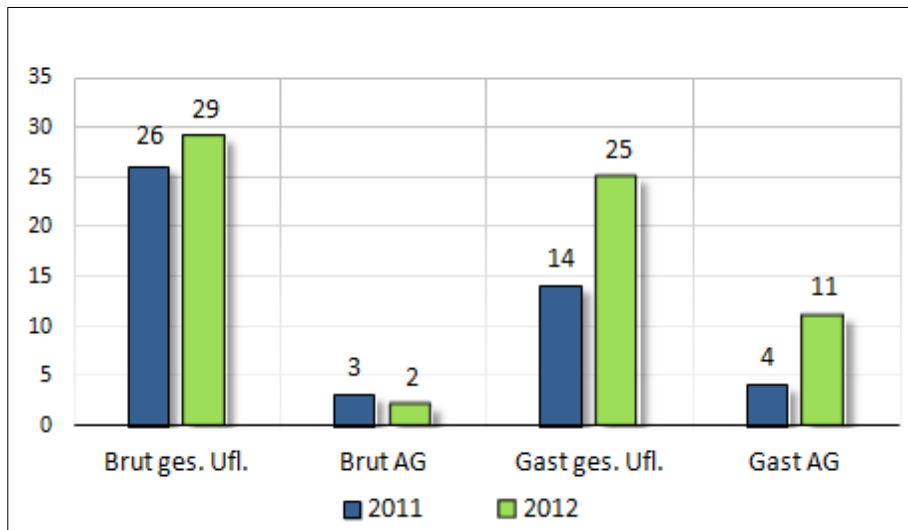


Abbildung 222: Pulling: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den Agrarholzflächen (AG) in 2011-2012.

In Tabelle 137 sind alle Brutvögel der Agrarholzpflanzungen in Pulling für 2011 und 2012 zusammengestellt²⁹.

Tabelle 137: Brutvogelarten in der Agrarholzpflanzungen in der Untersuchungsfläche Pulling in 2011 und 2012.

Pulling		
Art	2011	2012
Feldschwirl	-	1
Sumpfrohrsänger	1	1
Wachtel	1	-
Zaunkönig	1	-
Summe	3	2

Aufgrund ihrer Kleinflächigkeit kann die Agrarholzanlage in Pulling naturgemäß nur wenigen Vogelarten als Brutplatz dienen. Auch ihre Funktion als Nahrungshabitat etc. ist aus demselben Grund eher unbedeutend. In 2011 nutzten 5 Arten die Agrarholzfläche, ohne dort zu brüten, in 2012 waren es 11 Arten. Dabei handelte es sich fast ausnahmslos um direkt in den angrenzenden Gebüsch und Hecken brütende Vögel, welche die entsprechende Fläche in ihr Revier einbezogen hatten. Lediglich vom Bluthänfling konnte keine Brut im Umfeld festgestellt werden.

Eine Besonderheit ist die Brut des Schlagschwirls in den südlich an die Agrarholzfläche angrenzenden Gebüsch des Silberweidenauwalds. Diese Vogelart gilt in Bayern als bestandsgefährdet und besitzt dort nur eine sehr zerstreute, z.T. nur lokale Verbreitung (Fünfstück et al. 2003).

Gefährdete Arten

In Pulling werden die Agrarholzflächen ausschließlich von verbreiteten und mehr oder weniger häufigen Vogelarten besiedelt. Lediglich unter den Nahrungsgästen waren mit dem Bluthänfling und dem Schlagschwirl zwei Arten, die in der Roten Liste Bayerns als bestandsgefährdet aufgeführt

²⁹ Aufgrund des in 2011 aufgetretenen Wechsels der Kartierer sind die Ergebnisse nur mit Vorbehalt zu betrachten.

werden (Fünfstück et al. 2003). Der Schlagschwirl brütete in unmittelbarer Nachbarschaft zur Agrarholzpflanzung in den Gebüsch des Silberweidenauwald-Fragmentbestands. Bruten des Bluthänflings im Umfeld der Agrarholzfläche sind nicht bekannt.

Tabelle 138: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Bayerns und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsfläche in Pulling (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Fünfstück et al. 2003, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.

Art	RL Bayern	RL Deutschland	Brutvogel	Gastvogel
Bluthänfling	3	V	-	x
Schlagschwirl	3	-	-	x

Zusammenfassung und Fazit

Die sehr kleine Agrarholzfläche in Pulling wurde in den beiden Untersuchungsjahren nur von sehr wenigen Vogelarten genutzt. Bislang ließ sich hinsichtlich der Brutvögel kein direkter Zusammenhang zu der gepflanzten Weidenkultur erkennen. Vielmehr ist festzustellen, dass die 4 Arten, die hier als Brutvögel auftraten, diesen Bereich in erster Linie wegen der zwischen den jungen Gehölzen vorherrschenden Hochstaudenflur auswählten, die einen direkten Bezug zu ihren Habitatansprüchen herstellt.

Die Agrarholzfläche in Pulling zeigt jedoch, dass sich mit derart kleinen Energieholzpflanzungen sowohl ökonomische als auch Naturschutzaspekte miteinander sinnvoll verbinden lassen. Dies gilt natürlich nur, so lange keine wertvollen Lebensräume für die Anlage der Agrarholzpflanzungen in Anspruch genommen werden. Im vorliegenden Beispiel der randlichen Pflanzung eines kleinen 3-reihigen Weidenbestands, welche der angrenzenden (Feucht-)Brache noch ausreichend Platz belässt, so dass sich sowohl Flora als auch Fauna weiter entwickeln können, werden gefährdete Arten nicht verdrängt. Mit dem Schlagschwirl konnte sogar eine bundesweit seltene Brutvogelart unmittelbar an die Agrarholzfläche angrenzend als Brutvogel nachgewiesen werden. Die Weidenpflanzung ergänzt hier in sinnvoller Weise die schon vorhandenen Heckenlebensräume und kann als Beispiel für den Anbau nachwachsender Rohstoffe mit integrierten Naturschutzziele in Kleinst- und Restflächen der Kulturlandschaft dienen.

4.4.4.12 Ergebnisse Marpingen

Avifauna der Untersuchungsräume

Gesamt-Artenzahlen:

Auch am Modellstandort Marpingen wurden die Agrarholzflächen auf dem Bastberg in einer z.T. kleinflächig parzellierten und reich mit strukturierenden Elementen durchsetzten Kulturlandschaft etabliert. Die schnellwachsenden Gehölze wurden hier allerdings nur recht kleinflächig und relativ spät gepflanzt. So sind neben einer in 2010 begründeten, ca. 0,3 ha großen Pappelkultur noch wenige weitere, linienhafte Agrarholzflächen vorhanden, die erst in den Jahren 2011 und 2012 etabliert wurden. Insbesondere die Agrarholzstreifen besitzen zurzeit eher noch den Charakter von Ackerrandstreifen mit entsprechender Wildkrautflora. Die Nutzung dieser noch sehr jungen Kulturen

durch die Avifauna ist noch rudimentär, dennoch aber bereits festzustellen. Neben diesen Agrarholzpflanzungen werden auf dem Bastberg seit 2009 über das ELKE-Projekt auch Getreide-Leguminosen-(Ölfrucht-)Gemenge, Klee gras und Chinaschilf nach ökologischen Kriterien bewirtschaftet. Diese Flächen sind vielfältig gegliedert, z.T. kleinflächig strukturiert und besitzen einen hohen Randlinienanteil. Erwartungsgemäß weisen diese ökologisch bewirtschafteten Äcker eine artenreiche Avifauna auf.

Am Bastberg wurden in den beiden Untersuchungsjahren 2011 und 2012 insgesamt 79 Vogelarten festgestellt, davon brüteten 51 Arten, weitere 28 waren Gastvögel. Aufgrund der hohen Lebensraumvielfalt ist die lokale Avifauna als relativ artenreich zu bezeichnen. Neben typischen Waldvogelarten wie Mittelspecht, Waldkauz, Kleiber, Trauerschnäpper, Waldlaubsänger und Eichelhäher, die vor allem im Bauernwald und in den Forstflächen sowie in größeren Feldgehölzen vorkommen, sind in der strukturreichen Halboffenlandschaft zudem viele Gebüsch- und Heckenbrüter, aber auch Höhlenbewohner sowie Bodenbrüter vorhanden. Brutvögel des halboffenen Kulturlandes sind Bluthänfling, Neuntöter, Dorngrasmücke und Goldammer; in den z.T. alten, höhlenbaumreichen Streuobstbeständen sind u.a. Grünspecht, Gartenrotschwanz, Star und Feldsperling verbreitet. Baumpieper, Gartenrotschwanz und Star nehmen hier eine Zwischenstellung zwischen den Waldvogel- und Halboffenlandarten ein, da sie sowohl im aufgelichteten Bauernwald, als auch in der Streuobst- und Heckenlandschaft vorkommen. In den feuchten und mit Weiden verbuschten Hochstaudenfluren an den Fließgewässern, die nur geringe Flächenanteile des Untersuchungsraums einnehmen, kommen Nachtigall und Sumpfrohrsänger als Brutvögel vor. Als typische bodenbrütende Feldvogelarten sind die Feldlerche, der Fasan und die Wachtel zu nennen. Seltene Brutvogelarten im Nahumfeld der Untersuchungsräume (Bastberg und Metzelberg) sind Rotmilan, Wespenbussard, Schwarzstorch, Wendehals und Wiesenschafstelze.

Vergleich der beiden Untersuchungsjahre

In der Untersuchungsfläche Bastberg wurden in 2011 insgesamt 62 Vogelarten festgestellt, in 2012 waren es 72 Arten. Dieser deutliche Unterschied kann nicht auf methodische Ursachen zurückgeführt werden. Möglicherweise haben die ungünstigeren Witterungsverhältnisse, die das Jahr 2011 prägten, zu Brutaufgaben bzw. Bestandseinbrüchen bei einigen Arten geführt. So war der Frühling durch eine auffallende und lang andauernde Dürre geprägt, während im Spätsommer nasskalte Witterung vorherrschte. Bei einigen Vogelarten kam es hierdurch scheinbar zu Brutaufgängen. Die Brutbestände von einigen insektenfressenden Arten wie Rotkehlchen und Heckenbraunellen, aber auch einiger Drosselarten und des Buchfinks waren in diesem Jahr im Untersuchungsgebiet auffallend gering. Eventuell spielen auch vorangegangene Kältewinter eine Rolle.

Für die Feldlerche war 2011 offensichtlich ein eher ungünstiges Jahr. So wurden am Bastberg in diesem Jahr 17 Reviere (gegenüber 20 in 2012) festgestellt (Metzelberg 2011: 13; 2012 17). Auch die Wachtel konnte in 2011 nur mit einem Revier am Bastberg und keines am Metzelberg nachgewiesen werden, obwohl 2011 starke Wachteleinflüge in Mitteleuropa verzeichnet wurden (Bastberg 2012: 2 Reviere; Metzelberg 2012: 1 Revier).

Nutzung der ELKE-Flächen durch die Avifauna

In der eingezäunten flächigen Pappelkultur haben in 2012 je ein Brutpaar von Neuntöter, Goldammer und Dorngrasmücke gebrütet. Weitere Brutvogelarten konnten innerhalb der relativ kleinflächigen eingezäunten Pflanzung nicht festgestellt werden. Jedoch wurde die aufgrund des noch nicht erfolgten Kronenschlusses der Pappeln noch relativ offene, insekten- und samenreiche Fläche häufig von in unmittelbarer Nachbarschaft brütenden Vogelarten zur Nahrungssuche genutzt. Das Spektrum reicht hierbei von Greifvogelarten wie Turmfalke und Mäusebussard über insektenfressende Arten wie Dorngrasmücke, Baumpieper und Heckenbraunelle bis hin zu körnerfressenden Arten wie Goldammer, Stieglitz und Bluthänfling. Im direkten Umfeld der Anbaufläche brütete in 2012 der Baumpieper, der die Zaunpfähle und Pappelbüsche in der Agrarholzfläche regelmäßig als Sing- und Ansitzwarte nutzte. Auch nahe der Anpflanzung brütende Feldlerchen nutzten die Zaunpfähle regelmäßig als Sitzwarte. In 2011 konnten in der Pappelkultur keine Brutvögel festgestellt werden.

Ein Paar des Baumpiepers brütete in 2011 und 2012 in einem benachbarten Miscanthus-Acker. Hier konnten mehrfach einfliegende, futtertragende Altvögel beobachtet und auch Bettelrufe der Jungvögel vernommen werden. In den Vorjahren (2010 und 2011) wurden mit Zilpzalp und Goldammer weitere Brutvogelarten in dieser Kultur festgestellt. In 2012 brüteten sie jedoch nicht innerhalb der Kultur, sondern in einer angrenzenden Hecke. Auch die Miscanthus-Pflanzung wurde regelmäßig und intensiv von nahrungssuchenden Vögeln (v.a. Finkenvögeln wie Goldammer, Bluthänfling, Stieglitz usw.) genutzt.

Die Flächen auf denen die linienhaften Agrarholzkulturen neu etabliert wurden, gleichen vom Charakter her derzeit den übrigen kräuterreichen Ackerflächen, da sich die Kultur noch in einem sehr jungen Stadium befindet und die Wildkrautflora hier zur Zeit noch aspektbestimmend ist. Auf diesen wie auch in den entfernteren ökologisch bewirtschafteten Flächen brüten vor allem die Feldlerchen in recht hoher Dichte (Abbildung 223), aber auch Hühnervögel wie der Fasan und vereinzelt die Wachtel. In 2011 konnte im Bereich von Äckern, in welche die streifenförmigen Agrarholzflächen gepflanzt wurden, ein Schafstelzenrevier, in 2012 zwei Wachtelreviere, zwölf Feldlerchenreviere und zwei Fasanenreviere nachgewiesen werden. Die offenen Agrarholzbereiche wurden als Teilhabitate von den entsprechenden Arten in ihre Reviere einbezogen. Das Rebhuhn, welches hier ebenfalls geeigneten Lebensraum finden würde, steht am Modellstandort kurz vor dem Aussterben. Lediglich auf dem benachbarten Segelflugplatz existiert noch eine Kleinstpopulation von aktuell maximal zwei Individuen.

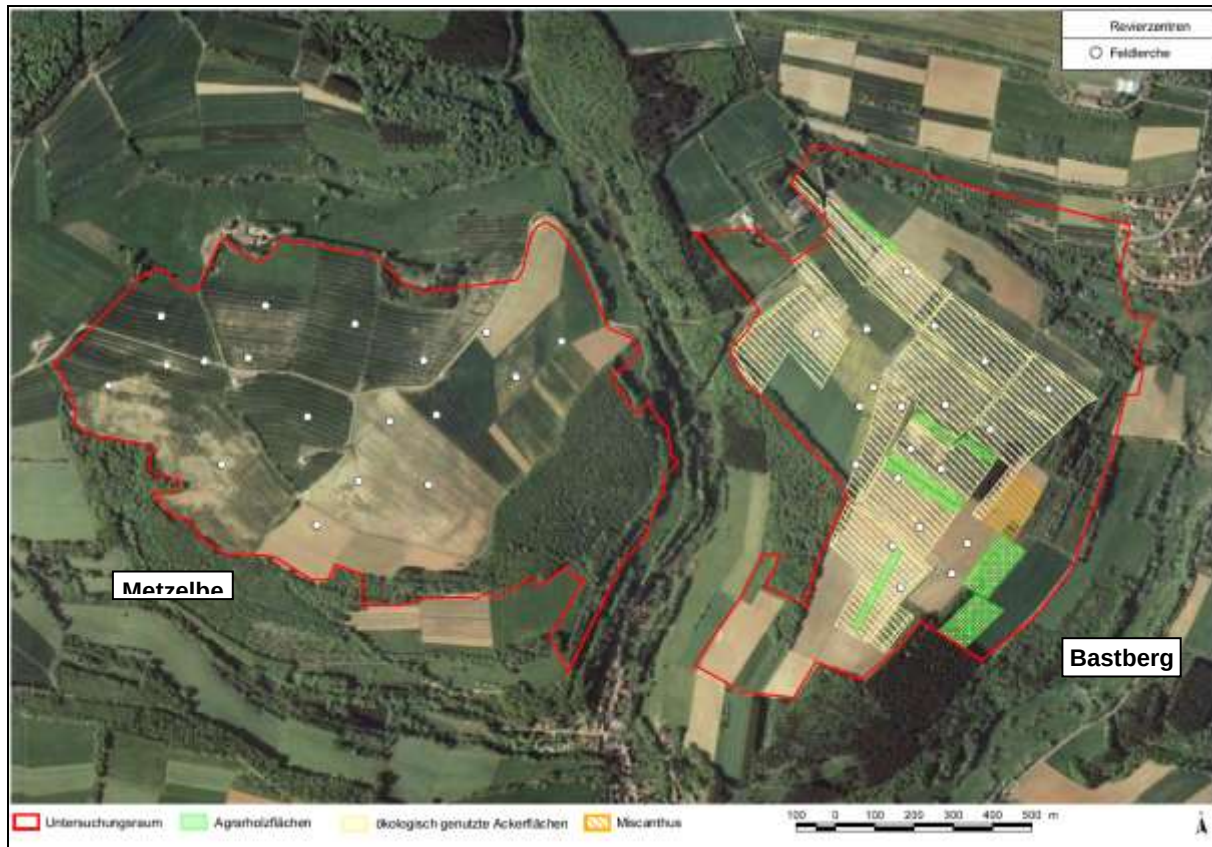


Abbildung 223: Revierzentren der Feldlerche in den Agrarholzflächen und deren Umfeld im Jahr 2012 auf dem Bastberg (re.) und auf der Vergleichsfläche Metzelberg (li.).

In Tabelle 139 sind alle Brutvögel der Agrarholzpflanzungen am Bastberg für 2011 und 2012 zusammengestellt.

Tabelle 139: Vogelarten mit Brutrevieren in den jungen Agrarholzpflanzungen und den unmittelbar angrenzenden ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen in der Untersuchungsfläche Bastberg in 2011 und 2012.

Bastberg/Marpingen		
Art	2011	2012
Dorngrasmücke	-	1
Feldlerche	-	12
Goldammer	-	1
Jagdfasan	-	2
Neuntöter	-	1
Schafstelze	1	-
Wachtel	-	2
Summe	1	19

Die Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsjahren hinsichtlich der Arten – wie auch der Revierzahl – ist möglicherweise über anlagebedingte Störungen (Erstanlage der streifenförmigen Agrarholzkulturen) und mechanische Bodenbearbeitungen im Jahr 2011 sowie die in 2010 etablierte und bis 2011 noch nicht genügend hochgewachsene Pappelkultur erklärbar. Zudem war für einige Vogelarten wie die Feldlerche 2012 offenbar ein besseres Jahr zur Reproduktion (s.o.).

Die ökologisch bewirtschafteten ELKE-Kulturen am Modellstandort (Getreide-Leguminosen-Gemenge, Klee gras) bieten in Verbindung mit den sandigen Wirtschaftswegen und Säumen verschiedensten Vogelarten geeignete Brut- und Nahrungshabitate. So sind beispielsweise neben Greifvögeln und Eulen wie Mäusebussard, Turmfalke, Rotmilan (v.a. in 2010 und 2011) Wespenbussard, Waldkauz und Schleiereule auch körnerfressende Singvogelarten, die in randlichen Gehölzstrukturen, z.T. auch in den Kräuter- und Klee grasgemengen brüten (z.B. Feldsperling, Goldammer, Stieglitz, Bluthänfling sowie weitere Finkenvögel) regelmäßig bei der Nahrungssuche anzutreffen. Insektenfressende Arten, die häufig bei der Nahrungssuche in den Äckern mit streifenförmigen Agrarholzbeständen festgestellt wurden, sind z. B. Bachstelze, Dorngrasmücke und Heckenbraunelle. Die in den ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen sowie den sandigen, z.T. vegetationsarmen Wirtschaftswegen und kleineren Ruderalflächen brütenden Feldlerchen finden hier aufgrund der reichen und vielfältigen Vegetationsstrukturen, die wiederum eine reiche Wirbellosenfauna mit sich bringen, hervorragende Nahrungsbiotope. Auch im Luftraum jagende Insektenfresser wie Baumfalke, Rauch- und Mehlschwalbe sowie Mauersegler sind während der Brutzeit regelmäßig als Nahrungsgäste über den blüten- und insektenreichen Äckern und korrespondierenden Säumen anzutreffen. Weitere Vogelarten nutzen die Extensiväcker und die Agrarholzflächen während des Durchzugs zur Rast (z.B. Braun- und Schwarzkehlchen, aber auch Greifvögel u.a.).

Die auf dem Bastberg praktizierte Differenzierte Landnutzung lässt ein abwechslungsreiches Strukturmosaik mit z.T. hohen Arten- und Individuendichten der Vögel entstehen. Dies zeigt sich auch im direkten Vergleich mit der konventionell genutzten, wildkrautarmen Vergleichsfläche auf dem Metzelberg. So wurden im Untersuchungsjahr 2012 auf dem Bastberg 72 Vogelarten festgestellt, auf dem Metzelberg waren es 63. Insgesamt erscheint das Artenspektrum in beiden Untersuchungsflächen zwar relativ ähnlich. Dies ist jedoch in der Habitatzusammensetzung dieser Bereiche begründet. Auch auf dem Metzelberg wurden (randlich gelegene) Hecken, Feldgehölze und Waldflächen in die Kartierungen einbezogen. Die dortigen reinen, intensiv genutzten Ackerflächen weisen allerdings eine ärmere Artenausstattung auf. Die meisten Vogelarten fliegen aus den benachbarten Strukturen in die konventionell bewirtschafteten Äcker ein, um dort nach Nahrung zu suchen. Das reichere Vegetationsmosaik des Bastbergs spiegelt sich auch direkt im Brutvogelspektrum wider: In 2012 war z.B. der Feldsperling dort mit 10 Revieren vertreten, während er auf dem Metzelberg als Brutvogel fehlte und nur als vereinzelter Nahrungsgast zu beobachten war. Auch andere, charakteristische Vogelarten des halboffenen Kulturlandes waren auf dem Bastberg stärker vertreten, so die Goldammer mit 35 Revieren (gegenüber 13 auf dem Metzelberg), die Gartengrasmücke mit 8 (gegenüber 3), der Gartenrotschwanz mit 3 (gegenüber 0) und die Heckenbraunelle mit 10 (gegenüber 2) Revieren. Auch die Populationsdichte der Feldlerche ist im direkten Vergleich auf dem Bastberg – wenn auch geringfügig – höher (20 gegenüber 17 Reviere in 2012). Bedingt durch die intensivere, konventionelle Bewirtschaftung ist anzunehmen, dass es bei den Feldvögeln am Metzelberg zu höheren Brutaussfällen kommt, der Bruterfolg auf dem ökologische bewirtschafteten Bastberg insgesamt also höher ist. Detaillierte Untersuchungen hierzu stehen allerdings noch aus.

Die Unterschiede zeigen sich im Übrigen auch sehr deutlich in der Insektenfauna. Während der avifaunistischen Geländearbeiten wurde auch auf die in den beiden Untersuchungsflächen vorhandene Insektenfauna geachtet (dokumentierte Zufallsbeobachtungen). Dabei bestätigten sich die bereits für die Vogelwelt gemachten Feststellungen: Die ökologisch bewirtschafteten Flächen des Bastbergs mit den korrespondierenden Säumen, Ruderalstellen und Sandwegen wiesen ein deutliches Plus an Tagfaltern und Heuschrecken, sowohl hinsichtlich der Artenzahlen als auch der Individuendichten auf.

Bezug zur lokalen Avifauna

In Marpingen besiedeln Gehölzbrüter der halboffenen, mit vielen Strukturelementen angereicherten Landschaft als auch echte Offenlandarten die Agrarholzkulturen. Vogelarten des Waldes und anderer Hauptlebensräume spielen aktuell nur eine untergeordnete oder gar keine Rolle. Dies ist direkt mit den noch sehr jungen Kulturen erklärbar (Anlage z.T. erst in den Untersuchungsjahren, dazu z.T. abschnittsweise Totalausfälle durch Dürre in 2011 und entsprechende Nachpflanzungen 2011 und 2012). Insoweit ist in den nächsten Jahren mit einer deutlichen Verlagerung des Brutvogelspektrums hin zu Gebüsch-(und Boden-)brütern des Halboffenlandes und ubiquitärer Waldarten zu rechnen, wie dies auch schon an den Modellstandorten in Allendorf und Scheyern belegt wurde. Die Artenvielfalt naturnaher Gehölzlebensräume wird aufgrund der strukturellen Bedingungen und der Erntemechanismen allerdings auch hier wahrscheinlich nicht erreicht werden können. Wegen der geringen Flächengrößen und des noch sehr jungen Charakters der Agrarholzpflanzungen in Marpingen ist auch der Unterschied in den Brutpaarzahlen im Vergleich zu den Ackerflächen noch nicht so ausgeprägt wie an den zuvor behandelten Standorten. Die Darstellung aller Beobachtungen revieranzeigenden Verhaltens lässt die mit Agrarhölzern bepflanzten Bereiche nicht hervortreten (Abbildung 224). Sehr deutlich zeichnen sich aber auch hier die hohen Vogeldichten in Gehölzbeständen (Wälder, Feldgehölze, Hecken) ab.

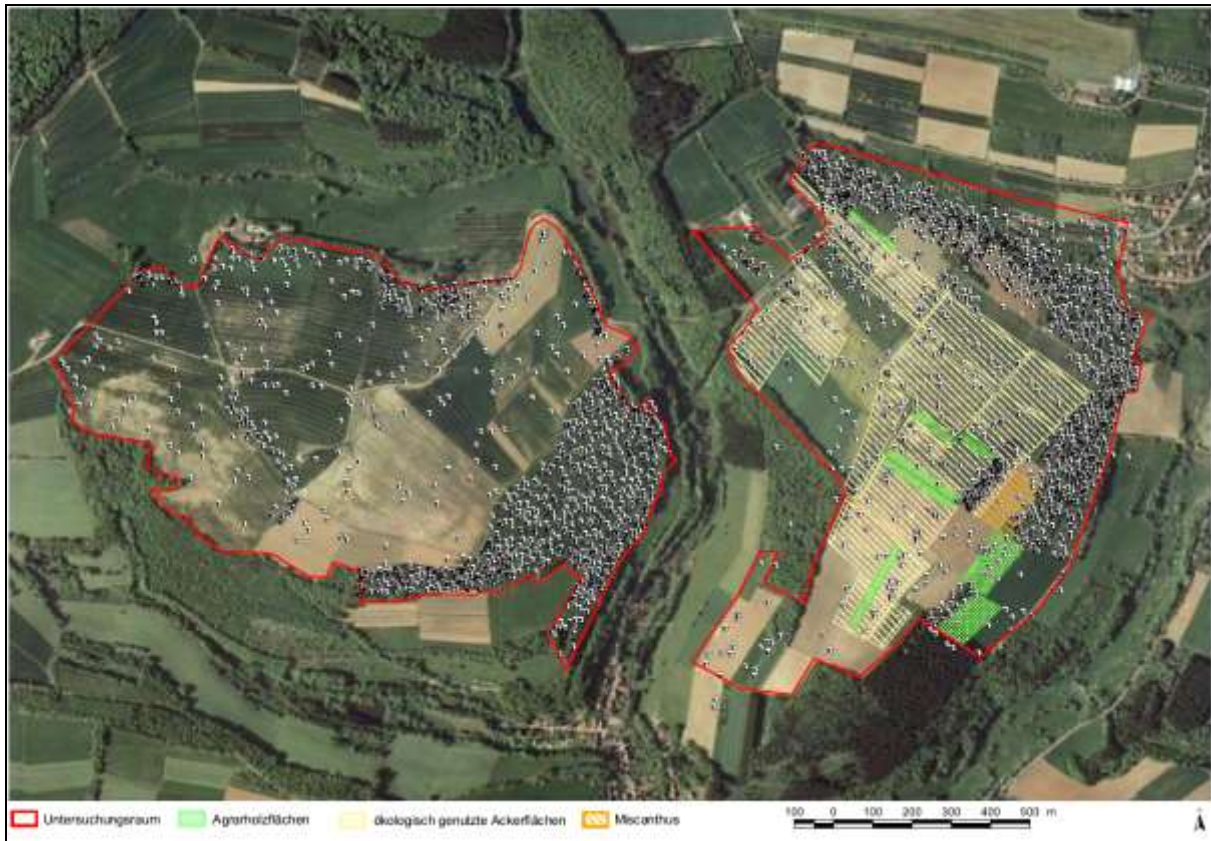


Abbildung 224: Darstellung aller Beobachtungspunkte revieranzeigender Verhaltensweisen am Modellstandort Marpingen in 2012.

Gefährdete Arten

Die Agrarholzflächen in Marpingen befinden sich noch in einem sehr jungen Stadium. Entsprechend des dadurch bedingten strukturellen Charakters und der naturräumlich bedingten reichen Avifauna nutzen auch hier einige gefährdete Vogelarten die Agrarholzflächen zur Brut wie auch zur Nahrungssuche und Rast (Tabelle 140).

Tabelle 140: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen des Saarlands und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsfläche am Bastberg (Marpingen) (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Bos et al. 2005, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.

Art	RL Saarland	RL Deutschland	Brutvogel	Gastvogel
Feldlerche	V	3	x	-
Wachtel	3	-	x	-
Wiesenschafstelze	1	-	x	-

Unter den Brutvögeln der Agrarholzflächen werden Wachtel und Wiesenschafstelze in der Roten Liste des Saarlandes geführt. Die Feldlerche gilt deutschlandweit als bestandsgefährdet. Bemerkenswert ist die Brut der Wiesenschafstelze am Bastberg im Jahr 2012. Die Art konnte hier auch mehrfach bis in den Sommer hinein festgestellt werden. Die Wiesenschafstelze ist laut Bos et al (2005) im Saarland ein seltener Brutvogel (Gesamtbestand 20-30 BP), der aktuell fast ausschließlich in den wärmebegünstigten Tieflagen der westlichen Landesteile auftritt. Die in den 1990er Jahren erfassten

Vorkommen in den höhergelegenen Landesteilen an Prims und Blies, in denen der Modellstandort liegt, gelten nach den zuvor genannten Autoren als erloschen.

Mit Baumfalke und Rauchschnalbe wurden zwar zwei ebenfalls gefährdete Vogelarten im Bereich der Agrargehölze festgestellt, sie nutzen diese jedoch nicht direkt, sondern jagen Insekten im Luftraum darüber wie auch im gesamten Luftraum am Modellstandort. Die beiden Arten, die somit nicht den Agrarholzstreifen zugeordnet werden konnten, sondern mit großer Wahrscheinlichkeit vom Gesamtkomplex der Anbausysteme profitieren, sind daher in Tabelle 140 nicht aufgeführt.

Zusammenfassung und Fazit

Da sich die Agrarholzflächen in Marpingen noch in einem sehr jungen Altersstadium befinden, sind eindeutige Bezüge zur Besiedlung durch Vögel noch schwer herstellbar. Ähnlich wie in Allendorf werden aber auch hier diejenigen Kulturen, die – im räumlichen Zusammenhang mit Ackerflächen – einen Offenlandcharakter besitzen, von Feldvögeln wie Wachtel oder Feldlerche besiedelt. Mit zunehmendem Aufwuchs der Gehölze stellen sich dann Vogelarten der Hecken und Feldgehölze, evtl. auch Waldarten mit einem hohen Anpassungsvermögen ein. Je nach Alter und struktureller Ausstattung spielen die Agrarhölzer auch eine Rolle als Nahrungshabitat für etliche Vogelarten (s.o.), als Sing- und Ansitzwarte oder zum Schutz vor Beutegreifern.

Da die Agrarholzkulturen in Marpingen in einen bereits sehr gut und z.T. auch kleinflächig strukturierten Lebensraumkomplex eingebunden wurden, ist der Beitrag zum Biotopverbund hinsichtlich der Avifauna als gering zu bewerten. Ob am Standort Marpingen traditionelle Naturschutzziele wie die Erhaltung und der Schutz seltener Arten durch die Agrarholzstreifen erfüllt werden können, ist derzeit aufgrund des noch sehr jungen Alters der Kulturen nicht abzusehen. Die linienhaften Agrarholzbestände wurden zumeist als Ergänzungs- und Verbundflächen (im Anschluss an bereits bestehende Heckenstrukturen) eingebracht. Typische Heckenvögel brüten in diesen jungen Pflanzungen noch nicht, aber es ist anzunehmen, dass diese Strukturen im weiteren Kulturverlauf von entsprechenden Arten angenommen werden. Wie bereits am Standort Scheyern dargestellt, können die Agrarholzkulturen auch hier zumindest teilweise die Lebensraumfunktionen junger Hecken oder Feldgehölze übernehmen.

Auf dem Bastberg wird durch die Verknüpfung von ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen mit artenreichen Getreide-Leguminosen-Gemengen, Klee gras mit der Pflanzung von Agrarhölzern die ehemals vorhandene Kulturlandschaft mit modernen, z.T. auch neuartigen Methoden der Landwirtschaft nachgebildet. Hieraus ergibt sich eine Differenzierte Landnutzung, die eine hohe Artenvielfalt sowohl in floristischer als auch in faunistischer Hinsicht zulässt. Im Randbereich des Bastbergs sowie auf benachbarten Hängen sind Teile solcher alten, gewachsenen Strukturen mit einem Mosaik aus Grün- und Ackerland, gliedernden Hecken und Feldgehölzen noch deutlich sichtbar.

Dem entsprechend hat sich hier bereits in relativ kurzer Zeit ein abwechslungsreiches Strukturmosaik mit z.T. hohen Arten- und Individuendichten der Vögel entwickelt, welches in starkem Kontrast zur eher monoton strukturierten, konventionell bewirtschafteten und wildkrautarmen Untersuchungsfläche auf dem Metzelberg steht. So sind sowohl die Artenzahlen als auch die Individuendichten der Arten

auf dem Bastberg z.T. deutlich höher. Dies ist u.a. darin begründet, dass hier eine extrem grenzlinienreiche Halboffenlandschaft mit struktur- und artenreichen Feldfrucht- und Krautgemengen und angrenzenden blütenreichen Säumen wieder begründet wurde, was eine hohe Artenvielfalt (hoher Insektenreichtum) und damit ein gutes Nahrungsangebot für viele Vogelarten nach sich zieht.

4.4.4.13 Ergebnisse Spelle

Avifauna des Untersuchungsraums

Gesamt-Artenzahlen:

Die drei untersuchten Standorte Zur Mühle, Bramhof und Kranenmoorstraße sind geprägt durch intensive und artenarme Äcker, auf denen überwiegend Mais angebaut wird, und vereinzelt Grünland. Sie erhalten aber durch die linienförmigen Hecken und Baumreihen entlang der Parzellengrenzen, Wirtschaftswege und Entwässerungsgräben einen relativ hohen Strukturreichtum. Flächige Gehölzbestände und Grünlandflächen sind eher selten. Dies spiegelt sich in der Zusammensetzung der Avifauna wider, die zu 51-55% aus Hecken-, Waldrand- und Halboffenland-Bewohnern besteht. Zudem existieren vereinzelt Grünlandbrachen und Hofanlagen, die weiteren Arten einen Lebensraum bieten. Nahe der Anbaufläche Zur Mühle bringt das Fließgewässer Giegel Aa ein weiteres Lebensraumelement mit ein, in welchem vereinzelt wassergebundene Vogelarten vorkommen. Da sich die drei Standorte von der Artenzusammensetzung und Lebensraumstrukturen her ähneln, werden sie zunächst gemeinsam beschrieben. Anschließend erfolgt eine Ausdifferenzierung von Unterschieden oder besonderer Vorkommen.

In der Untersuchungsfläche Zur Mühle wurden in den beiden Untersuchungsjahren 2011 und 2012 insgesamt 72 Vogelarten nachgewiesen, von denen 42 als Brut- und 30 als Gastvögel auftraten. In Bramhof waren es 64 Arten (40 Brut- und 24 Gastvögel) und an der Kranenmoorstraße 58 Arten (35 Brut- und 23 Gastvögel) (Abbildung 225).

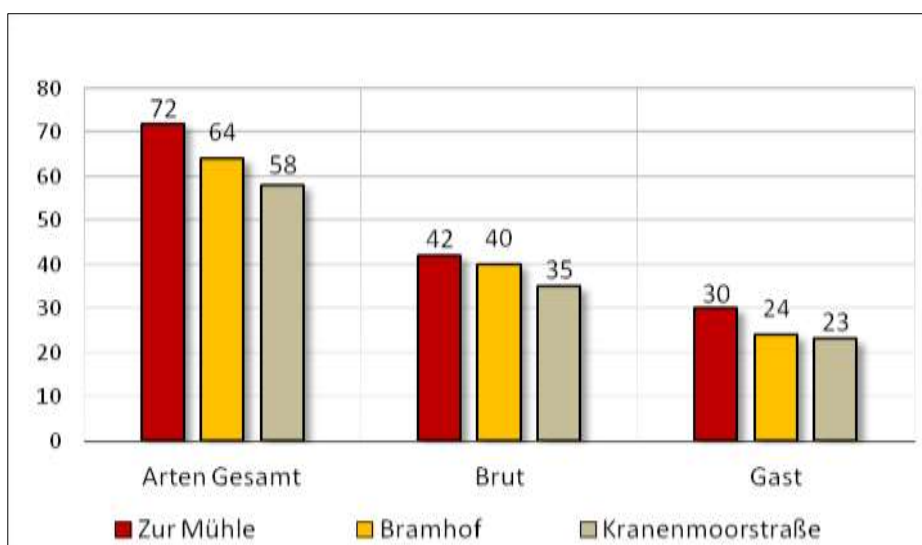


Abbildung 225: Gesamtartenzahlen in den Untersuchungsflächen Zur Mühle, Bramhof und Kranenmoorstraße.

In allen drei Standorten dominieren in den Gehölzbereichen Amsel, Mönchsgrasmücke, Buchfink, Zilpzalp, Rotkehlchen und Gartenbaumläufer als Brutvögel. Diese werden durch einzelne Fitisse, Singdrosseln, Zaunkönige, Ringeltauben, Elstern, Sumpf-, Blau- und Kohlmeisen ergänzt.

Die Feldgehölze sind mit Abstand am dichtesten besiedelt. Die höchsten Zahlen erreichen auch hier die Waldarten Amsel, Buchfink, Mönchsgrasmücke, Ringeltaube und Zilpzalp, aber auch Hecken- und Halboffenlandbrüter wie Heckenbraunellen, Dorngrasmücken und Goldammern sind hier häufig vertreten.

Die eher seltenen Grünlandflächen werden überwiegend zur Nahrungssuche genutzt und liegen meist auch in den Revieren angrenzender Brutvögel (Feldsperling, Hohltaube, Bluthänfling, Dorn-, Mönchs- und Gartengrasmücke, Bachstelze, Star, Buchfink, Jagdfasan). Aber auch in weiterer Entfernung bzw. außerhalb der Untersuchungsflächen brütende Arten wie Rabenkrähe, Dohle, Nilgans, Mäusebussard, Grünspecht, Rauch- und Mehlschwalbe konnten im Grünland bei der Nahrungssuche festgestellt werden.

Als durchziehende Vogelarten wurden Wiesenpieper, Steinschmätzer, Feldlerche, Gelbspötter, Erlenzeisig, Bluthänfling und Baumpieper festgestellt. Die Wiesenschafstelze trat nur in 2011 als Nahrungsgast und Durchzügler auf, 2012 konnte sie nicht mehr beobachtet werden. Auch während der Frühjahrszugzeit konnten kleinere und größere Schwärme von Grünfinken, Stieglitzen, Staren und Bachstelzen etc. beobachtet werden, wie sie vor allem im Grünland, an den Übergangszonen zwischen Äckern und Hecken und auch in den Agrarholzkulturen nach Nahrung suchten. Letztere erfüllen hier – ähnlich wie junge Feldgehölze und Hecken – die Funktion neuer Nahrungshabitate, die im Vergleich zu den konventionell genutzten Äckern eine artenreichere Saum- und Ruderalvegetation aufweisen und damit eine zusätzliche Nahrungsquelle darstellen.

Auf den Ackerflächen brüteten nur wenige Vogelarten. So wurden lediglich einige Reviere von Feldsperling, Jagdfasan, Wachtel, Goldammer, Kiebitz und Rohrweihe (letztere nur 2011) dokumentiert. Aufgrund der Bodenbearbeitung und des schnellwüchsigen und hochwachsenden Maises ist anzunehmen, dass zumindest einige Arten ihre Brut nicht durchbekommen haben. Auffallend ist, dass im weiteren Umfeld der Modellstandorte vorkommende Feldvögel wie Feld- und Heidelerche nicht im Nahumfeld der Anbauflächen festzustellen waren. Feldlerchen konnten lediglich als Durchzügler oder Nahrungsgäste beobachtet werden.

Mit hoher Stetigkeit konnten Nahrungsgäste wie Hohltauben, Rabenkrähen, Nilgänse, Stieglitze, Bluthänflinge und Graureiher auf den (zumeist vorher bearbeiteten) Ackerflächen verzeichnet werden. Im Luftraum über der Freifläche ließen sich zudem Turmfalken, Lach- und Weißkopfmöwe, Mäusebussard, Sperber und Habicht, Großer Brachvogel, Rauch- und Mehlschwalben bei ihren Nahrungsflügen beobachten.

Entlang der Giegel Aa kommen als Brutvögel Teichralle und Stockente vor, während Reiherente, Krickente, Austernfischer, Waldwasserläufer und Flussuferläufer den Nahbereich des Fließgewässers als Rast- und Nahrungsfläche nutzten.

Der Große Brachvogel flog sowohl 2011 als auch 2012 regelmäßig über den Modellstandorten Zur Mühle und Kranenmoorstraße. Einem Hinweis von Anwohnern zufolge brütete im Nahumfeld südwestlich der Untersuchungsfläche Kranenmoorstraße ein Brachvogelpaar in einer angrenzenden Grünlandfläche.

In den kleineren Siedlungsflächen und landwirtschaftlichen Höfen kommen typische Siedlungsvögel wie Haussperling, Grünfink, Dohle, Schleiereule und Hausrotschwanz, in den Obstbaumgärten Steinkauz und Gartenrotschwanz und in Bereichen mit älterem Baumbestand auch Turteltaube vor.

Echte Waldarten wie Klein- und Schwarzspecht, Tannen- und Haubenmeise, Sommergoldhähnchen, Gimpel, Halsbandschnäpper und Waldlaubsänger, die im nahe gelegenen Referenzwald bei Margaretenhof nachgewiesen wurden, fehlen in den Modellstandorten. Für diese Arten sind höhlenreiche, ältere Baumbestände (80-100 jährige Buchen für Schwarzspecht) oder Nadelgehölze (v.a. Kiefer, Fichte) von Bedeutung. Auch der Kuckuck, der auch in halboffenen Waldlandschaften vorkommt und im Referenzwald Margaretenhof nachgewiesen wurde, fehlt in den drei Modellstandorten in Spelle.

Greifvögel wie Habicht, Sperber, Turmfalke und Mäusebussard nutzen die Untersuchungsflächen als Nahrungshabitat und brüten wahrscheinlich in den umliegenden Flächen. Im Untersuchungsgebiet selbst konnten keine Horste oder Neststandorte festgestellt werden. Lediglich die Rohrweihe wurde 2011 am Standort Bramhof als Brutpaar nachgewiesen.

Nachfolgend wird kurz auf Besonderheiten in der Avifauna in den drei Untersuchungsflächen eingegangen:

Zur Mühle

Das in 2010 festgestellte Fehlen der echten Feldvögel Feldlerche, Rebhuhn und Wachtel konnte in den Jahren 2011 und 2012 überwiegend bestätigt werden. Von der Wachtel wurde 2011 ein Paar mit Brutverdacht vermutet und 2012 ein Revier bestätigt; Feldlerche und Rebhuhn traten nicht auf. Ein Kiebitz konnte 2012 lediglich als Gast festgestellt werden. Der Große Brachvogel überflog das Gebiet an verschiedenen Tagen rufend, wurde aber nicht landend oder futtersuchend beobachtet.

An der Giegel Aa und auf angrenzenden Flächen konnten Limikolen wie Flusssuferläufer (2011), Austernfischer (2012) und Waldwasserläufer (2012) sowie auch Entenvögel wie Reiher- und Krickente als Nahrungs- und Rastgäste beobachtet werden.

Einzig in der Untersuchungsfläche Zur Mühle traten auch Gebirgsstelzen und Kormorane (das Gewässer überfliegend) auf. Ebenfalls überflogen Weißstörche diesen Bereich.

Im Siedlungsbereich an der Straßenkreuzung „Waldhaar“, Ecke „An der Aa“ existieren eine Rinderweide und ein Garten mit freilaufenden Hühnern und Warzengänsen. Wegen der Kleinviehhaltung und den damit verbundenen Nahrungsressourcen konnten hier besonders viele Haussperlinge und weitere Vogelarten verzeichnet werden.

Ebenfalls in der Untersuchungsfläche Zur Mühle traten mehrere Brutpaare der Nachtigall auf. Während 2011 noch am Modellstandort Kranenmoorstraße eine Nachtigall sang (aber ohne sich ergebenden Brutverdacht), konnten 2012 dort keine Nachtigallen mehr verzeichnet werden.

Bramhof

In der Untersuchungsfläche Bramhof konnten keine Bruten von Feldvögeln belegt werden. 2011 und 2012 trat die Feldlerche als Durchzügler und Nahrungsgast auf. Der Brutverdacht für das Rebhuhn im Jahre 2011 konnte 2012 nicht bestätigt werden; hier ließen sich keine Rebhühner mehr nachweisen. Für die in 2012 festgestellten Wachteln konnten ebenfalls keine Bruten dokumentiert werden.

Ein Steinkauzpaar, welches seit 2010 hier nachgewiesen ist, brütet an einem Gehöft an der Straße Feldweg. Zudem hat 2011 nahe der Agrarholzfläche-Fläche eine Rohrweihe gebrütet. Diese wurde 2012 nicht mehr nachgewiesen.

Kranenmoorstraße

In beiden Untersuchungsjahren gab es keinen Hinweis auf Rebhuhn und Wachtel. Die Feldlerche konnte 2011 und 2012 wie auch auf den anderen Flächen nur als Durchzügler und Wintergast beobachtet werden, während die Wiesenschafstelze nur 2011 als Durchzügler auftrat. Hingegen wurden in beiden Untersuchungsjahren 2 Kiebitzbrutpaare festgestellt, wobei die Agrarholzfläche als Nahrungshabitat in das Revier einbezogen wurde. Die noch junge Pflanzung mit einer artenreichen Krautvegetation im Randbereich zum Offenland stellte offensichtlich ein gutes Nahrungsangebot zur Verfügung.

In einem Garten an der Kranenmoorstraße werden Perlhühner gehalten. Auch hier konnten zahlreiche Haussperlinge und andere Kleinvögel wie Heckenbraunellen, Buchfinken, Goldammern etc. bei der Nahrungssuche innerhalb des Gartens beobachtet werden.

Als Besonderheit ist ein Paar des Großen Bachvogels, welches laut Aussagen von Anwohnern in einer Grünlandfläche direkt außerhalb der Untersuchungsfläche regelmäßig brütet.

Vergleich der beiden Untersuchungsjahre

In der Untersuchungsfläche Zur Mühle wurden in 2011 in der gesamten Untersuchungsfläche 53, in 2012 63 Vogelarten nachgewiesen (Abbildung 226, Tabelle 232). Der Unterschied ist in erster Linie auf die höhere Anzahl der registrierten Gastvögel (Nahrungsgäste, Durchzügler) im Jahr 2012 zurückzuführen. Die Anzahl der Brutvögel war in beiden Jahren annähernd gleich.

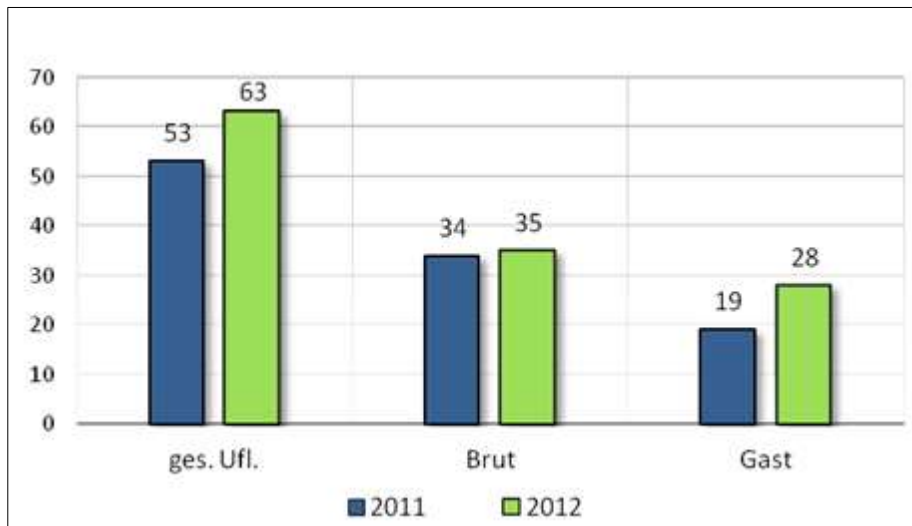


Abbildung 226: Untersuchungsfläche Zur Mühle: Vergleich der Untersuchungsjahre.

Am Bramhof liegen die Artenzahlen beider Untersuchungsjahre enger beieinander. Von 53 Arten in 2011 brüteten 32, als Gastvögel traten 21 Arten auf. Im Jahr 2012 lagen die Zahlen in der gleichen Größenordnung (Abbildung 227, Tabelle 234).

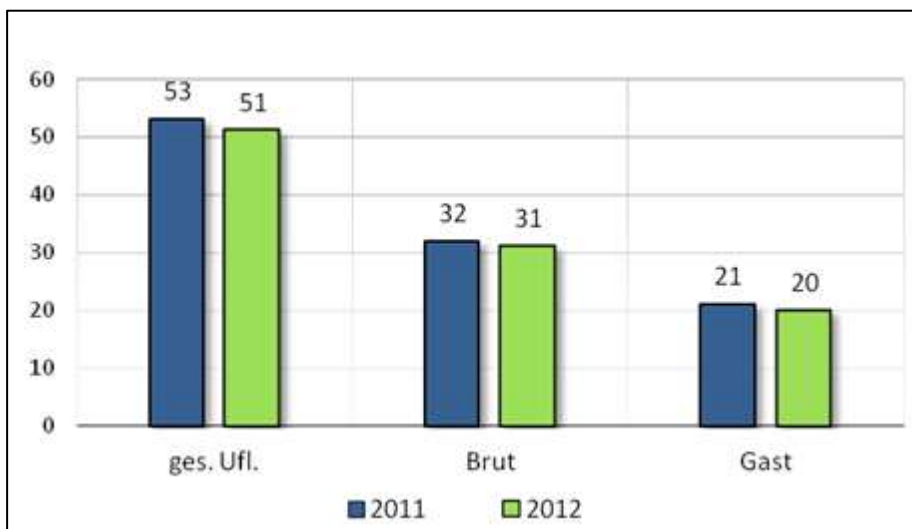


Abbildung 227: Untersuchungsfläche Bramhof: Vergleich der Untersuchungsjahre.

In der Untersuchungsfläche Kranenmoorstraße wurden in 2011 in der gesamten Untersuchungsfläche 46, in 2012 53 Vogelarten nachgewiesen (Abbildung 228, Tabelle 233). Der Unterschied ist auch hier in erster Linie auf die höhere Anzahl der registrierten Gastvögel (Nahrungsgäste, Durchzügler) im Jahr 2012 zurückzuführen.

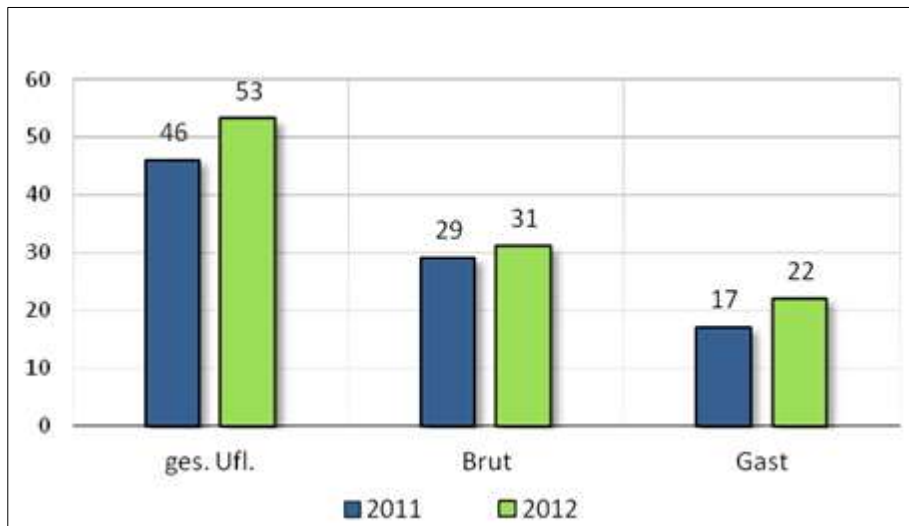


Abbildung 228: Untersuchungsfläche Kranenmoorstraße: Vergleich der Untersuchungsjahre.

Hinzu kommt, dass das Jahr 2011 durch Wetterextreme geprägt war. Der kalte und sehr schneereiche Winter 2010/2011, der warme und trockene Frühling und verregnete Sommer haben scheinbar zu Bestandseinbußen bei den Kleinvögeln, insbesondere bei den Insektenfressern geführt. Die Brutpaarzahlen von 2011 sind deutlich niedriger als im Jahr 2012. So hatte die Amsel seit 2011 mit dem afrikanischem Usutu-Virus zu kämpfen. Zur Verdeutlichung seien die Brutpaarzahlen (Summe der drei Modellstandorte) drei häufiger Arten vergleichend dargestellt: Amsel 2011: 20 BP vs. 2012: 66 BP, Buchfink 2011: 36 BP vs. 2012: 66 BP, Zilpzalp 2011: 29 vs. 2012: 40 BP.

Weit verbreitete, aber nicht ganz so häufige Vogelarten wie die Amsel oder der Buchfink erlitten hingegen nicht so große Bestandseinbußen, so z.B. Heckenbraunelle (2011 und 2012 jew. 15 BP) und Rotkehlchen (2011: 7 vs. 2012 9 BP).

Die Brutbestände der Feldvögel konnten nicht konstant belegt werden. Mehrfach wurden nur Brutverdachte geäußert, die sich im Folgejahr nicht mehr bestätigten. Lediglich die beiden Kiebitz-Brutpaare in der Kranenmoorstraße scheinen stabil zu sein. Die Kiebitze finden hier die für sie (relativ) günstige Kombination von offenen, weiten Ackerflächen, die weniger dicht von Hecken und Baumreihen umgeben sind als in den beiden anderen Untersuchungsflächen und in welchen die Brut stattfindet sowie einer großen, relativ störungsfreien Grünlandfläche, in welche die Altvögel ihre mobilen Jungen zur Nahrungsaufnahme führen.

Aussagekräftige Trends lassen sich hieraus nicht ableiten, da die Kartierungen nur über zwei Brutperioden verliefen. Wahrscheinlich handelt es sich um natürliche Populationsschwankungen, die kaum etwas mit dem Standort selbst oder dem Anbau der Energiehölzer zu tun haben. Abgesicherte Aussagen zu Populationsentwicklungen und mögliche Bezüge zu den Agrarholzflächen lassen sich nur durch eine Langzeitstudie ermitteln.

Nutzung der Agrarholzflächen durch die Avifauna

Innerhalb der Agrarholzflächen hat in den Untersuchungsjahren nachweislich keine Vogelart gebrütet. Es ist zwar nicht auszuschließen, dass ein paar wenige Bodenbrüter auf Grund ihrer heimlichen

Lebensweise nicht erfasst worden sind, aber dennoch war erkennbar, dass die jungen Energieholzkulturen den Arten im Gebiet als Brutstandort eher unattraktiv sind. Es konnten zwar einige Reviere im unmittelbaren Umfeld der Agrarhölzer festgestellt werden, dennoch scheinen die Vögel in den angrenzenden Hecken oder Saumstrukturen zu brüten und die Agrarholzkulturen als Nahrungshabitat oder die Zaunpfähle und Energiepflanzen selbst als Singwarte zu nutzen.

Ein Jagdfasan hatte sein Revier innerhalb der Anbaufläche Zur Mühle, was auf das dort vorhandene gute Nahrungsangebot zurückzuführen ist. Der Brutplatz lag aber nicht innerhalb der Agrarholzpflanzung. Der Bestand war auch im Jahr 2012 noch relativ lückig und lichtdurchflutet, so dass sich auf dem offenen Sandboden neben dem eingesäten Wildkrautgemenge eine vielfältige Wildkrautflora aus Pionier- und Segetalarten mit reichem Blütenflor ansiedeln und halten konnte. Eine entsprechende Wirbellosenfauna ist dementsprechend ebenfalls zu erwarten.

Für die Bachstelze und das Rebhuhn lag 2011 Brutverdacht auf der Anlagefläche Bramhof vor, welcher aber im Folgejahr nicht bestätigt werden konnte. Die Kranenmoorstraße wurde erst 2012 mit Energiehölzern bepflanzt, so dass hier noch keine Aussagen zu Auswirkung oder Bevorzugung der bepflanzten Energieholzflächen möglich ist.

Bezug zur lokalen Avifauna

Die Flächen- und Stichprobengrößen der Agrarholzflächen am Modellstandort Spelle sind eher klein, zudem macht die unmittelbare Nähe zu direkt angrenzenden, sehr gut strukturierten Gehölzen (Hecken, Baumhecken) einen Vergleich schwierig. Darüber hinaus weisen die Energieholzflächen zurzeit noch starke Unterschiede im Bezug auf die angrenzenden Heckenstrukturen auf. So sind bspw. die Energiehölzer noch weitgehend unverzweigt und entwickelten bis zum Jahre 2012 kein blickdichtes, schützendes Strauchwerk aus. Bei Wind verbiegen sich die stangenförmigen Pflanzen so stark, dass ein gebautes Nest mit Eiern oder Jungvögeln sturzgefährdet wäre. Des Weiteren bieten die noch sehr lichten und recht niedrigen Pflanzen kaum Schutz vor Raubwild oder sonstigen Fressfeinden. Das Nahrungsangebot der Bodenvegetation ist durch die vielen Blüten und Samen wiederum sehr hoch, weshalb die Fläche vielen Vogelarten als wichtiges Nahrungshabitat dient. Hier spielt die eingesäte Wildblumenmischung eine entscheidende Rolle, weil die Krautsäume der Umgebung diesen Reichtum nicht bieten können. Insbesondere die Raine der konventionell bewirtschafteten Ackerflächen sind ausgesprochen artenarm. Die Reviere der direkt angrenzenden Brutvögel erstrecken sich meist auch über die Agrarholzkulturen. Zumindest im aktuellen Stadium besitzen die Agrarholzflächen mit ihrer korrespondierenden Krautvegetation und dem damit einhergehenden Nahrungsangebot eine wichtige Funktion im Gesamtlebensraum etlicher Vogelarten.

Ein aussagekräftiger Vergleich ist erst dann möglich, wenn die Energiepflanzen eine ähnliche Höhe und Dichte wie die umgebenden Hecken haben. Unter dem Vorbehalt zukünftiger Ergebnisse wird – wie schon für den Modellstandort Marpingen – angenommen, dass sich mit fortschreitendem Alter der Agrarholzpflanzungen entsprechende Hecken- und Gebüschbrüter einstellen werden.

Gefährdete Arten

Obwohl in den Agrarholzflächen in den beiden Untersuchungsjahren 2011 und 2012 keine Brutvögel festgestellt werden konnten, wurden diese Bereiche dennoch von einer Vielzahl an Vogelarten zum Nahrungserwerb aufgesucht. Unter diesen sind mit dem Kiebitz und dem Wiesenpieper zwei bestandsgefährdete Vogelarten der Roten Listen Niedersachsens und Deutschlands vertreten (Tabelle 141).

Tabelle 141: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Niedersachsens und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsflächen am Standort Spelle (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Krüger & Oltmanns 2007, Süßbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.

Art	RL Niedersachsen	RL Deutschland	Brutvogel	Gastvogel
Kiebitz	3	2	-	x
Wiesenpieper	3	V	-	x

Zusammenfassung und Fazit

Die noch sehr jungen Agrarholzkulturen in den drei Untersuchungsflächen wurden bislang von den Vögeln noch nicht zur Brut genutzt. Hierfür kommen verschiedene Gründe in Betracht: Zum einen sind die Anpflanzungen noch nicht alt genug, so dass Gebüschbrüter der halboffenen Landschaft oder Wald- und Waldsaubewohner in den spärlich verzweigten Pflanzen kein adäquates Bruthabitat vorfinden. Andererseits wurden die erst in 2011 (Bramhof, Zur Mühle) und 2012 (Kranenmoorstraße) eingebrachten Agrargehölze zumeist unmittelbar angrenzend an bereits strukturreiche Landschaftselemente wie Baumreihen, Hecken und Baumhecken gepflanzt, so dass ihre mögliche Funktion als Bruthabitat für die genannten Vogelgruppen in ihrer momentanen Ausprägung hinter derjenigen der benachbarten naturnahen Gehölzstrukturen stark zurücktritt. Auch besitzen die Agrarholzkulturen in allen drei Untersuchungsflächen nur eine untergeordnete Biotopverbundfunktion, da linienförmige Hecken- und Baumpflanzungen bereits ausreichend vorhanden sind und die Agrargehölze insoweit lediglich als Verlängerung oder Ausläufer bereits vorhandener Biotopverbundstrukturen auftreten. Eine echte, verschiedene Lebensräume verbindende Funktion käme ihnen hinsichtlich der Avifauna allenfalls in weiten, ausgeräumten Agrarlandschaften (Börden) zu. In solchen Landschaften könnten die sehr mobilen und oft weite Strecken überwindenden Vögel die Gehölze z.B. zur Brut oder Nahrungsaufnahme und Rast während des Durchzugs nutzen.

Dennoch besitzen auch die noch jungen Agrarholzkulturen in Spelle bereits eine gewisse Bedeutung für die im Umfeld lebende Vogelwelt. So nehmen sie mit ihrem aktuell hohen Nahrungsangebot an Sämereien und vermutlich auch Insekten eine bedeutendere Rolle als Nahrungshabitat ein, als die umliegenden, intensiv bewirtschafteten Ackerschläge. Ein solch vielfältiges Nahrungsangebot ist in der intensiven Agrarlandschaft im Umland von Spelle ansonsten kaum oder gar nicht vorhanden. Darüber hinaus bieten die Agrargehölze ähnlich wie die bereits an den Parzellengrenzen bestehenden Hecken und Baumhecken einen guten Schutz vor Witterungsunbilden und Beutegreifern. Insbesondere für überwiegend bodenlebende Vogelarten ist diese Funktion sogar höher zu bewerten als in uniformen Baumreihen, denen zwischen den einzelnen Stämmen in der Regel eine dichtere und höhere Vegetationsdecke fehlt.

Die intensive ackerbauliche Nutzung im Raum Spelle steht den Habitatansprüchen der meisten Offenlandarten entgegen. Entsprechend wurden bei den Kartierungen innerhalb der Untersuchungsflächen wie auch stichprobenhaften Begehungen im Umland kaum echte Feldvögel beobachtet. Lediglich an der Kranenmoorstraße wurden in beiden Untersuchungsjahren je zwei Kiebitzbrutpaare festgestellt, die dort auf regelmäßig besetzte Brutplätze hindeuten. Auch die Feldlerche scheint streckenweise vollständig zu fehlen. In den Untersuchungsflächen wurde sie nur an der Kranenmoorstraße und am Bramhof als Nahrungsgast, nicht aber brütend festgestellt. Als Hauptursache für den starken Bestandseinbruch gerade dieser Art wird in Mitteleuropa die seit Jahrzehnten zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft angesehen (Bauer et al. 2005, Blühdorn 2001, Hegemann et al. 2008, Kooiker/Buckow 1997).

Da die Offenlandarten im Raum Spelle eher selten zu sein scheinen, konnte hier eine Verdrängung von Feldvögeln durch die Anlage von Agrarholzkulturen nicht beobachtet werden. Ein positiver Effekt zur Ansiedlung von Feldvögeln in den Anbauflächen konnte allerdings auch nicht nachgewiesen werden. Da aber die Grenzlinienstrukturen zwischen den üppigen Krautsäumen und den offenen Ackerflächen den Habitatansprüchen der Feldlerche weitgehend entsprechen und die später abgeernteten Agrarholzflächen vielfältige Strukturen bieten, wie sie sonst annäherungsweise nur auf Stoppeläckern zu finden sind, ist eine Ansiedlung bspw. der Feldlerche in derartigen Flächen langfristig durchaus möglich (vgl. Kapitel 4.4.4.9). Der im ELKE-Projekt bislang vorgesehene Untersuchungszeitraum von zwei Jahren ist aus wissenschaftlicher Sicht zu kurz, um konkretere Aussagen zur Nutzung und Auswirkung von Kulturen schnellwachsender Hölzer hinsichtlich der Avifauna treffen zu können.

4.4.4.14 Schlussfolgerungen & Forschungsbedarf

Die Ergebnisse der avifaunistischen Untersuchungen an vier Modellstandorten in vier Bundesländern ergeben ein differenziertes Bild der Auswirkungen von Energieholzpflanzungen und anderen extensiven Anbausystemen auf die Vogelwelt. Die in der Fachliteratur kontrovers diskutierten so genannten naturschutzfachlichen Aspekte des Anbaus von Energiepflanzen wie z.B. der mit ihrem Anbau verbundene Habitatverlust für Offenlandarten und die anzunehmende mangelnde Habitateignung für die meisten Vogelarten sind durchaus berechtigt (BfN 2012, DO-G/DDA 2011, DRV/DDA 2012, Fendrich 2008, Hildebrandt/Ammermann 2012, Mückschel et al. 2004, Singghi 2011). Sie bedürfen aber einer genaueren Betrachtung, so u.a. hinsichtlich der strukturellen Ausprägung, Dimensionierung und Bewirtschaftung der Kulturen sowie der Eignung des Landschaftsraums, in dem z.B. Agrarholzkulturen gepflanzt werden sollen.

Insgesamt zeigen die hier vorliegenden Ergebnisse zwar bereits das Besiedlungspotenzial für die Avifauna auf, jedoch sind zum aktuellen Zeitpunkt nur Tendenzen der tatsächlichen Nutzungsmöglichkeiten erkennbar. Die Zeitreihe von zwei aufeinander folgenden vollständigen Siedlungsdichteuntersuchungen reicht insbesondere vor dem Hintergrund der mehrjährigen, periodischen Wachstums- und Erntefolgen und der möglichen Überlagerung der Ergebnisse durch natürliche Populationsschwankungen nicht aus, um das gesamte avifaunistische Potenzial und die langfristige ökologische Bedeutung der Energieholzkulturen bewerten zu können.

Ohne Zweifel führt der Anbau schnellwachsender Hölzer auf vormaligen Ackerflächen zu einem Flächenverlust für die an die offene Agrarlandschaft angepassten Vogelarten. Die Untersuchungen belegen jedoch, dass auch typische Agrarvögel die Gehölzkulturen nutzen und in ihre Reviere einbeziehen können. Am Modellstandort Allendorf, an dem großflächige Agrarholzlacker bereits seit mehreren Jahren etabliert sind, konnte gezeigt werden, dass auch Offenlandarten wie Feldlerche und Rebhuhn Teilbereiche der Agrarholzlacker besiedeln und hier brüten. Dies ist auf den dort praktizierten Rhythmus der Ernterotation zurückzuführen, der in jedem Jahr Gehölzbereiche unterschiedlichen Alters produziert und so Vogelarten mit verschiedenen Habitatansprüchen Lebensräume anbietet. Für die Offenlandarten sind v.a. die im Winterhalbjahr frisch auf den Stock gesetzten Schläge von Bedeutung, da diese in der folgenden Vegetationsperiode den Charakter eines Stoppelackers besitzen, im Unterschied zu einem solchen aber eine artenreiche Wildkrautflora und ein hohes Deckungspotenzial vor Beutegreifern aufweisen. In diesen Flächen kann die Feldlerche in einer hohen Dichte brüten; in Allendorf wurden mindestens so hohe Bestandsdichten wie in den benachbarten konventionell genutzten Äckern erreicht. Feldlerchenbruten wurden ebenfalls in größeren Ausfallflächen mit Lichtungscharakter inmitten der hochgewachsenen Agrarholzlacker und im unmittelbaren Randbereich der älteren Agrargehölze im mit offenen Bodenstellen versehenen Vorgewende festgestellt. Aus ökonomischen Gründen sind solche, z.B. durch Trockenheit oder Schädlingskalamitäten entstandene Ausfallflächen naturgemäß nicht erwünscht, so dass sie letztlich eine Ausnahme darstellen und für prognostische Siedlungsdichtebetrachtungen einzelner Arten nicht herangezogen werden können. Die Nutzung der offenen und z.T. auch halboffenen Bereiche der Agrarholzkulturen ist für die hinsichtlich ihrer Habitatwahl doch sehr flexiblen Feldlerche jedenfalls kein Problem (s. auch Flade 1994, Jenny 1990, Pätzold 1983, Schaefer 2001).

Wegen der guten strukturellen Eigenschaften (gut ausgebildete Krautschicht, ein höherer Blütenreichtum, verschiedene Deckungsmöglichkeiten und offene Bodenstellen) und der im Gegensatz zu konventionell genutzten Ackerflächen zwischen den Erntephasen liegenden, mehrjährigen Nutzungsruhe kann für die in den offenen Agrarholzlacker brütenden Vogelarten u.U. sogar ein höherer Bruterfolg erwartet werden. Ein solcher könnte ggf. die flächigen Habitatverluste durch die höher aufgewachsenen Agrargehölze möglicherweise anteilig wieder ausgleichen. Untersuchungen hierzu stehen allerdings noch aus.

Für andere charakteristische Offenlandarten scheinen die Agrarholzkulturen derzeit eher eine untergeordnete Rolle zu spielen. In Allendorf wurden lediglich das Rebhuhn mit einzelnen Brutpaaren und der Wachtelkönig in diesen Beständen angetroffen. Da diese Vogelarten in der Normallandschaft aber ohnehin relativ selten bzw. in nur geringen Populationsdichten auftreten, ist die Nutzung der Agrarholzer auch hier ein Hinweis auf Grundeignung für Vögel der offenen Agrarlandschaft.

Linien- bzw. streifenförmige Agrarholzpflanzungen, wie sie an den Standorten Scheyern und Marpingen etabliert wurden, besitzen für Feldvögel eher eine untergeordnete Bedeutung. Auch sie können allerdings nach der Ernte in die (Brut-)Reviere z.B. von Feldlerchen einbezogen werden, wie in Marpingen dokumentiert wurde. Verdrängungseffekte für Offenlandarten können vernachlässigt werden, sofern nicht offene Agrarlandschaften mit einem zu dichten Netz derartiger Anbausysteme

bepflanzt werden. Hier ist, wie auch in allen anderen Fällen, eine sorgfältige regionale Planung der Anbauflächen vonnöten.

Ab dem zweiten Aufwuchsjahr (nach Pflanzung oder Ernte) kommt der überwiegende Teil der Agrarholzflächen wegen der zunehmenden Vegetationshöhe für Offenlandarten nicht mehr als Brutplatz in Frage. Diese Bereiche werden aber von einer Anzahl von Gehölzbrütern (Freibrütern) angenommen, die in den jungen, aufwachsenden Gehölzen geeignete Bruthabitate finden. Den größten Anteil haben die Vögel der halboffenen und reich strukturierten Kulturlandschaft inne, zu nennen sind z.B. Bachstelze, Bluthänfling, Dorn- und Gartengrasmücke, Fitis, Goldammer, Neuntöter, Stieglitz und Sumpfrohrsänger. Auch Waldarten besiedeln die flächigen Agrarholzkulturen. Hierbei handelt es sich allerdings um häufige, in der gesamten mit Gehölzen und Wäldern durchsetzten Kulturlandschaft vorkommende Arten mit einem breiten Habitatspektrum (z.B. Amsel, Buchfink, Mönchsgrasmücke und Rotkehlchen). Ausgesprochene, spezialisierte Waldbewohner mit höheren Ansprüchen an ihre Lebensräume wie z.B. Mittelspecht oder Waldlaubsänger wurden nicht festgestellt. Für solche Arten bleiben die Agrarholzflächen unbesiedelbar, da sie bewirtschaftungsbedingt nicht die Reife und damit verbundene Strukturvielfalt alter Wälder erreichen können.

Die Gebüschbrüter besiedeln die aufgewachsenen Kurzumtriebsplantagen sowohl im Randbereich als auch im strukturell relativ monotonen Inneren. Jedoch werden Randbereiche offensichtlich bevorzugt, da sich auch die mehr zentral gelegenen Reviere fast immer in der Nähe eines Rückeweges oder einer Fahrschneise lokalisieren ließen. So befanden sich bspw. die Revierzentren der Dorngrasmücke, einer Vogelart der halboffenen, mit Hecken und Feldgehölzen durchsetzten Landschaft, am Standort Allendorf i.d.R. in den Randbereichen, sowohl an den Außenrändern zur offenen Landschaft hin als auch an Innenrändern, benachbart zu breiten Schneisen oder Ausfallflächen.

Sehr hohe Siedlungsdichten, insbesondere die z.T. hohen Dichten einiger Arten im Wald, werden von den meisten Vogelarten in den Agrarholzflächen allerdings nicht erreicht. Der Buchfink wurde an allen Modellstandorten in diesen Bereichen nur sehr spärlich als Brutvogel angetroffen, während er in den untersuchten Wald- oder Feldgehölz-Referenzflächen sehr häufig auftrat. Auch für die Feldgehölze und Hecken gilt, wie bereits für den Wald dargelegt, dass die Agrargehölze deren Reife und Strukturvielfalt i.d.R. nicht erreichen werden und somit das Besiedlungspotenzial limitiert bleibt. Jedoch gibt es auch Ausnahmen: Arten, die im Wald eher lichte und offene Stellen oder Vorwaldstadien besiedeln, die von den flächigen 2-5jährigen Kulturen strukturell annähernd repräsentiert werden, wurden in den Agrarholzflächen häufiger angetroffen. Am Standort Allendorf waren im Untersuchungsjahr 2012 Fitis und Gartengrasmücke in den aufgewachsenen Agrarholzflächen sogar häufiger vertreten als im angrenzenden, mit Gebüsch und Feldgehölzen durchsetzten Umland. Ökotonbewohner wie die Dorngrasmücke oder der auch in Vorwäldern häufig anzutreffende Fitis erreichten in den Agrarholzflächen ähnlich hohe Bestandsdichten wie im strukturreichen Umland.

Streifenförmig gepflanzte Agrargehölze wie am Standort Scheyern und z.T. auch in Marpingen besitzen den Charakter junger Hecken, ohne aber deren vielfältiges Pflanzenartenspektrum und Strukturmosaik zu besitzen. Naturnahe Hecken werden in der Regel aus mehr Baum- und Straucharten gebildet, als dies in den streifenförmigen Agrargehölzen der Fall ist. Zudem werden sie derart gepflanzt, dass eine im Laufe der Jahre hohe Strukturvielfalt mit entsprechendem floristischem und faunistischem Arteninventar entsteht. Dennoch sind diese Agrargehölze durchaus mit Hecken in den ersten Entwicklungsjahren vergleichbar, da auch diese zunächst einen relativ uniformen Charakter aufweisen und die strukturelle Vielfalt alter Hecken erst hineinwachsen müssen. In den streifenförmigen Agrarholzflächen treten Waldarten sehr stark unterrepräsentiert auf. Selbst häufige Vogelarten wie Mönchsgrasmücke oder Buchfink, die in den untersuchten, benachbarten Waldflächen und älteren Feldgehölzen regelmäßig auftraten, waren hier nur vereinzelt anzutreffen. Erwartungsgemäß werden die Agrarholzstreifen von Arten des Halboffenlandes und der Gebüschfluren dagegen relativ schnell besiedelt, da die heckenförmigen Strukturen ihnen entsprechend ihren Lebensraumansprüchen offenbar ausreichend gute Nistmöglichkeiten bieten. Arten wie Goldammer und Dorngrasmücke nutzen diese landschaftsgliedernden Gehölzstrukturen zur Brut, im Wald kommen sie hingegen nicht vor. Am Standort Scheyern siedelte die Goldammer in 2012 sogar häufiger in den Agrarholzstreifen als in naturnahen Hecken des Umfelds.

Je nach Ausprägung, Dimensionierung und weiteren Faktoren wie Pflege, Ernterhythmus u. a. können die Agrarholzflächen von einem beachtlichen Anteil der lokalen Avifauna genutzt werden. So wurden die großflächigen Kulturen am Standort Allendorf von rund 21-30% der im unmittelbaren Umfeld vorkommenden Vogelarten als Bruthabitat genutzt. Etliche weitere Arten suchen die Flächen zum Nahrungserwerb oder während des Durchzugs auf. Hingegen ist das Artenspektrum der Agrarholzstreifen in Scheyern erwartungsgemäß relativ begrenzt (v.a. Frei- bzw. Gebüschbrüter). Auch wenn es sich überwiegend um allgemein verbreitete und häufige Arten handelt, so tragen die Agrarholzflächen über die Darbietung zusätzlicher Habitatstrukturen dennoch zur Erhaltung der lokalen Artenvielfalt bei. Hier sind zwar naturgemäß die Feldvogelbestände geringer, die Anbauflächen werden im Vergleich zu den umliegenden Intensiv-Äckern jedoch von einem deutlich breiteren Brutvogelartenspektrum genutzt. So wurden in Allendorf (Standort Haine) in 2012 in den Agrarholzflächen 11 Brutvogelarten mit einer Gesamtdichte von 16,1 Revieren/10 ha festgestellt, in den benachbarten Referenz-Ackerflächen waren es nur 4 Brutvogelarten mit einer Dichte von 5,4 Revieren/10 ha. Sie wiesen somit sowohl hinsichtlich der Brutvogelarten als auch der Gesamtbrutvogeldichte einen rund dreifach höheren Bestand auf. Verdrängungseffekte für die Offenlandarten sind zwar vorhanden, betreffen aber – zumindest bei ähnlich bewirtschafteten Flächen – nicht den gesamten Agrarholzbereich. In der Begründungsphase der Kulturen und zumindest im ersten Jahr nach der Ernte können die Agrarholzbereiche durchaus eine wesentliche Rolle als Brut- und Nahrungslebensraum für Feldvögel spielen (s.o.). Die hoch aufgewachsenen Kulturen stehen diesen Arten als Lebensraum dann jedoch nicht mehr zur Verfügung. Einen realen Beitrag zum Schutz von Offenlandarten vermögen die Agrarholzkulturen nach bisherigem Kenntnisstand daher nicht zu leisten. Einen wesentlichen Beitrag zur Klärung dieser Frage könnten Untersuchungen zum Bruterfolg der Feldvögel in den offenen Agrarholzflächen erbringen.

Hinzu kommt die Bedeutung der Agrarholzkulturen als Nahrungshabitat wie auch während des Durchzugs. Sowohl samen- als auch insektenfressende Singvögel sowie verschiedene Greifvogelarten wurden regelmäßig sowohl in den hochgewachsenen als auch in den offenen, abgeernteten Agrarholzflächen angetroffen. Das hohe Wildkrautauflkommen in Allendorf lässt z.B. auf eine hohe Insekten- und Spinnendichte als Nahrungsgrundlage schließen (s. Kapitel 4.4.1 und 4.4.3). Ebenso kann die mehr oder weniger regelmäßige Beobachtung jagender Greifvögel wie Sperber, Rotmilan oder Turmfalke auf ein entsprechendes Angebot an Kleinvögeln sowie Kleinsäugetern und Kaninchen schließen. Agrarholzflächen können somit über das Nahrungsangebot einen wesentlichen Beitrag zur Stabilisierung von im Umfeld brütenden Vogelpopulationen erbringen.

Im Winterhalbjahr bieten nicht nur die hochgewachsenen Agrarhölzer Schutz vor Witterungsunbilden und Beutegreifern, auch die auf den Stock gesetzten Schläge besitzen aufgrund ihrer strukturellen Ausprägung ähnliche Funktionen für Offenlandarten. Verglichen mit der Funktion eines winterlichen Stoppelackers für Vögel (vgl. Bellebaum 2008, Wenzel/Dalbeck 2011) besitzen die offenen Agrarholzflächen mit ihren Gehölzstöcken und der mehr oder weniger dicht wachsenden und artenreichen Pionier- und Segetalvegetation allerdings eine deutlich höhere Strukturdiversität.

Letztlich können die Agrarholzflächen über eine entsprechende Standortwahl auch einen gewissen Beitrag zum Biotopverbund leisten. Insbesondere in weithin offenen, ausgeräumten Landschaften können sie als Artenpools sowie Trittsteinbiotope und Wanderkorridore fungieren. Die ist allerdings für die über große Strecken sehr mobilen Vögel eher von untergeordneter Bedeutung. Für weniger ausbreitungsfreudige Arten wie z.B. das Ackerraine und Feldhecken und damit ähnliche Strukturen nutzende Rebhuhn können die Agrarholzkulturen jedoch einen Beitrag zur Bestandserhaltung leisten.

Inwieweit die Bestände der die Agrarholzflächen nutzenden Vogelarten dauerhaft beständig sind, kann anhand der vorliegenden Untersuchung nicht prognostiziert werden. Jedoch scheint die Etablierung von Agrarholzflächen wie z.B. am Standort Allendorf diese Arten zumindest nicht negativ in ihren lokalen Beständen zu beeinflussen. Vor allem für die bezüglich ihrer Habitatwahl eher opportunistisch agierenden Arten sind hier nach aktuellem Wissensstand kaum Beeinträchtigungen zu erwarten. Wie die einzelnen Vogelarten langfristig an die neuartigen Anbausysteme mit ihren mehrjährigen periodischen Ernterhythmen annehmen werden und ob eine Gewöhnung bzw. Anpassung an diese Systeme stattfinden wird, kann derzeit noch nicht abschließend beurteilt werden. Zumindest Feldvögel wie die Feldlerche, die ihre jährlichen Reviere in konventionell landwirtschaftlich bewirtschafteten Gebieten ohnehin an die Rotationsbewirtschaftung in den Ackerflächen räumlich anpassen müssen, werden mit den Agrarholzflächen zurechtkommen. Auch für Pionierarten und Ökotonbewohner wie Fitis, Goldammer und Dorngrasmücke ist eine dauerhafte Besiedlung der Kulturen wahrscheinlich ohne Weiteres möglich.

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die Agrarholzflächen überwiegend von weit verbreiteten und i.d.R. häufigen Arten besiedelt werden. Dennoch wurden an den unterschiedlichen Modellstandorten mehrfach auch bestandsgefährdete und bezüglich der Habitatqualitäten als anspruchsvoll geltende Vogelarten nachgewiesen. So bezogen z.B. die im Nahumfeld brütenden Arten Raubwürger und Neuntöter die Habitatstrukturen der Agrargehölze in Allendorf in ihre Reviere

mit ein, so bspw. die höheren Gehölze als Sing- und Ansitzwarte, die offenen Flächen als Jagdhabitate. Der Neuntöter nutzte die zur Trocknung neben den Kulturen gelagerten Agrarholzstangen als Brutplatz. Neben den bereits erwähnten Arten Feldlerche und Rebhuhn, die beide vielerorts drastische Bestandseinbußen hinnehmen mussten, wurden mit einzelnen Brutpaaren auch Wachtel, Wachtelkönig und Wiesenschafstelze in den Agrarholzflächen festgestellt.

Für die genannten Arten und innerhalb der hier ausgewählten Untersuchungsflächen ist eine negative Beeinflussung der Bestände zurzeit nicht zu erkennen. Der Beitrag schnellwachsender Hölzer zum Schutz und zur Erhaltung gefährdeter Vogelarten ist allerdings eher gering einzuschätzen. Lediglich für einige dieser Arten stellen die Agrarholzflächen geeignete Brut- und Nahrungslebensräume („Ergänzungshabitate“) dar. Bei entsprechender Planung und in Sonderfällen können die Agrargehölze bestehende Lebensräume aufwerten, wie am Beispiel des Standorts Pulling belegt. Die kleinflächig angelegte Weidenkultur ergänzt hier sinnvoll das vorhandene Biotopmosaik aus feuchten Hochstaudenfluren, Gebüsch und einem Auwaldrest und kann so auch von weniger häufigen oder selteneren Arten wie Feld- und Schlagschwingel in ihre Reviere einbezogen werden.

In der Summe überwiegen aus avifaunistischer Sicht die positiven Effekte, v.a. wenn bei der Planung und Realisierung der Agrarholzkulturen die raumrelevanten, ökologischen und naturschutzfachlichen Aspekte Berücksichtigung finden. Wie sich die Bestandsentwicklung einzelner Vogelarten über größere Zeiträume hinweg entwickeln wird, kann letztlich nur durch ein langfristig angelegtes Monitoring erkundet werden. Einige der für die Vögel positiven Wirkungen sind in Abbildung 229 dargestellt.

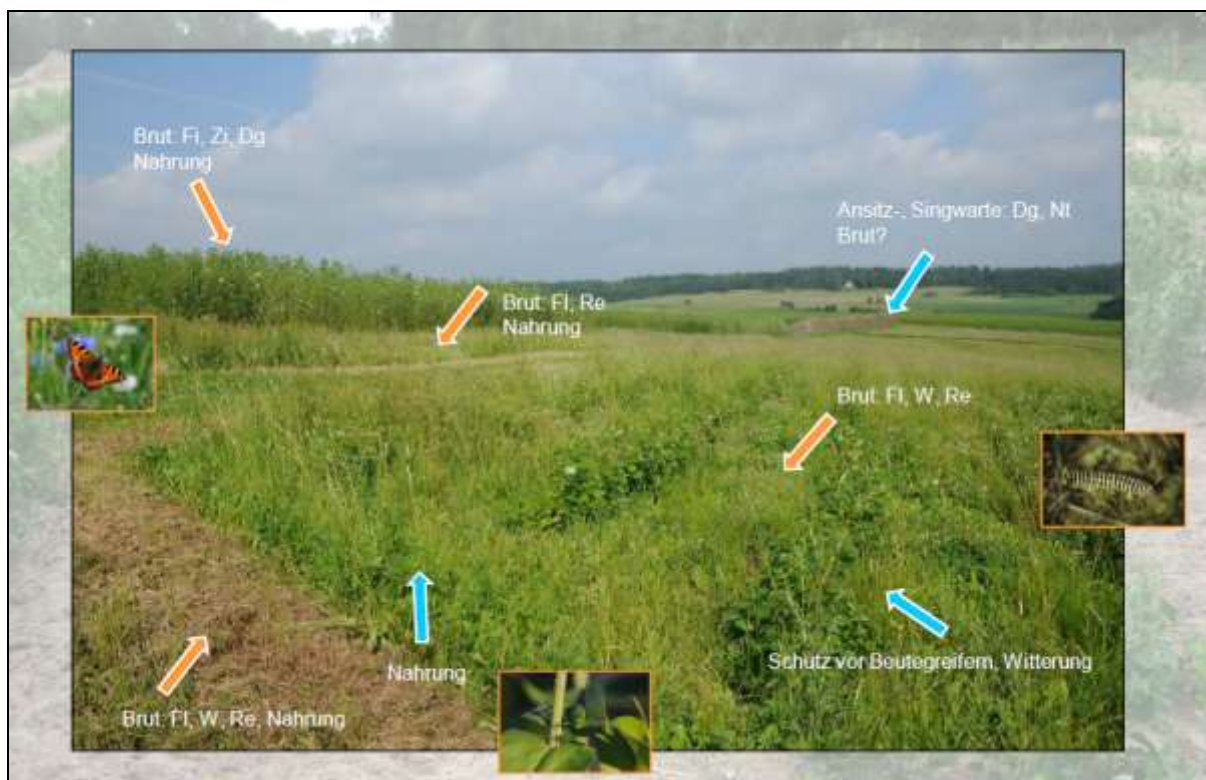


Abbildung 229: Beispiel für mögliche Nutzungen von Agrarholzflächen durch Vögel.

Aus den bisher gewonnenen Erkenntnissen lassen sich für zukünftige Planungen von Anbauflächen mit schnellwachsenden Hölzern aus avifaunistischer Sicht einige, regionalspezifisch anzupassende Empfehlungen ableiten:

A: Räumliche Planung und Bewirtschaftung von Agrarholzkulturen

- Agrarholzkulturen können aus avifaunistischer Sicht dann einen Beitrag zur Artendiversität leisten, wenn sie an geeigneten Standorten mit Augenmaß, d.h. als Einzelflächen oder in differenzierten Schlägen, angepasst an die regionalen landschaftlichen Gegebenheiten, insbesondere Flächenverhältnisse gepflanzt werden. Die Erarbeitung nachhaltiger, regional eingepasster Landnutzungsstrategien mit gehölzbasierten und krautigen Landbaukulturen bieten gute Chancen, um den gewünschten Natur- und Artenschutz qualitativ in die NawaRo-Landbausysteme zu integrieren.
- Für die Etablierung, insbesondere von Agrarholzflächen, sollten in der Regel nur konventionell intensiv genutzte Äcker herangezogen werden; artenreiche Grünlandflächen sind hiervon wegen der starken Bestandsrückgänge der Wiesenvögel weitestgehend auszunehmen (z. B. BMELV 2011, DO-G/DDA 2011, Hötter/Melter 2009, Rösler/Weins 1996, Sudfeldt et al. 2008, Südbeck et al. 2009). Im Zuge der Intensivierung auch der Grünlandnutzung sind allerdings in den letzten zwei Jahrzehnten z.B. aus artenreichen Wiesen vielerorts monotone Vielschnittwiesen entstanden, die von ein bis zwei leistungsfähigen Grasarten dominiert werden und kaum noch nennenswerte (blütenreiche) Kräutervegetation aufweisen. Ihre faunistische Bedeutung ist oft als gering anzusehen. Derartige Bestände können nach Prüfung auf Vorkommen etwaiger, dem Vorhaben gegenüber sensibler Vogelarten durch standortangepasste und extensiv bewirtschaftete Agroforstsysteme mit randlicher Saumvegetation durchaus aufgewertet werden. Dies gilt in dieser Weise nicht für Weidegrünland, welches vielerorts eine stärkere Bedeutung für bestimmte, auch seltene Vogelarten wie z.B. als Brut- und Nahrungshabitat für Limikolen oder als Nahrungslebensraum für Schleiereule oder Steinkauz aufweist.
- Auf die Anwendung von Bioziden sollte grundsätzlich verzichtet werden. Lediglich in der Anwuchsphase während der Etablierung der Kulturen können auf stark verunkrauteten „Problemstandorten“ notwendige genehmigungspflichtige Ausnahmen gemacht werden. I.d.R. sollten aber vor einem Pflanzenschutzmitteleinsatz alle landbaulichen Möglichkeiten über einen konkurrenzstarken Voranbau (z.B. Klee gras und Wickroggen), eine Untersaat (z.B. Hafer und Gerste-Gemenge im Weitstand) und/oder mechanische Maßnahmen (Striegel, Grubber, Hacke etc.) eingesetzt werden.
- Großflächige Energieholzkulturen sollten (wie am Modellstandort Allendorf) rotierend bewirtschaftet werden, sodass alljährlich junge, mittlere sowie alte Anbaustadien zu etwa gleichen Flächenanteilen vorkommen.
- Der Anteil bzw. die Sortenvielfalt der für die Energiepflanzenproduktion nutzbaren Gehölzarten sollte weiter erhöht werden.

- Zur Förderung der Biodiversität, aber auch um Schädlingskalamitäten zu entschärfen bzw. den Aufwand bei der biologischen Schädlingsbekämpfung zu verringern, sollten die Agrarhölzer verstärkt in Mischkulturen angebaut werden.
- Geerntete Agrarholzstangen sollten auf Polterplätzen vor Ort gelagert und nicht während der Kernbrutzeit der Vögel abgeräumt bzw. gehäckselt werden.
- Überregional sollten sowohl Gebiete mit hohem Konfliktpotenzial als auch solche, in denen ein naturverträglicher Anbau von Energiepflanzen machbar erscheint, ausgewiesen werden.
- Im Zuge der regionalen und lokalen Planungen sollte der Anbau von Energiehölzern auch in vorhandene Programme des Naturschutzes wie z.B. die EU-Wasserrahmenrichtlinie oder Fließgewässerschutzprogramme integriert werden.

B: Erhaltung und Optimierung der lokalen und regionalen Lebensraumvielfalt

- Bestehende Altbäume, Hecken und Feldgehölze etc. können durch Agrarholzpflanzungen im Sinne einer Differenzierten Landnutzung ergänzt werden, z.B. um bestehende Lücken im Biotopverbund zu schließen oder Habitatfragmente so aufzuwerten, dass sie für Vogelarten wie Goldammer oder Dorngrasmücke als Brutstandort attraktiv werden.
- Vorhandene Altbäume („Biotopbäume“) sollten in die Agrarholzkulturen immer dann integriert werden, wenn dies erntetechnisch möglich und aus ökologischer Sicht notwendig erscheint. So könnten z.B. spezielle Agroforstsysteme diesbezüglich einen wesentlichen Beitrag leisten.
- Die Vorgewende, ggf. auch Fahrwege und Schneisen sollten mit regionalen, Samen- und blütenreichen Wildkräutergemengen eingesät werden, um die Entwicklung breiter und artenreicher Säume zu fördern.
- Eine Verzahnung von Agrarholz-Anbauflächen mit Offenlandbiotopen (Grünland, Säume, u.a.) ist als günstig zu bewerten und sollte daher angestrebt werden.

C: Erhaltung und Optimierung der lokalen und regionalen Artendiversität unter Beachtung der Vorkommen seltener oder gefährdeter Arten

- Die Anlage von Agrarholzflächen macht insbesondere in strukturarmen Landschaften Sinn; in bereits reich gegliederten Landschaften sollten zuvor negative Einflüsse auf bestehende Lebensräume und Artengemeinschaften ausgeschlossen werden. So sollte z.B. eine weitere Verdichtung von gekammerten Landschaften mit Agrargehölzen nicht zu Beeinträchtigungen von hier möglicherweise (noch) lebenden Populationen von Offenlandvögeln wie Wachtel, Wachtelkönig oder Feldlerche führen.
- Der Anbau sollte nur unter Berücksichtigung des Erhaltungszustandes der lokalen Populationen, insbesondere der Offenlandarten durchgeführt werden.
- In Zweifelsfällen sollte ein Monitoring installiert werden, um erhebliche Beeinträchtigungen von Populationen seltener Arten frühzeitig erkennen und Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Forschungsbedarf

In der Gesamtsicht sind die hier vorliegenden Ergebnisse zwar bereits richtungsweisend und lassen Rückschlüsse auf das avifaunistische Potenzial der Agrarholzflächen im Kurzumtrieb zu. Jedoch können Aussagen nach einem nur zwei- bis dreijährigen Untersuchungszeitraum streng genommen nur unter Vorbehalt geäußert werden und sind eher tendenziell zu werten.

Um abgesicherte Aussagen zu den tatsächlichen, regional durchaus unterschiedlichen Anbausystemen und ihrer Bedeutung für die Vogelwelt tätigen zu können, sind weitere, auf einen Zeitraum von mehreren Jahren ausgelegte Untersuchungen notwendig.

Aus avifaunistischer Sicht sollten v.a. Erhebungen zum Bruterfolg einzelner Arten in den Agrarholzflächen durchgeführt werden. Um auch statistisch verwertbare Ergebnisse zu erhalten, sind hierfür mindestens Untersuchungszeiträume von drei bis fünf Jahren erforderlich. Zur Abbildung natürlicher Populationsschwankungen wie auch zur Darstellung der Populationsentwicklung einzelner „Flaggschiffarten“ sollte für verschiedene Anbausysteme in unterschiedlichen Naturräumen Deutschlands ein langfristiges Monitoring angelegt werden.

Bislang beschränkten sich die Untersuchungen vorwiegend auf die Auswirkungen der Agrarholzkulturen auf die Brutvogelfauna. Kaum erforscht ist die Nutzung der Agrarholzflächen durch die Vögel im Winterhalbjahr. Parallel zu den Brutvogelerfassungen sollten daher auch Kartierungen der Nahrungsgäste, Durchzügler und Rastvögel erfolgen. Zugleich sollten in beiden Untersuchungsmodi weitere Daten zum Einfluss der Agrargehölze auf die Vögel erhoben werden, so z.B. der Einfluss der verwendeten Gehölzarten (Sorten/Klone), Größe und Gestalt der Agrarholzfelder, Strukturparameter (Belaubung, Schattenwurf, Verzweigungsmodus etc.), Anbaumischungen, Niststandorte, verfügbares Nahrungsangebot und andere.

Um den Biodiversitätsschutz qualitativ in die NawaRo-Kulturen einzupassen, sind ökologisch wirksame und daher naturschutzfachlich erwünschte Elemente, wie z.B. Saumstreifen und Blühstreifen mit einheimischen und standortangepassten Arten, in die Kulturen zu integrieren und zu beforschen. Die Möglichkeit der Anrechnung des Anbaus von Agrarholzflächen als Kompensation für den in der Landschaft erfolgten Eingriff unter Berücksichtigung der Schutzgüter des Naturschutzes – wie im ELKE-Projekt begonnen – sollte auch langfristig durch empirisch erhobene Daten fortgeführt und auf laufende Optimierungsmöglichkeiten hin geprüft werden.

Wie bereits im Projekt ELKE praktiziert, sollten auch zukünftige Forschungsvorhaben einen interdisziplinären Ansatz verfolgen und die Ergebnisse unterschiedlicher Forschungsgebiete wie Landschaftsökologie, Tierökologie, Geobotanik, Ökonomie und Modellierung miteinander vernetzen, so dass ein tieferes Verständnis der komplexen und dynamischen Verhältnisse in der realen Agrarlandschaft möglich wird.

4.4.5 Regenwürmer (TU München: Julia Huber)

4.4.5.1 Zielsetzung & Hypothesen

Einen Untersuchungsschwerpunkt am Standort Scheyern bildeten die Einflüsse der Holzstreifen auf die Regenwurmpopulationen unter Berücksichtigung verschiedener Baumarten. Hierbei wurden die Regenwurmpopulationen (Abundanz, Biomasse, Altersstruktur, Artenzusammensetzung) der Ackerflächen mit denen der Forstflächen verglichen. Die Wirkungen verschiedener Baumarten sowie der Bewirtschaftungsweisen wurden analysiert und diskutiert.

4.4.5.2 Stand des Wissens

Mit Agroforstsystemen kann eine Verbindung zwischen landwirtschaftlicher Produktion und Naturschutz geschaffen und dem wachsenden Konflikt zwischen ökologischen und ökonomischen Wirkungen in der Landwirtschaft begegnet werden (Jose 2012). Neben einer erhöhten Gesamtproduktivität durch Synergieeffekte wie Windschutz, Erosionsschutz und Humusanreicherung werden mit Agroforstsystemen Ökosystemleistungen wie Gewässerschutz und die Erhöhung der Biodiversität angestrebt (Tsonkova et al. 2012, Nair 2011).

Regenwürmer sind Schlüsselarten für die Biodiversität des Bodens und wichtige Bioindikatoren (Doran/Zeiss 2000). Sie spielen bei der Stoffumsetzung im Boden eine wichtige Rolle (Wright et al. 2004, Edwards/Bohlen 1996). Ihre Artenzusammensetzung, Abundanz und Biomasse gelten als wichtige Parameter zur Bewertung des Lebensraum-Potenzials von Böden (Doran/Zeiss 2000).

4.4.5.3 Methodik

Zur Quantifizierung der Einflüsse der Gehölzstreifen auf die Regenwurmentwicklung wurden Regenwurmabundanz, -biomasse und -artenzahl untersucht. Hierbei wurden im Sommer 2011 Forstflächen (exemplarisch Pappeln) und Agrarflächen (integrierter Landbau: Winterweizen; ökologischer Landbau: Luzerne-Klee gras) analysiert. Im Herbst 2011 wurden zudem Wirkungen der Baumarten innerhalb der Forstflächen untersucht. Dabei wurde das Vorkommen verschiedener Lebensformen (anözische Arten = Tiefgräber; endogene Arten = Mineralschichtbewohner; epigäische Arten = Streuschichtbewohner) berücksichtigt.

Die Erhebung der Regenwurmpopulation erfolgte über eine kombinierte Methode aus Austreibung mittels Aufguss von AITC-Lösung (Allylisothiocyanat/Propanol/Wasser) und anschließender Handauslese der Bodenausstiche (20 cm tief). Die Bestimmung erfolgte nach dem Schlüssel von Christian/Zicsi (1999). Adulte Arten (mit gut ausgebildeten Clitellum) wurden bis zur Art, juvenile Tiere nur bis zur Gattung determiniert.

4.4.5.4 Ergebnisse & Diskussion

Die Gehölzstreifen erhöhten den Regenwurmbesatz und die Artenvielfalt auf den Agroforstflächen (Tabelle 142). Es zeigte sich eine erhöhte Regenwurmabundanz- und -artenvielfalt unter der Pappel im Vergleich zur angrenzenden Weizen- und Luzerne-Klee gras-Fläche (LKG). Besonders die hohe Zahl an juvenilen Tieren deutet auf ein hohes Vermehrungspotenzial in den Gehölzstreifen hin. Doch

auch Luzerne-Kleegras hatte einen positiven Effekt auf die Regenwurmentwicklung. Während auf der ökologisch bewirtschafteten Fläche die Regenwurmabundanz unter Pappeln nur gering höher lag als in der Mitte der LKG-Fläche, waren auf der integriert bewirtschafteten Fläche deutlich mehr Regenwürmer unter Pappeln als im Winterweizen vorhanden.

Tabelle 142: Abundanz, Biomasse, Artenzahl und Anteil juveniler Regenwürmer der jeweiligen Nutzungsform (2011).

	ME	Ökologisch		Integriert	
		Pappel	LKG	Pappel	WW
Abundanz	Ind. m ⁻² ± sd	170±90	144±103	120±19	17±15
Biomasse	g m ⁻² ± sd	16,8±10	17,7±16	33,8±17	10,3±10
Artenzahl		5	3	4	2
Anteil Juvenile Regenwürmer	%	85	91	62	33

Beim Vergleich der Baumarten wurden unter der Pappel insgesamt weniger Regenwürmer sowie ein geringerer Anteil epigäischer Arten gefunden als unter den Baumarten Erle, Robinie, Weide und der Gehölzmischung (Abbildung 230). Dies könnte sowohl auf das erhöhte C/N-Verhältnis der Pappelblätter, als auch auf eine verminderte Bodenvegetation durch den frühen Kronenschluss und die hohe wie relative dichte Auflage der Laubschicht der Pappel zurückgeführt werden.

Der Bewirtschaftungsvergleich zeigt eine höhere Abundanz an juvenilen Regenwürmern auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen, zudem einen höheren Anteil epigäischer Arten (Juvenile und Adulte). Vermutlich führte die Vorbewirtschaftung (z.B. viel Kleegras in der Fruchtfolge) zu einer größeren Ausgangspopulation auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen. Auch der fehlende Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln könnte eine Rolle spielen.

Bereits nach wenigen Jahren in der Etablierungsphase zeigten die Forststreifen eine positive Wirkung auf die Regenwurmpopulationen und damit eine ökologisch relevante Aufwertung der Flächen. Die Abundanz wurde erhöht und es kam zu einer Umschichtung des Artenspektrums. Zudem zeigte sich ein positiver Einfluss der ökologischen Wirtschaftsweise.

Ob die Unterschiede zwischen Pappeln und den anderen Baumarten dauerhaft bestehen bleiben, muss weiterführend untersucht werden.

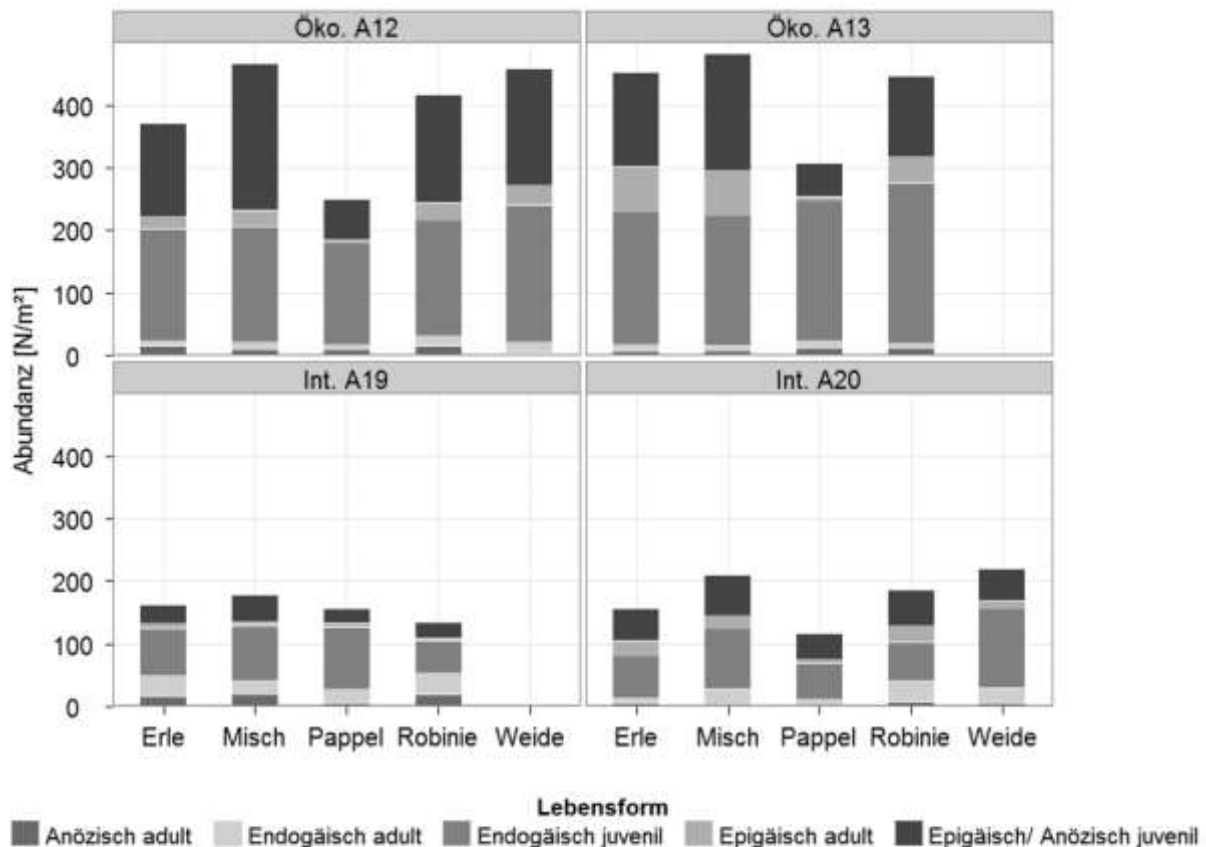


Abbildung 230: Regenwurmabundanz der Lebensformen unter verschiedenen Baumarten bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen (2011).

4.4.6 Fledermäuse (TU München: Sebastian Wolfrum)

4.4.6.1 Zielsetzung & Hypothesen

In einer studentischen Projektarbeit wurde der potenzielle Naturschutzwert von Agroforstsystemen für die Artengruppe der Fledermäuse untersucht. Dazu wurde die Aktivität der Tiere gemessen, um zu überprüfen, ob die Gehölzstreifen als Leitstrukturen oder Jagdhabitate angenommen werden. Um die relative Bedeutung der neuen Strukturen abzuschätzen, wurde die Fledermausaktivität in den Agroforstsystemen mit der in benachbarten Habitaten verglichen.

4.4.6.2 Stand des Wissens

Die zunehmende Konkurrenz unterschiedlicher Landnutzer um Flächen stellt eine aktuelle Herausforderung dar. Mit der Anlage von Agroforstsystemen wird versucht, Ansprüche von Landwirtschaft und Naturschutz zu vereinbaren. Die Gehölzstreifen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen sollen u.a. auch Naturschutzaspekte berücksichtigen und fördern. Positive Effekte für den Naturschutz, wie z.B. die Nutzung der heckenähnlichen Baumreihen als „ökologische Infrastruktur“, müssen aber zunächst überprüft werden. Von Fledermäusen ist bekannt, dass lineare Landschaftselemente, wie z.B. Baumreihen und Hecken, als Leitstrukturen und Jagdhabitate genutzt werden (Verboom/Hiutema 1997). Auch zeigen sie eine hohe Sensibilität gegenüber landwirtschaftlicher Intensivierung (Wickramasinghe et al. 2003). Fledermäuse gelten daher als gute

Indikatoren für verschiedenen Umweltfaktoren, unter anderem den Strukturreichtum einer Landschaft und das Vorkommen von nachtaktiven Insekten (Jones et al. 2009). Die Ultraschallrufe der Fledermäuse können mit Fledermausdetektoren erfasst und zum Teil bis auf das Artniveau bestimmt werden. Für die Artbestimmung sind allerdings kostspielige Geräte und umfangreiches Expertenwissen nötig.



Abbildung 231: Untersuchungsstandorte für die Erfassung der Fledermausaktivität.

4.4.6.3 Methodik

Auf dem Versuchsgut Scheyern wurden zwei 2009 angelegte Agroforstsysteme (Schlag A19 und A20), ein Grasstreifen zwischen integriert bewirtschafteten Getreideschlägen sowie die Habitattypen Grünland, Waldrand und Wald untersucht. Die beiden Schläge mit Agroforstsystemen werden integriert bewirtschaftet (2012: Kartoffeln und Weizen). Da die Untersuchungskapazitäten begrenzt waren, wurde auf eine Artbestimmung verzichtet und nur die Aktivität der Tiere erfasst. Die Aufnahme erfolgte an sechs Terminen zwischen Mitte Mai und Mitte September 2012. An den Erfassungsterminen wurde auf optimale Bedingungen, d.h. warme, windstille und niederschlagsfreie Abende, geachtet. Die sechs Habitattypen (Abbildung 231) wurden ab der Dämmerung in wechselnder Reihenfolge jeweils parallel von drei Erfassern für 30 Minuten überwacht. Zur Bestimmung der Aktivität wurde der Median der drei Messungen berechnet und mittels Kruskal-Wallis-Test auf Unterschiede geprüft.

Eine geringe Nachweisbarkeit der Tiere stellt ein mögliches Problem bei der Erfassung von Fledermäusen dar. Daher wurden mit dem R Paket „umarked“ (Fiske/Chandler 2011) N-mixture Modelle nach Royle (2004) erstellt. Mit diesen Modellen wird die Beobachtungswahrscheinlichkeit über eine Binominalfunktion (1) und der zu dieser Beobachtung führende Prozess als Poissonfunktion (2) modelliert.

$$1) \quad f(y_i | N_i) = \text{Bin}(y_i | N_i, p)$$

$$2) \quad g(N_i | \lambda) = Po(N_i | \lambda)$$

Für die Modellierung wurden 17 Modellvarianten mit unterschiedlichen Variablen für das Beobachtungsmodell und drei Verteilungsfunktionen (Poisson, negative binomial, zero-inflated Poisson) getestet. Anschließend wurde das beste Modell über das Akaike Informationskriterium (AIC) ermittelt.

4.4.6.4 Ergebnisse & Diskussion

Die Erfassung der Aktivitäten zeigte Unterschiede zwischen den Habitaten ($p < 0.003$). Die Aktivität war am höchsten in den reich strukturierten Habitaten. Häufig konnten keine Fledermäuse erfasst werden, was auf die geringe Erfassbarkeit hindeutet. Dies bestätigte sich durch das Modell, nach dem die durchschnittliche Erfassungswahrscheinlichkeit nur bei ca. 14% lag. In das verwendete Modell gingen der Erfassungstermin, die Beobachtungszeit und die Luftfeuchtigkeit als erklärende Variablen für die Erfassbarkeit ein. Zur Erklärung der Fledermausaktivität wurde nur der Habitattyp als Variable ins Modell aufgenommen. Durch die Korrektur der Erfassbarkeit lagen die Werte für die Fledermausaktivität höher als sie durch die bloße Beobachtung festzustellen waren.

Die Ergebnisse (Abbildung 232) zeigen, dass entlang der neu angelegten Agroforststreifen auf Ackerflächen Fledermäuse aktiv sind. Die Aktivität ist aber geringer als in seit Langem bestehenden, strukturreichen Habitaten. Am deutlichsten wird dies durch das, entgegen der Annahmen, gute Abschneiden des Grasstreifens. Dieser stellt die Verlängerung einer im Rahmen der Umstrukturierung des Versuchsgutes angelegte Hecke dar, die von den Fledermäusen offenbar intensiv genutzt wird.

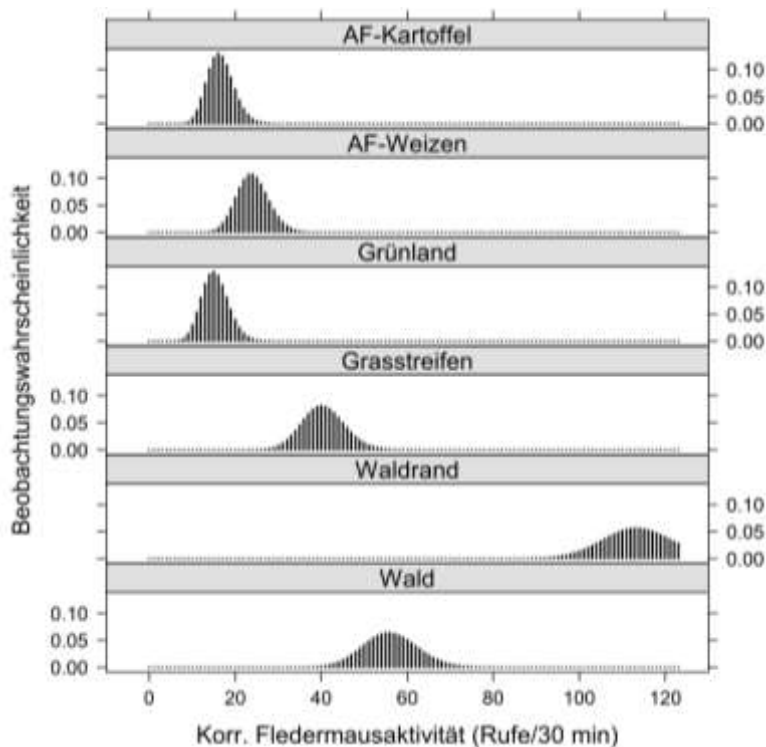


Abbildung 232: Berechnete Beobachtungswahrscheinlichkeiten für die Fledermausaktivität (Wolfrum et al. 2013).

Im Gegensatz dazu war die Aktivität an den angelegten Gehölzstreifen wie erwartet etwas höher als in offenem Grünland, was auf die mögliche Bedeutung von Agroforststreifen als Förder- und

Vernetzungsmaßnahme für bestimmte Fledermausarten in der Agrarlandschaft hinweist. Bedenkt man neben den hier beschriebenen Ergebnissen die weiteren positiven ökologischen Effekte von Agroforstsystemen, so kann man diese als Maßnahme zur Verbesserung ökologischer Infrastrukturen im Betrieb empfehlen.

5 Diskussion

Im Folgenden werden die erarbeiteten Ergebnisse aus der Umsetzungsphase von ELKE überblickartig diskutiert. Da viele der Einzelergebnisse für die jeweiligen Fachdisziplinen bereits in den Ergebniskapiteln (unter Kapitel 4) eingeordnet und diskutiert wurden, sei an dieser Stelle auch auf die detaillierte Diskussion dort verwiesen.

An dieser Stelle erfolgt zunächst eine Einordnung der Ergebnisse anhand der „Schutzgüter des Naturschutzes“ (Kapitel 5.1). Im Anschluss daran wird das Werkzeug „Naturschutz durch Landbau“ (Kapitel 5.2, siehe auch Kapitel 2.4) als Summe der im Projekt erarbeiteten Lösungsansätze noch einmal erörtert. Kapitel 5.3 widmet sich der ergebnisorientierten Verwertung der Ergebnisse differenziert nach verschiedenen Zielgruppen.

5.1 Einordnung der Ergebnisse anhand der Schutzgüter des Naturschutzes

Im vorliegenden Bericht sind i.d.R. aktuell keine landesspezifischen Bewertungsverfahren angewendet worden. Eine Diskussion zur Bewertung der hier vorliegenden Ergebnisse mit den Genehmigungsbehörden steht überwiegend noch aus und ist für den Spätsommer/Herbst 2013 geplant. Insofern basieren die hier getroffenen Aussagen auf den wissenschaftlichen Ergebnissen bzw. den daraus abgeleiteten aktuell festgestellten Tendenzen.

Die rechtliche Situation ist aktuell in Hinsicht auf ein einheitliches, anerkanntes Bewertungsverfahren für Eingriffe in Natur und Landschaft in Deutschland noch unbefriedigend. Die aktuell diskutierte Bundeskompensationsverordnung (BKompV) soll diese Lücke als verbindliche Handlungsgrundlage schließen (siehe Kapitel 4.2.5). Der zuständige LANA-Ausschuss „Eingriffsregelung und Landschaftsplanung“ (Jansen 2011) empfiehlt aufgrund der Vielzahl von Bewertungsverfahren in den einzelnen Bundesländern, einen länderübergreifenden Vergleich auf fachlich-inhaltliche Beschreibungen und die Erfassungsergebnisse zu stützen, ohne dass hierfür ein förmliches Bewertungsverfahren zugrunde gelegt wird. Die sogenannten zentralen und erweiterten „Schutzgüter des Naturschutzes“³⁰ (LANA 1996a, Wagener et al. 2010b) dienen der Diskussion der ersten Ergebnisse und zwar, ob und in welchem Maße eine Verbesserung der grundsätzlichen Funktionen nachweisbar ist. Dabei ist grundlegend zu beachten, dass die bis dato erzielten Ergebnisse auf einem zwei- bis dreijährigen Untersuchungszeitraum basieren, und damit aufgrund von natürlichen Schwankungen (insb. Klima & Wetter) und bewirtschaftungs- und altersbedingte Unterschieden vorläufig sind. Gleichwohl wurden im Kapitel 4. klare Tendenzen herausgearbeitet, die für eine erste fundierte Praxiseinordnung geeignet sind.

A.&E.-Maßnahmen zielen zentral auf den Erhalt der Arten und Lebensgemeinschaften, aber auch – konkret bezogen auf den Eingriff – auf die vier weiteren abiotischen Schutzgüter Landschaftsbild,

³⁰ „[...] In den Naturschutzgesetzen angelegt, teilweise in anderen, verwandten Gesetzen weiter ausgeführt (vgl. UVPG), in der Rechtsprechung und in vielen Verfahren angewandt, ist die Unterscheidung der sogenannten Schutzgüter: Arten und Lebensgemeinschaften, Boden, Wasser, Klima/Luft (und Landschaftsbild). Darüber hinaus besteht weitgehender Konsens, dass zur Beurteilung der einzelnen Schutzgüter nach Funktionen zu unterscheiden ist.“ (LANA 1996a, S. 36).

Boden, Wasser und Luft ab. Daher werden in den Modellprojekten die konkreten Ergebnisse einzelnen Schutzgütern zugeordnet (Übersicht siehe Tabelle 143). Gerade der Eingriff impliziert die Notwendigkeit der auszugleichenden Funktionen³¹. So kann die „Extensivierung“ des Landbaus an einer Stelle einen streng funktionalen Ausgleich bzw. Ersatz zum Eingriff an anderer Stelle bieten, wenn dadurch die beeinträchtigten Funktionen im Raum gleichwertig wieder hergestellt werden (vgl. Michler et al. 2007).

³¹ Das UVPG und die dazu erschienen methodischen Leitfaden erläutern detailliert das praktische Vorgehen bei der Einschätzung der Umweltbelange/-auswirkungen von Eingriffen/Projekten. Hier werden die Schutzgüter mit ihren Funktionen detailliert dargestellt und z.T. um weitere Aspekte erweitert (z.B. Gassner & Winkelbrand 1992).

Tabelle 143: Zuordnung der Forschungsergebnisse zu den Schutzgütern des Naturschutzes nach LANA (1996b) verändert und erweitert.

Schutzgut	Forschung in ELKE	Funktionen	Beschreibung	Neue Aspekte ELKE
I. Arten und Lebensgemeinschaften	Landschaftsökologie Kapitel 4.4	Ia. Arten- und Lebensraumfunktion	Seltene/gefährdete Biotope und Arten gemäß § 20c BNatSchG, RL-Biotope, BArtSchVO, RL-Arten und ggf. sonst. lokal seltene Tier- und Pflanzenarten, -exemplare, -populationen und -bestände	Erweiterung des Lebensraum- und Nahrungsangebots für entsprechende Tier- und Pflanzenarten durch neue (extensive) Landnutzungssysteme
		Ib. Spezielle Lebensraumfunktionen	Minimalareale, Vernetzungsfunktion (Habitats, Teilhabitate, Trittsteinhabitate).	Bildung eigenständiger Lebensgemeinschaften (Biozönosen) in den neuen Landnutzungssystemen; Biotopverbund durch Landbausysteme – Mehrnutzungskonzepte
II. Schutzgut Landschaftsbild	Bundesweite Umsetzung praxisbasierter Modellprojekte, Aufbau der regionalen Landnutzungsstrategie Kapitel 4.1, 4.2.6	Ila. Naturerfahrungs- und -erlebnisfunktion	Optische, akustische, haptische und sonst. strukturellen und funktionalen räumlichen Voraussetzungen für das Natur- und Landschaftserleben und für die Erholung.	Diversifizierung von Landschaft durch neue Landnutzungssysteme
		Ilb. Dokumentations- und Informationsfunktion	Zeugnisse der Natur- und Landschaftsgeschichte, z.B. Böden u.a. geologischen Besonderheiten; Kulturlandschaften usw.	Wandel der Kulturlandschaft – regionale, nachhaltige Landnutzungsstrategien
III. Schutzgut Boden	Boden, Wasser und Klima Kapitel 4.3	IIla. Puffer- und Filterfunktion	Zurückhaltung flüssiger oder gasförmiger Stoffe im Boden	Klimaschutz (C-Sequestrierung)
		IIlb. Infiltrationsfunktion	Durchlässigkeit von Böden und Bodenoberflächen für die Grundwasserneubildung	Wassernutzungseffizienz u.a. in trockenen Regionen unter den Bedingungen des Klimawandels
		IIlc. Erosionsschutzfunktion	Schutz des fruchtbaren Oberbodens vor Abtrag durch Wasser oder Wind. Bodenfeuchte, Vegetationsbedeckung, Hangneigung, klimatische Einflüsse usw.	
	Boden, Wasser und Klima Kapitel 4.1, 4.2.1, 4.2.2, 4.3	IIId. Biotische Ertragsfunktion	Natürliche Ertragsfähigkeit des Bodens als Grundlage für die Produktion von Biomasse und die nachhaltige Nutzung zur Erzeugung gesunder Nahrungsmittel unter Minimierung zusätzlicher Energiezufuhr	Stabilisierung und Steigerung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit durch extensiven Landbau (Regeneration degradierter Böden)
		IIle. Lebensraumfunktion	Boden als Standort für Pflanzen, Lebensraum für Tiere und zur Entwicklung von Biotopen	
	Landschaftsökologie Kapitel 4.1, 4.3, 4.4			

Schutzgut	Forschung ELKE	Funktionen	Beschreibung	Neue Aspekte ELKE
IV. Schutzgut Wasser	Boden, Wasser und Klima Kapitel 4.3	IVa. Grundwasserneubildungsfunktion	Grundwasserneubildungsmengen und Quantität des zugeführten Wassers	Wassernutzungseffizienz in trockenen Regionen im Hinblick auf den Klimawandel (Standortwechsel, daher abgesetzt)
		(IVb. Grundwasserschutzfunktion) in ELKE kein Untersuchungsschwerpunkt	Schutz der Grundwasserkörper und -vorkommen vor Verschmutzung und 'übermäßigem' Entzug – Qualität(ssicherung) des Wassers, Deckschichten, Bodenarten usw.	
		(IVc. Oberflächengewässerschutzfunktion) in ELKE kein Untersuchungsschwerpunkt	Schutz der Wasserqualität und -mengen der Oberflächengewässer (u.a. als Lebensgrundlage und -raum für Tiere und Pflanzen; Gewässer als Lebensräume siehe Schutzgut I. Arten u. Lebensgemeinschaften)	
		IVd. Retentionsfunktion in ELKE kein Untersuchungsschwerpunkt	Wasserrückhaltung 'auf der Fläche' und durch die Erhaltung und den Ausbau von Retentionsräumen und -anlagen	
V. Schutzgut Klima/Luft		(Va. Bioklimatische Ausgleichsfunktion) in ELKE kein Untersuchungsschwerpunkt	Thermische Komponente: Überwärmungen in Agglomerationsräumen/ Bereichen hoher Versiegelung Physikalische Komponente: Kaltluftentstehung und -transport, Reinluftentstehung und -transport	
		(Vb. Immissionschutzfunktion)	Schutz vor Luftverunreinigungen aller Art	
Erweiterung Schutzgut Klima	Boden, Wasser, Luft & Energiebilanzen Kapitel 4.3, 4.3.7	Vc. Klimaschutzfunktion	Umfassender Klimaschutz durch nachhaltigen Landbau (u.a. Treibhausgaspotenzial der Bewirtschaftung)	Klimaschutz (u.a. Substitution fossiler Rohstoffe durch NawaRo)

Bevor man sich einzelnen Zuordnungen zu den Schutzgütern zuwendet, ist es hilfreich, kurz auf die Sukzessionsprozesse innerhalb v.a. der neuen mehrjährigen holzbasierten Kulturen einzugehen. Denn diese sind eine wesentliche Grundlage für die Besiedelung bzw. Nutzung der neuen Lebensräume von der wir aktuell nur erste Ergebnisse von Anfangsphasen vorliegen haben.

Die einzelnen Hypothesen und zugeordneten Ergebnisse aus Kapitel 4.4. bilden die Grundlage der nachfolgenden grundlegenden Arbeitshypothese bezüglich der dynamischen Entwicklung ganzer Lebensgemeinschaften in Agrarholzkulturen (Fauna und Flora), die im Kurzumtrieb bewirtschaftet werden (siehe Abbildung 233). Die gestrichelten und nicht symmetrisch verlaufenden Linien symbolisieren die „Unsicherheit“ inkl. Jahresschwankungen und damit Vorläufigkeit der Annahmen, die durch langjährige Untersuchungen erst noch weiter zu belegen sind.

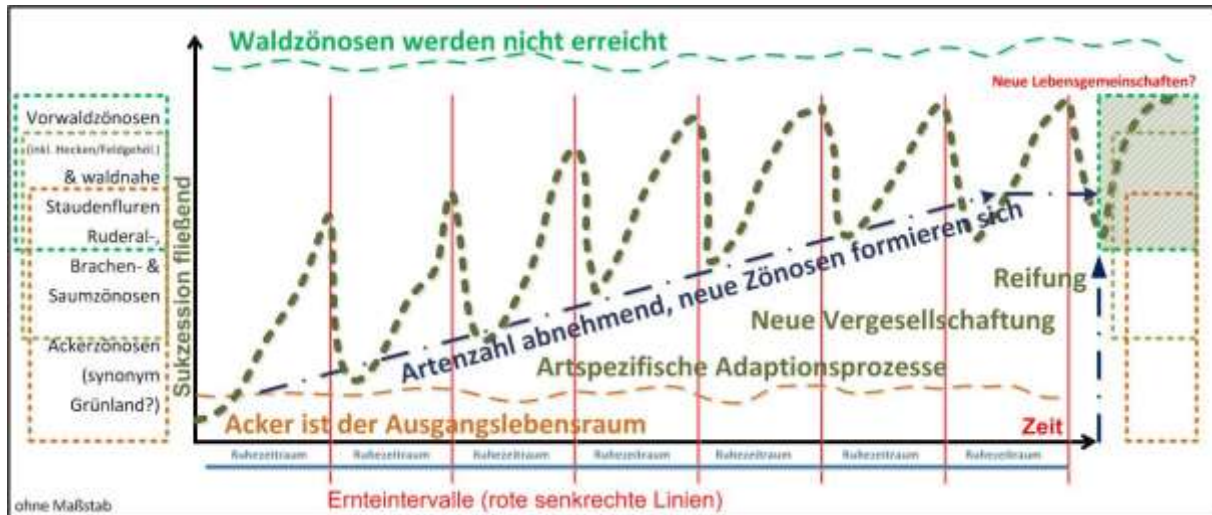


Abbildung 233: Möglicher Sukzessionsverlauf in einer Agrarholzkultur, Arbeitshypothese auf der Basis der ersten Ergebnisse (Stand 2013).

Die vermutete Entwicklung der Zönosen startet im Ursprungslebensraum Acker, der genauso wie alle anderen Lebensräume und deren -gemeinschaften jährlichen Schwankungen unterliegt (Klima, Wetter, Sonderereignisse etc.). Die Etablierungsphase wie auch Ernteintervalle stellen die typischen Bewirtschaftungseingriffe landwirtschaftlicher Kulturen dar, die die Lebensraumbedingungen „schlagartig“ und umfassend verändern, z.B. Struktur und Beschattung. Hochmobile Arten reagieren i.d.R. überwiegend mit sofortigem Raumwechsel. Die Vegetationsbestände als kennzeichnende Ursprungsgemeinschaften/-räume der vorkommenden Arten (linke Seite) verändern sich mit zunehmender Standzeit. Sie greifen ineinander über bei gleichzeitiger Abnahme offener Bodenstellen, insofern zeichnen sich „Artenwechsel“ der Lebensgemeinschaften vom Acker über Saum-, Brache-, Ruderal- und waldnahe Staudenfluren hin zu Vorwaldstadien einschließlich Hecken- und Feldgehölze ab. Keine dieser typischen Lebensgemeinschaften wird mehr oder weniger komplett erreicht, weil die Abfolge der „Ernteeingriffe“ eine starke neue Überprägung dieser gehölzbasierten Kulturen darstellt. Eine „neue Zusammensetzung“ von Arten durch artspezifische Adaptionsprozesse, neue Vergesellschaftungspartner und langjährig ablaufende Reifungsprozesse ist wahrscheinlich. In gleicher Weise ist die Vermutung zulässig, dass mit zunehmender Reife die Artenzahl wieder abnehmen kann, zumindest in Bezug zur Flora. Ob und wie sich mögliche neue Lebensgemeinschaften formieren und wie diese im Raumverbund sich langfristig einordnen können, ist offen und bedarf weiterer Forschungsarbeiten.

Vor dem Hintergrund dieser dynamischen Entwicklung in den neuen bzw. veränderten (und noch in Entwicklung befindlichen) Anbausystemen ist eine präzise Darstellung nur für den derzeit betrachteten Entwicklungsstand statthaft (2010-2012). Es konnte bewiesen werden, dass wichtige ökologische Funktionen durch die eingesetzten Kulturen für den angewandten Naturschutz (praktischen Naturschutz) bereitgestellt werden können. Diese gliedern sich in:

- A. Strukturfunktionen,
- B. Artenschutzfunktionen,
- C. Struktur- und Artenschutzfunktionen.

Wiederkehrende Effekte, die für eine vertiefende Qualifizierung bzw. Einordnung der Kulturen herangezogen werden können, sollten durch eine weitere Beforschung dieser Funktionen in unterschiedlichen Regionen bzw. Kulturlandschaften Deutschlands identifiziert werden. Bisher konnte eindeutig bewiesen werden, dass insbesondere die Strukturvielfalt (räumlich und zeitlich) auf Ackerflächen und in den Agrarlandschaften verbessert werden kann und damit eine der wichtigsten zentralen Ursachen für den Rückgang der Artenvielfalt zumindest in Teilen mit ELKE-Konzepten ausgeglichen werden kann (vgl. Haber 1972, 2009, Bick 1989, Flade et al. 2003).

Es konnten bereits jetzt differenzierte Leistungen der ELKE-Kulturen gegenüber der Ausgangslage eines konventionell bewirtschafteten Ackers herausgearbeitet werden (vgl. Kapitel 4). Zusammenfassend konnten gezielt Leistungen für verschiedene Schutzgüter (numeriert in Klammern) nachgewiesen werden:

- Dichte und Vielfalt von Arten hat z.T. bei einzelnen Artengruppen um ein vielfaches zugenommen (I),
- spezielle Lebensraumfunktionen (insb. für einen Biotopverbund und Teillebensräume von mobilen Arten) konnten nachgewiesen werden (I),
- ein verändertes und im Jahresverlauf verteilt anhaltendes Blüten- und Samenangebot konnte insbes. in jungen Agrarholzbeständen (1-2jährig), aber auch in einjährigen und überjährigen krautigen Kulturen nachgewiesen werden (I),
- eine gezielte Förderung von Segetalarten konnte durch veränderte Bewirtschaftungsmaßnahmen nachgewiesen werden (I),
- ELKE-Kulturen fördern so auch die genetische Vielfalt wildlebender Pflanzen und Tiere des Maßnahmenraumes (I),
- eine gezielte Steigerung von Nützlingspopulationen durch ELKE-Kulturen erscheint möglich (I),
- gewachsene Kulturlandschaftsbilder können mit ELKE-Kulturen modern nachgebildet werden, insbesondere sichtbar in Marpingen (II),
- der Erlebniswert von Landschaften kann durch mehr Vielfalt, gliedernde hochwachsende Gehölze und durch Ernte veränderte Sichthöhen und -achsen gesteigert werden (II),
- Böden können durch eine verbesserte Humusbildung mehr Kohlenstoff einlagern und die Ertragsfunktion verbessern (III),
- es kann wirksam und gezielt Erosionsschutz durch ELKE-Kulturen etabliert werden (III),
- eine Grundwasserschutzfunktion wird vermutet und befindet sich aktuell seit Herbst 2012 in Freising in der praktischen Erprobung (III),
- Klimaschutz u.a. durch Substitution fossiler Rohstoffe durch Nachwachsende Rohstoffe und durch eine vermehrte Kohlenstoffeinlagerung im Boden (V).

Weitere Leistungen werden vermutet, wurden allerdings aktuell nicht mit Untersuchungen belegt. In der differenzierten lokalen/regionalen Betrachtung wurden Unterschiede herausgearbeitet, die zum einen in der regionalen Bewertung und zum anderen in der Diskussion der Allgemeingültigkeit von Leistungen noch eine Rolle spielen werden.

5.2 Werkzeuge „Naturschutz durch Landbau“

Die Entwicklung von Kompensationsmaßnahmen nach dem Prinzip ELKE hat sich im Projektverlauf als anspruchsvolle Aufgabe bestätigt, die neben fachlichen Kompetenzen und einem kooperativen Umgang der Akteure vor Ort auch ein umfassendes Wissen über landbauliche, ökologische, ökonomische, rechtliche und planerische Grundlagen erfordert. Aus diesem Grund erscheint eine Unterstützung der Handelnden vor Ort mittels Werkzeugen hilfreich, um den verschiedenen Kooperationspartnern klares und transparentes Handlungswissen verfügbar zu machen. Hierzu wurden im Rahmen des Projektes verschiedene Werkzeuge entwickelt, die auf Basis vorhandener Kompetenzen eine effiziente Planung und Umsetzung von Maßnahmen ermöglichen.

ELKE ist ein neuer Baustein im angewandten Naturschutz, der mesophile Landbaukulturen im Raum z.B. mit bestehenden Schutzgebieten und grünen Kulturgütern verknüpft oder als grundsätzliche Verbesserung der Ausstattung einer Landschaft dienen kann. Aus diesem Grund ist eine Qualifikation der Nutzer notwendig, die zum einen eine klare Zuordnung von Aufgaben und Leistungen an die Partner ermöglicht und zum anderen die Erarbeitung von Schnittstellen transparent und leistungsgerecht unterstützen kann. Die Untersuchungen in ELKE haben gezeigt (vgl. Kapitel 4.1 und 4.2), dass eine arbeitsteilige Vorgehensweise koordiniert durch den Maßnahmenträger und abgestimmt mit der Genehmigungsbehörde die vorzüglichsten Ergebnisse erzielt.

Abbildung 234 verdeutlicht dieses Prinzip anhand des „landbaulichen Werkzeugkastens“, der basierend auf der Zuordnung von Anbausystemen (Quellen) zu realen Veredelungssystemen (Senken) eine Auswahl von geeigneten Kulturarten listet, die als Kompensationsmaßnahme einer effizienten Verwertung (u.a. Wertschöpfung) zugeführt und im Ergebnis Teil einer Landnutzungsstrategie werden können (siehe Kap. 2.4.3). Die Schnittstellen dieses Werkzeugkastens liegen extern in den

1. Vorgaben des Landschaftsplanes und
 2. den Anforderungen der zugeordneten Kompensation
- und intern in den
3. Substratanforderungen der Veredelungsstufe und
 4. der effizienten Kulturführung und Ernte-/Bereitstellungslogistik.

An diesen Schnittstellen ist eine Zusammenführung von Experten der Planung (1) und des Naturschutzes/Rechts (2) mit Spezialisten der Verfahrenstechnik (3) und der Landwirtschaft (4) erforderlich. Die Qualitätsanforderungen von 1 und 2 begrenzen die möglichen Anbausysteme bzw. Kulturarten (4), die wiederum einer Senke (3) angeboten werden können.

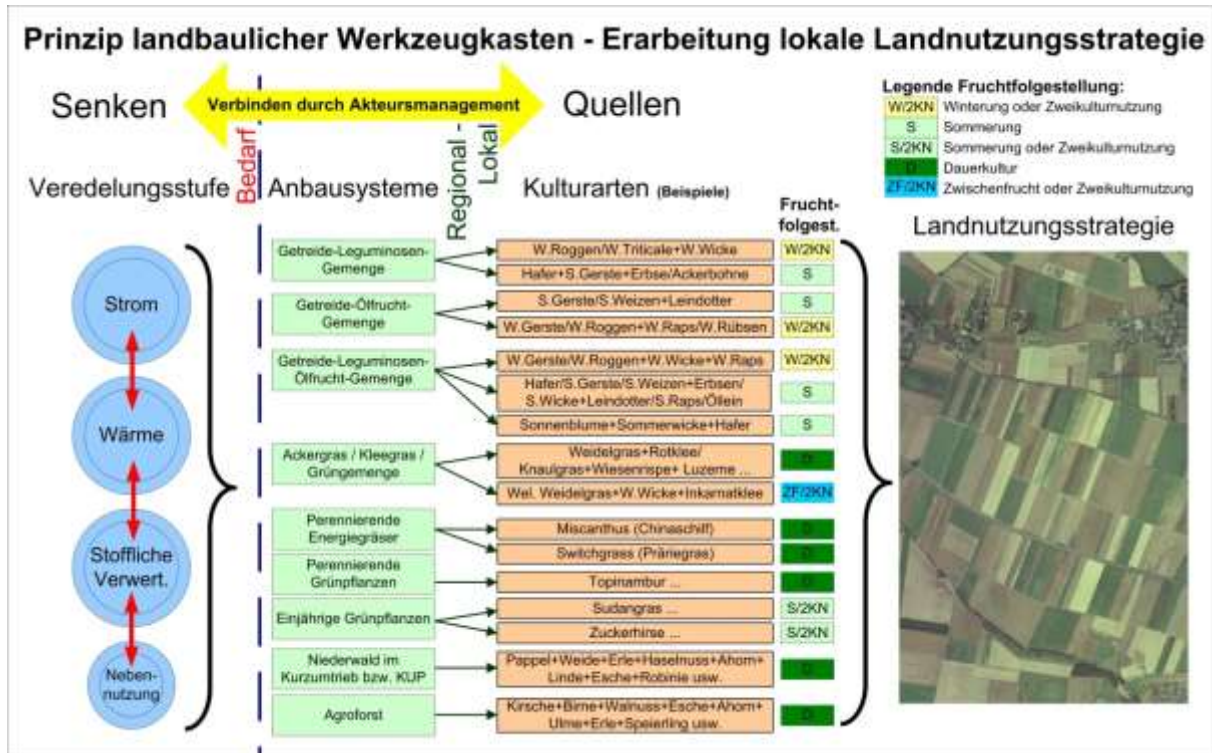


Abbildung 234: Landbaulicher Werkzeugkasten.

Dieses einfache Beispiel verdeutlicht, dass der koordinierende Maßnahmenträger dieses Organisationswissen (Spezialwissen und Schnittstellen) haben muss, um dann wiederum das ergänzende Werkzeug der ökonomischen Bewertung (siehe Kapitel 4.2.3) und der notwendigen Qualitätssicherung (siehe Kap. 4.2.7) einsetzen zu können. Zum jetzigen Zeitpunkt sind an den Modellstandorten diese Entwicklungen auf einem guten Weg, allerdings ist auch sichtbar, dass ein expertenbasiertes Coaching weitergeführt werden muss, um diese und weitere Pioniere bei der Weiterentwicklung und Optimierung Ihrer Modellstandorte zu unterstützen und damit diese langfristig für die Öffentlichkeit, zur weiteren langfristigen Beforschung und für den Wissenstransfer zu neuen Praxisstandorten zu sichern.

5.3 Verwertung der Ergebnisse

In der Umsetzungsphase von ELKE wurden neue Konzepte für Kompensationsmaßnahmen im Praxismaßstab erprobt und erforscht. Durch die Umsetzung an den Modellstandorten wurden Erfahrungen gesammelt, die für die Übertragung der verfolgten Ansätze auf andere Standorte und letztlich für die breite Anwendung genutzt werden sollen. Die Forschungsarbeiten an den Standorten haben zugleich eine methodische und wissenschaftliche Basis für eine erste Bewertung der angebauten Kulturen im Raumverbund geschaffen.

Die Summe aus Praxiserfahrungen, Werkzeugen und wissenschaftlichen Erkenntnissen hat somit zur Erfüllung der Projektziele in Phase III beigetragen. Nun gilt es, diese auch für eine weitere Entwicklung und Verbreitung produktiver Kompensationsmaßnahmen mit Nachwachsenden Rohstoffen zu nutzen (siehe Kapitel 6).

Nachfolgend werden anhand der bereits zu Projektbeginn adressierten Zielgruppen die weiteren Verwertungsmöglichkeiten der Ergebnisse dargestellt.

5.3.1 Regionen/Kommunen/Naturschutzbehörden/öffentliche Hand

Die erzielten Ergebnisse werden genutzt, um gemeinsam mit den für die Genehmigung zuständigen Naturschutzbehörden eine Bewertung der an den Modellstandorten umgesetzten Maßnahmen vorzunehmen. Konkret sind für den Spätsommer/Herbst 2013 vor Ort Gespräche mit den Standortkoordinatoren, Kommunalvertretern inkl. der zuständigen Behörden und Experten aus dem Forschungsverbund geplant, um die Detailergebnisse differenziert zu erläutern und eine verbindliche Einordnung der Maßnahmen in Relation zu Eingriffen und anderen Kompensationsmaßnahmen zu erreichen.

Über die Diskussion an den Modellstandorten hinaus werden auch für weitere kommunale und übergeordnete Planungsverfahren erstmals Datengrundlagen und Werkzeuge zur Beurteilung und Umsetzung von produktiven Kompensationsmaßnahmen mit nachwachsenden Rohstoffen bereitgestellt. Unter den Projektergebnissen finden sich u.a. auch Werkzeuge für die Qualitätssicherung, die über den in ELKE verfolgten Ansatz hinaus grundsätzlich auch für neue und bereits vorhandene klassische Kompensationsmaßnahmen genutzt werden (vgl. Kapitel 4.2.7) und zur Entlastung der öffentlichen Hand beitragen können.

Die Kommunen mit ihren vielfältigen Aufgaben im Bereich der Daseinsvorsorge können durch die Übertragung der erzielten Ergebnisse Flächenkonkurrenzen vor Ort mindern, ökologische Maßnahmen diversifizieren und die Agrarstruktur erhalten bzw. stärken und damit auch zur Erreichung übergeordneter Ziele auf Landes- oder Bundesebene beitragen. Darüber hinaus können sie weitere Synergien durch die Verknüpfung von Kompensationsmaßnahmen mit anderen kommunalen Aufgaben und den Zielen der Akteure in der Kulturlandschaft realisieren. Beispielhaft sei hier die Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen mit Agrarholz in Wasserschutzgebieten genannt, wie sie im Projekt durch den Landschaftspflegeverband Freising 2012 realisiert wurde (siehe Kapitel 4.1.2).

Abgesehen von den Modellstandorten und der Erweiterung der Praxisflächen dort gab es im Laufe der Phase III von ELKE zahlreiche Anfragen verschiedener Institutionen und Regionen zu einer möglichen Anwendung und Übertragung des Projektansatzes und der Ergebnisse auf weitere Standorte. Konkret wurden bereits im Projektverlauf vertiefende Gespräche zur Umsetzung des ELKE-Konzeptes mit interessierten Trägern und Regionen an folgenden Standorten geführt:

- Bundesautobahn 39 (Niedersachsen): Gespräche mit der Niedersächsischen Erzeugergemeinschaft für nachwachsende Rohstoffe (EZG) und der Niedersächsischen Straßenbauverwaltung (Lüneburg) zu einem konkreten Ansatz im Rahmen der Kompensationserfordernisse im Planabschnitt 5 (seit 12/2009).
- Ampertal, Landkreis Freising (Bayern): Gespräche zur Verbindung der Arbeiten im Projekt „Mehrwert Ampertal“ unter der Trägerschaft des Landschaftspflegeverbandes Freising und neun beteiligten Gemeinden im Ampertal (Umsetzung ILEK) zur Erfüllung laufender

Ausgleichsanforderungen der beteiligten Gemeinden über den ELKE-Ansatz. Aktuell wird für das Projekt in Bayern eine Startfinanzierung beantragt.

- Tagebau Hambach, Köln-Aachener Bucht (NRW): Gespräche mit der RWE AG zur modellhaften Erprobung des ELKE-Ansatzes im Rahmen der erforderlichen rund 700 ha Ausgleichsmaßnahmen für gezielte Artenschutzmaßnahmen im Rahmen der Umsetzung von Ausgleichsverpflichtungen aus einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP).
- Bioenergie-Region Hohenlohe-Odenwald-Tauber (Baden-Württemberg): Gespräche mit der Leitung der Bioenergie-Region zur Verknüpfung vorhandener Aktivitäten zur Entwicklung einer Null-Emissions-Region mit dem ELKE-Ansatz.
- Stadt Vreden (NRW): Gespräche zur Umsetzung des ELKE-Ansatzes auf Initiative des Hegerings und Gründung des Vereins „Kulturland Vreden“ durch rund 50 aktive Landwirte (z.T. mit Biogasanlagen), Jäger, Naturschützer, Imker, Fachleute der öffentlichen Hand und Politikvertreter.
- Landkreis Donau-Ries (Bayern): Gespräche mit dem Bayrischen Bauernverband zur Umsetzung von Kompensationsleistungen mit Produktionsfunktion.
- Bioenergie-Region Achental, Landkreis Traunstein (Bayern): Aufbau von Agrarholzkulturen als Mehrnutzungskonzept im Achental, Verbindung von Bioenergie, Naturschutz, Agrarstruktur und Erosionsschutz.

Im Falle des Planungsverfahrens für den Bau der Bundesautobahn 39 wurde bereits eine konkrete Kooperation vereinbart. Hierzu laufen aktuell Voruntersuchungen, die einen potenziell geeigneten Raum durch die in ELKE angewandte Biotopkartierung erfasst. Auf dieser Grundlage werden dann gemeinsam mit der Niedersächsischen Erzeugergemeinschaft für nachwachsende Rohstoffe, der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Gifhorn und dem Planungsträger Niedersächsische Straßenbauverwaltung geeignete aufwertungsfähige Standorte ausgewählt und nachfolgend die verschiedenen Kulturanforderungen für Kompensationsleistungen festgelegt.

Nicht zuletzt wurden Erkenntnisse für eine dezentrale Verwertung der erzeugten Rohstoffe durch ein angewandtes regionales Stoffstrommanagement gewonnen. Kommunen können bei einer konsequenten Umsetzung von Landnutzungsstrategien (siehe Kapitel 2.4.3) mittel- bis langfristig Teile ihres Rohstoffbedarfs z.B. für die Wärmeversorgung eigener Liegenschaften durch die Umsetzung von Mehrnutzungskonzepten (Kapitel 2.4.2) auf gemeindeeigenen Flächen decken.

5.3.2 Landwirtschaft

Die Landwirtschaft kann durch die Verwertung der Projektergebnisse profitieren, da produktive Kompensationsmaßnahmen zum Erhalt landwirtschaftlicher Nutzfläche beitragen. Pflanzenbaulich bieten die erprobten Anbausysteme Chancen für die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, die Minderung von Bodenerosion und eine gezielte Vermehrung von Nützlingen. Gelingt es, die Maßnahmen betrieblich und regional einzupassen, können neue Märkte und Betriebszweige erschlossen und die Aktivitäten der Betriebe diversifiziert werden. Die landwirtschaftlichen Betriebe

können sich bei der Umsetzung produktiver Kompensationsmaßnahmen von der Erbringung einzelner Lohnleistungen bis hin zum Anbieten von Komplettlösungen als verlässlicher Dienstleister im Naturschutz freiwillig und prospektiv etablieren und gleichzeitig die Betriebssicherheit erhöhen. Hinzu kommt ein möglicher Imagegewinn durch die nicht zuletzt ästhetische Aufwertung der Landschaft

Damit wird die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft durch die Erschließung neuer, zukunftssträchtiger Märkte (Bioenergie und andere Rohstoffbedarfe) bei gleichzeitig stärkerer regionaler Vernetzung und sozio-ökonomischer Einbindung unterstützt.

Die Landwirte erhalten Handlungswissen zur Umsetzung produktiver Kompensationsmaßnahmen. Konkret umfassen die Projektergebnisse Informationen und Werkzeuge zur pflanzenbaulichen und ökonomischen Beurteilung der erprobten Anbausysteme und deren Implementierung im landwirtschaftlichen Betrieb.

5.3.3 Natur- und Umweltschutz

Die Einrichtungen, die im angewandten Natur- und Umweltschutz regional tätig sind (z.B. Landschaftspflegeverbände, Naturschutzverbände, Biotopbetreuer, Biologische Stationen usw.), erhalten neue Werkzeuge für ihre Arbeit sowie Handlungswissen für die Erweiterung ihrer regionalen Kooperationsnetzwerke. Der integrative Ansatz von ELKE erschließt neue Handlungsfelder mit landwirtschaftlichen Betrieben bis hin zum aktiven Aufbau regionaler Vermarktungswege für z.B. Holzhackschnitzel. Diese Aktivitäten können auch unter dem Dach vorhandener Regionalmarken stattfinden. Dadurch können die Einrichtungen/Institutionen mehr in regionale Wirtschaftskreisläufe eingebunden werden und diese wirksam unterstützen. So wird eine Verbesserung der regionalen Wertschöpfung erreicht.

Zunehmend verbreitete Ansätze zur energetischen Nutzung von Biomasse aus dem Bestandsnaturschutz (Naturschutz durch Nutzung) können mit dem neuen Konzept Naturschutz durch Landbau gekoppelt und damit eine Bündelung vermarktungsfähiger Biomasse erreicht werden.

Besonders hervorzuheben sind die Werkzeuge zur Auswahl landwirtschaftlicher Kulturen, zur ökonomischen Bewertung von Kompensationsmaßnahmen und der notwendigen Qualitätssicherung. Das Zusammenwirken mit den Genehmigungsbehörden und Eingriffsverursachern kann so verbessert und die Funktion als regionaler Maßnahmenträger ausgebaut werden.

5.3.4 Bund

ELKE liefert Grundlegendaten für die differenzierte Bewertung extensiver landwirtschaftlicher Kulturen in Hinsicht auf die Biomasseproduktion und den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz. Mit diesem Wissen können direkt Hinweise zur Gestaltung und Evaluierung gesetzlicher Normen (BKompV, BNatSchG, BauGB) und von Grundlagen- bzw. Anreizprogrammen auf freiwilliger Basis (z.B. EEG, MAP, GAP) abgeleitet werden.

Die Erfahrungen aus den Modellprojekten zur Kulturlandschaftsentwicklung können in laufende Vorhaben des Bundes, wie z.B. Bioenergie-Regionen (BMELV) oder die Klimaschutzinitiative (BMU),

übertragen werden. So können diese Initiativen „mehr“ integrativen Naturschutz und abiotischen Ressourcenschutz effizient fördern.

6 Perspektiven Praxis & Coaching

Um den verfolgten ELKE-Ansatz nachhaltig in Praxis, Verwaltung und Politik zu verankern, bedarf es weiterer und neuer Arbeiten. Daher ist die Beantragung einer vierten Phase von ELKE geplant. Bei der Fortführung des Vorhabens wird es darum gehen,

- die begonnene Umsetzung und deren Monitoring fokussiert und effizient fortzusetzen und dort wo es sinnvoll ist neue Untersuchungsprogramme gezielt auf die Anforderungen einzelner Standorte zu implementieren,
- alle verfügbaren Ergebnisse aus verwandten Projekten kooperativ auszuwerten und im Diskurs mit den Experten aus Landwirtschaft, Naturschutz, Recht, Planung und Verwaltung in Handlungswissen zu überführen,
- den Praxistransfer insbesondere über die Beratung Dritter zu konkreten Maßnahmen, Finanzmodellen und Verfahren in Richtung eines Coaching-Konzeptes auszubauen und
- die politische Entscheidungsfindung, insbesondere in Gesetzgebungsverfahren wie der Bundeskompensationsverordnung, zu unterstützen.

Ziele von ELKE IV sind

- die effiziente Quantifizierung der ökologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit der aussichtstreichen Anbausysteme auszubauen und zu verifizieren,
- die Anerkennung aller aufgebauten Modellflächen als Kompensationsmaßnahmen,
- die effiziente Unterstützung weiterer, regional kofinanzierter Praxisstandorte,
- die Herstellung eines Praxisleitfadens Naturschutz durch Landbau, um Handlungswissen öffentlich für Interessierte bereit zu stellen,
- die Einbringung der Ergebnisse in Gesetzgebungsverfahren sowie fachliche Leitfäden (Handlungsanweisungen) zur Kompensation auf Bundes- und Länderebene und
- die erweiterte Beratung des BMELV zum Einsatz aussichtsreicher Kulturen aus ELKE im Greening und in der weiteren Ausgestaltung der zweiten Säule der GAP (z.B. Agrarumweltmaßnahmen, Kulturlandschaftsprogramme), zur Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG) und zu einer systemischen grünen Agrarinfrastruktur.

Um diese Ziele zu erreichen, müssen die initiierten Modellstandorte weiter begleitet werden. Für eine höhere Repräsentativität und Übertragbarkeit der Ergebnisse empfiehlt sich der Aufbau weiterer Praxisstandorte mit thematischen Schwerpunkten, wie z.B. WRRL (Freising/Bayern) und Infrastrukturgroßprojekten (A39/Niedersachsen), in weiteren Bundesländern in Deutschland. Diese Standorte können – ohne dass umfassende Untersuchungen wie an den Modellstandorten in Phase III durchgeführt werden – Antworten auf spezielle Fragen geben und als weitere Multiplikatoren dienen.

Das in Phase III begonnene Monitoring der Untersuchungsflächen an den Modellstandorten muss angepasst und weitergeführt werden. Dazu werden Untersuchungsichte und -tiefe z.T. präzisiert und

wo dies sinnvoll ist, durch zusätzliche Aspekte ergänzt. Das optimierte Begleitforschungsprogramm soll die in Phase III beobachteten Tendenzen sowie die konkreten Anforderungen aus Praxis und Verwaltung aufgreifen und mit dem Ziel der Anerkennung der Modellflächen wie auch des Ansatzes insgesamt in der Fachdiskussion der Experten effizient fortführen. Insbesondere die mittelfristige, erneute Untersuchung und Bewertung von Dauerkulturen – etwa der angelegten Agrarholzflächen nach einer ersten Beerntung – sowie der Reifung der initiierten neuen Lebensgemeinschaften stellen sinnvolle Untersuchungsansätze zur weiteren Fundierung der vorliegenden Erkenntnisse im Hinblick auf die ökologische und ökonomische Effizienz der erprobten Anbausysteme dar.

Parallel dazu werden alle bekannten thematisch verwandten Forschungsprojekte zu Nachwachsenden Rohstoffen und produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahmen zu ihren konkreten feldbiologischen Untersuchungen (Objekte, Methodik, Untersuchungstiefe) und Ergebnissen befragt, um daraus zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen und die Datendichte in Deutschland zu erhöhen. Zu diesem Zweck werden Workshops und vor Ort-Gespräche durchgeführt. Denn eine Zusammenführung relevanter wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu Nachwachsenden Rohstoffen und deren Auswirkung auf die Schutzgüter des Naturschutzes für Deutschland fehlt aktuell. Bestehende numerische/qualitative Einschätzungen sind ohne fundierte Feldergebnisse weder hilfreich noch sinnvoll.

Zentraler Fokus im ELKE-Projekt ist die Anerkennung der erprobten Landbausysteme als Kompensationsmaßnahmen. Hier soll ein konkreter Beitrag zum Aufbau einer grünen Infrastruktur aus Sicht der Agrarstruktur geleistet werden. Derartige Synergien müssen in Zukunft ausgebaut werden, damit mehr Nutzen auf derselben Fläche für alle Akteure und Gestalter unserer Kulturlandschaften realisiert werden kann.

7 Zusammenfassung

7.1 Deutsche Zusammenfassung

Das Bundesverbundforschungsprojekt ELKE widmet sich der Frage, ob und in welchem Kontext extensive Anbausysteme zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe zur Erbringung ökologischer Leistungen im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen eingesetzt werden können. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse aus drei Jahren Praxisforschung im Bundesverbundprojekt ELKE zusammen.

Arbeitsziel der Phase III im ELKE-Projekt war die erstmalige und beispielhafte Erprobung von produktiven Kompensationsmaßnahmen mit nachwachsenden Rohstoffen im Praxismaßstab und der Nachweis ihrer ökologischen und ökonomischen Tragfähigkeit. An den Standorten wurden hierzu insgesamt über 100 ha Modellflächen umgesetzt, wodurch die Erarbeitung umfassender Grundlagen und belastbarer Ergebnisse zu ökologischen Leistungen im Raumverbund möglich wurde. Dieser Umfang sowohl an Praxisflächen, an Kulturen und Anbausystemen als auch in den Untersuchungen ist einzigartig in Deutschland. Die hier vorgestellten ersten Ergebnisse belegen klare und in Bezug zur Eingriffsregelung sichtbare Tendenzen, die eine Aufwertung konventioneller Äcker mit extensiven Anbausystemen zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe nachweisen.

Dabei hat sich aber auch gezeigt, dass ökologische Effekte der erprobten, veränderten Landnutzung nie eindimensional „positiv“ oder „negativ“ bewertet werden können. Sind durch eine Einzelmaßnahme oder Kultur positive Effekte auf eine Art, Artengruppe, Lebensraumfunktion oder abiotische Leistung erzielbar, so gibt es in der Regel stets auch negative Effekte auf andere Aspekte. Dieser Umstand spiegelt sich auch in der Vielfalt unserer Landschaften wider. Beispielsweise steht die an einer Stelle gewünschte Förderung von Vogelarten, die auf Offenland angewiesen sind, unter Umständen einem verbesserten Biotopverbund für andere Arten durch die Anlage von Gehölzstrukturen in der freien Landschaft entgegen.

Anhand der Ergebnisse wird deutlich, dass die erprobten extensiven Anbausysteme eine Vielzahl unterschiedlicher Leistungen abbilden können. Werden diese Kulturen und ihre Leistungen gezielt auf die ökologischen Anforderungen bei der Kompensation abgestimmt, bietet der ELKE-Ansatz also Lösungen für eine Vielzahl unterschiedlicher Eingriffe. Kombiniert man eine große Vielfalt an Kulturen, ergeben sich entsprechende zusätzliche positive Effekte.

Die Analyse der rechtlichen Grundlagen, die in Teilen bereits erfolgte Anerkennung der ELKE-Flächen durch die Fachbehörden an den Standorten sowie die laufenden Diskussionen mit den übergeordneten Behörden zur Einbringung des Ansatzes in die Gesetzgebungsverfahren auf Bundes- und Länderebene (BKomV über BMELV) zeigen, dass das Projekt über die Praxisstandorte hinaus Grundlagen für die künftige sinnvolle Umsetzung in der Fläche in Deutschland schafft.

Im Zuge der Phase III wurden neue Erkenntnisse zu verschiedensten Agrargehölzen und Biogasmengungen gewonnen und die in Phase II entwickelten Werkzeuge, unter anderem zur

Anbauplanung, ökonomischen Bewertung und zur Zertifizierung produktiver Kompensationsmaßnahmen, für die breite Umsetzung des ELKE-Ansatzes in der kommunalen Praxis erprobt und weiterentwickelt. Durch die Modellstandorte wurden zunächst Dauerbeobachtungsflächen geschaffen, die eine Beurteilung der langfristigen Entwicklung ermöglichen. Die laufenden ökologischen Forschungsarbeiten seit 2010 haben Grundlagen für eine erste ökologische Bewertung der Anbausysteme geschaffen, die essentiell für die Anerkennung der Flächen durch die Behörden vor Ort sowie des Ansatzes insgesamt durch die übergeordneten Ministerien und den Gesetzgeber ist. Die gewonnenen Daten und Erkenntnisse müssen in Zukunft gezielt ausgebaut und erweitert werden, um die bisher erreichte Akzeptanz in der Praxis auszubauen.

Im Zuge des fachlichen Diskurses in ELKE wurde ein weitgehender Konsens in der Praxis erreicht: Extensive Anbausysteme zur Produktion nachwachsender Rohstoffe in landwirtschaftlichen Betrieben sind als Kompensationsmaßnahmen geeignet. Aktuell stehen die Fragen nach der Wertigkeit und Sicherung der Maßnahmen im Vordergrund, damit eine breite Einführung in die Praxis gelingt. Insbesondere die Genehmigungsbehörden verlangen zu Recht detaillierte Untersuchungen und Ergebnisse, die es ermöglichen, diese „neue“ Praxis im Vergleich zum herkömmlichen Vorgehen bewerten und mit einem belastbaren Status versehen zu können.

Naturschutz durch Landbau verbindet über regionale Kooperationen und effizientes Wirtschaften die Schlüsselpartner aus Naturschutz, Kommunen, Land- und Forstwirtschaft. Im Ergebnis werden hierdurch Chancen für mehr integrativen Naturschutz durch dezentrale Bioenergiesysteme erarbeitet – die dynamische Kulturlandschaftsentwicklung kann aktiv mit extensiven Landbausystemen weiter entwickelt werden. Dieser Gestaltungsansatz erweitert in Teilen den konservierenden Bewahrungsansatz des Naturschutzes, der i.d.R. nach dem Gefährdungsgrad in den Roten Listen oder der FFH-Richtlinie ausgerichtet wird, denn außerhalb von Schutzgebieten kann nur ein flächenbezogener kooperativer Ansatz die biologische Vielfalt erhalten oder sogar steigern und so auch dafür Sorge tragen, dass eine Gefährdung vieler noch verbreiteter Arten vermieden wird. Die Liste der Beispiele von der „Allerweltsart“ zur „Zielart“ ist lang.

In Zukunft werden diese regional verankerten, klugen Konzepte sowohl die grüne (Ressourcen) als auch die kulturelle (Bewusstsein) Grenze unseres aktuellen Handelns verschieben müssen. Naturschutz durch Landbau kann als ein integratives, grenzüberschreitendes Konzept des Naturschutzes und Landbaus mehr Nutzen auf derselben Fläche etablieren.

7.2 English Abstract

The joint research project ELKE attends to the question, in how far extensive cropping systems³² for the production of renewable resources can provide certain ecological benefits. On the practical level the project focusses on the applicability of these systems as compensation measures³³. This report summarizes the results of three years of practical research within the ELKE project.

Aim of the project was to develop these new land-use concepts on a practical scale in order to prove their suitability as compensation measures. As a basis for the research activities pilot projects in four German regions with an overall coverage of more than 100 hectares were built up. These project sites were used for an intensive research on their ecological and agronomic performance. The implementation of a broad research program covering the agronomic and economic performance, vegetation and flora, special botanics, arthropods, avifauna, the regulatory framework and aspects of a regional material flow management provided first-time reliable results regarding ecological effects on landscape level.

The presented first results clearly show an improvement of ecological functions of formerly conventionally farmed arable land through the implementation of extensive cropping-systems. The observed benefits qualify the tested cropping systems as compensation measures for certain interventions.

On the other hand it has become obvious that ecological effects of a change in land-use never can be considered simply "positive" or "negative". Positive effects for one species, biocenosis or abiotic factor often come along with negative effects on other aspects. In this context the importance of landscape-diversity becomes obvious. For instance the support of certain bird species may be negatively correlated with the improvement of the habitat connectivity for other species through agroforestry systems.

Thus the results show that the various tested crops provide different ecological benefits. For an implementation as compensation measures these crops and benefits should be adapted to the requirements of each specific situation. Through combination of a huge variety of crops, additional positive synergies can be realized.

The analysis of legal aspects showed that the ELKE approach is already feasible within the given legal framework. The ELKE pilot projects partially already have been acknowledged as compensation measures by the regional authorities. The ongoing discussion with the federal ministries of agriculture and environment regarding the integration of the ELKE approach in actual legislative procedures (Bundeskompensationsverordnung) show the importance of the project. The experiences from the regional level of the pilot projects provide sufficient know how for a broad implementation of the ELKE approach for entire Germany.

³² "Extensive" in this particular case means "low-input" crops that provide substantial yields with low or even without fertilizer and pesticide application. The research in ELKE focused on fast-growing tree species in short rotation coppice or agroforestry systems as well as mixed cropping systems for biogas production.

³³ According to certain regulations in the German environmental legislation (Bundesnaturschutzgesetz), interventions in nature and landscape, e.g. through construction activities have to be compensated through ecological improvement of nearby plots.

Within phase III of ELKE new knowledge regarding short rotation coppice, biogas-crops and agroforestry was generated. Tools for the planning, economic evaluation and certification of “productive” compensations measures were tested and improved. The established pilot projects can be used as monitoring sites to assess the long-term effects. The initiated research should be continued in order to consolidate the present results and to improve the acceptance of these new strategies in nature protection.

Regarding the suitability of extensive cropping systems as compensation measures there is a broad agreement amongst experts. Yet the ecological significance and administrative details have to be discussed further as they are crucial for the broad implementation. Especially the approving authorities need detailed data and results for a qualified validation of this new approach.

Farmers, municipalities and environmentalists are key partners for regional cooperation and an improved efficient land-use. Through the implementation of multiple land-use concepts that combine environmental benefits with productivity new options for an integrative environmental protection can be generated. The market-driven dynamic development of our cultural landscapes can be strategically influenced by integrated land-use strategies. For nature conservation more options beyond protected areas become accessible.

8 Quellen

8.1 Quellen zu den Kapiteln 1, 2, 3, 4.1.5, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6, 4.2.7, 4.4, 5, 6 und 7

- Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (2012): Datenabruf am 05.12.2012.
- Bick H. (1989): Ökologie. Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme, angewandte Aspekte. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. 327 S.
- Boelcke B. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Hrsg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin. 44 S.
- Böhmer J., Wagener F. (2012): Nutzen von Agroforstsystemen für den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz in der Kulturlandschaft – Bundesverbundforschung ELKE. In: M. Moog (Hrsg.): Forstwissenschaftliche Tagung Wald – Umwelt – Energie. Tagungsband zur 12. Forstwissenschaftlichen Tagung. Frankfurt am Main: Sauerländer's, 191.
- Boring L. R., Swank W. T. (1984): Symbiotic nitrogen fixation in regenerating black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands. In: Forest Science 30 (2), 528-537.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN Hrsg., 2010): Bioenergie und Naturschutz. Synergien fördern, Risiken vermeiden. Bonn. 31 S.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN Hrsg., 2012): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt. Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN. Leipzig. 19 S.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN), Bundesamt für Bau-, Stadt und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR Hrsg., 2011): Kulturlandschaften gestalten! Zum zukünftigen Umgang mit Transformationsprozessen in der Raum- und Landschaftsplanung. Bonn. 56 S.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV Hrsg., 2011): Waldstrategie 2020. Nachhaltige Waldbewirtschaftung – eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung. Bonn. 36 S.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR Hrsg., 2006): Future Landscapes – Perspektiven der Kulturlandschaft. Bonn, Berlin. 119 S.
- Bundesverband Beruflicher Naturschutz e.V. (BBN Hrsg., 2013): Neue Energien – Neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende. Reihe Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege, Band 59. Bonn. 144 S.
- Burger F. (2004): Technologie und Ökonomie des Anbaus und der Ernte von Feldholz. In: Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (Hrsg.): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Potenzial, Anbau, Technologie, Ökologie und Ökonomie. Reihe Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 35. Potsdam-Bornim, S. 61-73.
- Burgess P. J., Incoll L. D., Corry D. T., Beaton A., Hart B. J. (2004): Poplar (*Populus spp*) growth and crop yields in a silvoarable experiment at three lowland sites in England. In: Agroforestry Systems 63 (2), 157-169.
- Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. (CARMEN, 2013): Preisindex für KUP-Hackschnitzel. Online-Daten.
- Czybulka D., Hampicke U., Litterski B. (Hrsg., 2012): Produktionsintegrierte Kompensation. Rechtliche Möglichkeiten, Akzeptanz, Effizienz und naturschutzgerechte Nutzung. Reihe Initiativen zum Umweltschutz, Band 86. Berlin: Erich Schmidt Verlag. 281 S.
- Czybulka D., Hampicke U., Litterski B., Schäfer A., Wagner A. (2009): Integration von Kompensationsmaßnahmen in die landwirtschaftlichen Produktion. Vorschläge für die Praxis

- integrierter Maßnahmen am Beispiel der Segetalflora. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 41 (8), 245-256.
- Degenbeck M. (2011): Energie aus Wildpflanzen. Vortrag im Rahmen des 3. Symposium Energiepflanzen am 02./03. November in Berlin von FNR und BMELV.
- Deiglmayr K., Heimler F., Fritz M. (2011): Wickroggen zur Biogasnutzung. Poster im Rahmen des 3. Symposium Energiepflanzen am 02./03. November in Berlin von FNR und BMELV.
- European Environment Agency (EEA Hrsg., 2010): EU 2010 Biodiversity Baseline. EEA Technical Report No 12/2010. Copenhagen. 121 S.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg., 2010): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Gülzow. 116 S.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg., 2012): Grafik Anbaufläche für Nachwachsende Rohstoffe 2012.
- Flade M., Plachter H., Henne E., Anders K. (Hrsg., 2003): Naturschutz in der Agrarlandschaft. Ergebnisse des Schorfheide-Chorin-Projektes. Wiebelsheim: Quelle & Meyer. 418 S.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (2012): KUP-Ernteplaner. Version 1.0, Stand 01.05.2012.
- Glemnitz M., Platen R., Krechel R., Konrad J., Wagener F. (2013): Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? In: Aspects of Applied Biology 118, 153-161.
- Götze U. (2008): Investitionsrechnung. Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. 520 S.
- Haber W. (1972): Grundzüge einer ökologischen Theorie der Landnutzungsplanung. In: Innere Kolonisation 21 (11), 294-298.
- Haber W. (2003): Biodiversität – ein neues Leitbild und seine Umsetzung in die Praxis. Vortragsveranstaltung am 30. Oktober 2002 im Blockhaus, Dresden. Hrsg. Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt Akademie. Dresden. 56 S.
- Haber W. (2009): Biologische Vielfalt zwischen Mythos und Wirklichkeit. In: Denkanstöße 7, 16-35.
- Haber W. (2010): Die unbequemen Wahrheiten der Ökologie. Eine Nachhaltigkeitsperspektive für das 21. Jahrhundert. Carl-von-Carlowitz-Reihe, Band 1. München: Oekom. 69 S.
- Haber W. (2013): Landwirtschaft. In: W. Konold, R. Böcker, U. Hampicke (Hrsg.): Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. Kompendium zu Schutz und Entwicklung von Lebensräumen und Landschaften. Loseblatt-Ausgabe, 25. und 27. Ergänzungs-Lieferung. Weinheim: Wiley-VCH. 153 S.
- Hampicke U., Schäfer A. (2012): Ökonomische Aspekte produktionsintegrierter Kompensation. In: D. Czybulka, U. Hampicke, B. Litterski (Hrsg., 2012): Produktionsintegrierte Kompensation. Rechtliche Möglichkeiten, Akzeptanz, Effizienz und naturschutzgerechte Nutzung. Reihe Initiativen zum Umweltschutz, Band 86. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 73-112
- Hofmann-Schielle C., Jug A., Makeschin F., Rehfuess K. E. (1999): Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. In: Forest Ecology and Management 121 (1-2), 41-55.
- Jansen U. im Auftrag des LANA-Ausschuss Eingriffsregelung und Landschaftsplanung (2011): E-Mail vom 02.12.2011.
- Jedicke E. (1994): Biotopverbund. Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. Stuttgart: Ulmer. 287 S.
- Jennemann L., Peters W., Rosenthal S., Schöne F., Bellebaum J., Engelbach G., Glaser T., Hötker H., Rasran L (2012): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. Praktische Umsetzung von Maßnahmen bei der Neuanlage und Bewirtschaftung von Energieholzflächen (Voruntersuchung). Hrsg. NABU-Bundesverband und Bosch & Partner GmbH. Berlin. 31 S.
- Jessel B. (2013): Nach Fluten umsiedeln darf kein Tabu sein. Interview in „Die Welt“ vom 11.07.2013. [<http://www.welt.de/politik/article117919192/Nach-Fluten-umsiedeln-darf-kein-Tabu-sein.html>].

- Jorissen T. (2013): Bewertung von Agroforstsystemen (AFS) – ökonomische und ökologische Bilanzierung zur Berechnung der CO₂-Vermeidungskosten. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agraholz-Kongress 2013 am 19./20. Februar 2013 in Berlin. Schriftenreihe Gülzower Fachgespräche, Band 43. Gülzow, 358-368.
- Koch H.-J. (2004): Naturschutz und Landschaftspflege in der Reform der bundesstaatlichen Ordnung. Rechtsgutachten im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Hrsg. Bundesamt für Naturschutz, Skript 109. Bonn. 36 S.
- Kowalchuk T. E., de Jong E. (1995): Shelterbelts and their effect on crop yield. In: Canadian Journal of Soil Science 75 (4), 543-550.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2006a): Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 672 S.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2006b): Energiepflanzen. Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 372 S.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2006c): Landschaftspflege 2005. Daten zur Kalkulation von Arbeitszeit und Maschinenkosten. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 102 S.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2008): Produktion von Pappeln und Weiden auf landwirtschaftlichen Flächen. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 44 S.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2012): Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/2013. Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 824 S.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2013): Leistungs-Kostenrechnung Pflanzenbau. Online-Daten.
- Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANA Hrsg., 1996a): Methodik der Eingriffsregelung. Teil II: Analyse. LANA-Schriftenreihe, Band 5. Stuttgart. 113 S.
- Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANA Hrsg., 1996b): Methodik der Eingriffsregelung. Teil III: Vorschläge zur bundeseinheitlichen Anwendung. LANA-Schriftenreihe Band 6. Stuttgart. 148 S.
- Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG Hrsg. 2005): Ökoeffizienzprüfung in der Eingriffsregelung in Rheinland-Pfalz. Oppenheim. 20 S.
- Landesarbeitskreis überbetriebliche Maschinenverwendung e.V. (Hrsg., 2010): Verrechnungssätze für überbetriebliche Maschinenarbeit in Hessen. Alsfeld. 52 S.
- Landesverband der Maschinenringe RLP/Saar e.V. (2012): Verrechnungssätze für Rheinland-Pfalz und Saarland.
- Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung der TU Dresden (2013): Dresdener Planergespräche. Reparieren, Steuern, Gestalten? Eingriffsregelung in der Energiewende. Tagungsbericht wissenschaftliche Arbeitstagung am 22. Juni 2012. Hrsg. Romy Hanke. Dresden. 139 S.
- Leuschner C., Schipka F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Abschlussberichte eines F+E-Vorhabens zur Erstellung einer Literaturstudie (FKZ: 80383010) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Hrsg. Bundesamt für Naturschutz, Skript 115. Bonn. 35 S.
- Lorenz A. (2004): Initiierung einer naturnahen Waldentwicklung über Birken- und Birken-Kiefernsaaten. In: S. Tischew (Hrsg.): Renaturierung nach dem Braunkohleabbau. Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden: Teubner Verlag, 263-272.
- Maidl F. X. (2012): Ertragsschätzung beim Weizen anhand von Reflexionsmessungen. Unveröffentlichte Daten.
- Maschinen- und Betriebshilfsring Freising e.V. (2012): Verrechnungssätze ab 2012.
- Maschinenring Artland e.V. (2011): Verrechnungssätze.

- Michler H.-P., Hermann B., Neisius C., Stauffer S., Thommes S., Weyland A., Zorn J. (2007): Rechtliche Stellungnahme zu den Möglichkeiten der Etablierung extensiver Landnutzungsstrategien als Eingriffskompensation. Erstattet im Auftrag des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) der FH Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Birkenfeld. 191 S.
- Michler H.-P., Möller F. (2011): Änderungen der Eingriffsregelung durch das BNatSchG 2010. In: Natur und Recht 33 (2), 81-90.
- Möller F., Michler H.-P. (2011): Rechtliche Stellungnahme nach der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes von 2010. Birkenfeld. 96 S.
- Möndel A. (2007): Ertragsmessungen in Winterroggen – der Ertragseinfluss einer Windschutzanlage in der oberrheinischen Tiefebene. Universität Freiburg, Fachbereich Landespflege. 7 S.
- Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg., 2004): Der Wald in Niedersachsen. Ergebnisse der Bundeswaldinventur II. Schriftenreihe Waldentwicklung in Niedersachsen, Heft 55. Hannover. 43 S.
- Niedersächsischer Städtetag (Hrsg., 2008): Arbeitshilfe zur Ermittlung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in der Bauleitplanung. Hannover.
- Nitsch J. (2009): Potenziale erneuerbarer Energien und die Rolle des Energieträgers Holz. In: Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 327, 91-102.
- Nitsch J., Pregger T., Scholz Y., Naegler T., Sterner M., Gerhardt N., von Oehsen A., Pape C., Saint-Drenan Y.-M., Wenzel B. (2010): Leitstudie 2010 – Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Stuttgart, Kassel, Teltow, Berlin. 201 S.
- Nitsch J., Wenzel B. (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Leitszenario 2009. Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin. 104 S.
- Ochsenbauer C. (2012): Quantifizierung der räumlichen Wachstumsvariabilität von Winterweizen in einem silvoarablen Agroforstsystem auf Grundlage von Spektralanalysen. Masterarbeit der Technischen Universität München. Freising-Weihenstephan, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt (WZW).
- Pretzschel M., Boehme G., Krause H. (1991): Einfluss von Windschutzpflanzungen auf den Ertrag landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. In: Feldwirtschaft 32 (5), 229-231.
- Reeg T., Bemann A., Konold W., Murach D., Spiecker H. (Hrsg., 2009): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: Wiley-VCH. 379 S.
- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (2010): Biodiversität erfolgreich gesichert. Die biologische Vielfalt der nordrhein-westfälischen Eifel konnte nicht nur bewahrt, sondern gesteigert werden. Pressemitteilung vom 10.03.2010. [<http://www3.uni-bonn.de/Pressemitteilungen/064-2010>].
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU Hrsg., 2007): Sondergutachten Klimaschutz durch Biomasse. Berlin: Erich Schmidt Verlag. 124 S.
- Samtgemeinde Spelle (2013): Zahlen und Daten zur Samtgemeinde Spelle. Abruf am 20.03.2013. [<http://www.spelle.de/index.php?&lan=de&me=262>].
- Spangenberg G., Hein S. (2011): Herbizidfreie Begründung von Kurzumtriebsflächen. In: Allgemeine Forst Zeitschrift für Wald und Forstwirtschaft 66 (10), 18-20.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg., 2009): Statistisches Jahrbuch 2009 für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden. 753 S.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg., 2010): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2010. Wiesbaden. 76 S.

- Statistisches Bundesamt (Hrsg., 2011): Statistisches Jahrbuch 2011 für die Bundesrepublik Deutschland mit „Internationalen Übersichten“. Wiesbaden. 747 S.
- Statistisches Bundesamt (Hrsg., 2013): Umweltökonomische Gesamtrechnungen. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatoren zu Umwelt und Ökonomie 2013. Wiesbaden. 30 S.
- Tabatabai M. A., Bremner J. M. (1991): Automated instruments for determination of total carbon, nitrogen, and sulfur in soils by combustion techniques. In: K. A. Smith (Hrsg.): Soil analysis. Modern instrumental techniques. New York: Marcel Dekker, S. 261-286.
- TEC5 – Technology for Spectroscopy (2012): HandySpec Field. Bedienungsanleitung.
- Toews T. (2009): Wald – Flächennutzungsansprüche durch die Landwirtschaft. In: Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 327, 123-130.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e.V. (VDLUFA, 1991): Methodenbuch I – Die Untersuchung von Böden, inkl. 2. bis 5. Teillieferungen 1997, 2002, 2004, 2007. Speyer. 1470 S.
- Vetter A., Bärwolff M. (2010): Verbundprojekt AgroForstEnergie – Mischkulturen mit Energieholz. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agrarholz 2010 – Symposium am 18./19. Mai 2010 in Berlin. Tagungsband. Berlin. 13 S.
- Wagener F. (2010a): Agroforstsysteme als Baustein einer neuen Naturschutzstrategie. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agrarholz 2010 – Symposium am 18./19. Mai 2010 in Berlin. Tagungsband. Berlin. 7 S.
- Wagener F. (2010b): Nachwachsende Rohstoffe als Chance für den ländlichen Raum – Bundesverbundprojekt ELKE. In: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS Hrsg.): 10. Biomasse-Tagung: Vielfalt in der Biomassenutzung am 04./05. November 2010 in Neubrücke (Nahe). Tagungsband. Neubrücke (Nahe), 82-89.
- Wagener F. (2011a): Reststoffe aus der Landschaft nachhaltig managen – dezentrale Systeme ausbauen. In: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH (DBFZ Hrsg.): Dokumentation Konferenz „Energetische Nutzung von Landschaftspflegematerial“ am 01./02. März 2011 in Berlin. Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms „Energetische Biomassenutzung“, Band 1. Berlin. 9 S.
- Wagener F. (2011b): Nachwachsende Rohstoffe als Bestandteil innovativer Natur- und Gewässerschutzkonzepte. In: DWA Landesverband Nord (Hrsg.): Wirkung und Folgen der Nutzung von Biomasse zur Biogasgewinnung auf Böden und Gewässer am 12./13. Oktober 2011 in Suderburg. Seminarband. Suderburg. 8 S.
- Wagener F. (2013a): Perspektive Stoffstrommanagement auf Chancen und Grenzen von Agrarholz als Kompensationsmaßnahme. In: Lerh- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung der TU Dresden (Hrsg.): Dresdener Planergespräche. Reparieren, Steuern, Gestalten? Eingriffsregelung in der Energiewende. Tagungsbericht wissenschaftliche Arbeitstagung am 22. Juni 2012. Hrsg. Romy Hanke. Dresden, 75-90.
- Wagener F. (2013b): Kultur für unsere Landschaften – Kombination von Biomasse und Gewässerschutz. In: Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen 85, 29-38.
- Wagener F. (2013c): ELKE – Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agrarholz-Kongress 2013 am 19./20. Februar 2013 in Berlin. Schriftenreihe Gülzower Fachgespräche, Band 43. Gülzow, 91-105.
- Wagener F. (2013d): Bioenergie als Chance nutzen – mehr Naturschutz durch dezentrale Landnutzungsstrategien entwickeln (Bundesverbundprojekt ELKE). In: Bundesverband Beruflicher Naturschutz e.V. (Hrsg.): Neue Energien – Neue Herausforderungen: Naturschutz in Zeiten der Energiewende. Reihe Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege, Band 59. Bonn, 48-61.
- Wagener F., Heck P., Böhmer J., Köhler R., Güntner S., Hildebrand J. G., Michler H.-P., Müller M., Schaubt M., Sutterer N., Vomhof C., Wartenphul M. (2010b): Endbericht Phase II – Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung (ELKE). Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

- über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Förderkennzeichen 22010808, Umwelt-Campus Birkenfeld. 70 S.
- Wagener F., Böhmer J. (2009): Die Landwirtschaft im kommunalen Energie- und Stoffstrommanagement. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg.): Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. KTBL-Tagung vom 4.-5. Mai 2009 in Osnabrück. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 176-188.
- Wagener F., Böhmer J. (2011): Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – erste Tendenzen im ELKE-Projekt. In: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS Hrsg.): 11. Biomasse-Tagung: Zusammenwirken – Bioenergie gemeinsam ausbauen am 10./11. November 2011 in Neubrücke (Nahe). Tagungsband. Neubrücke (Nahe), 85-91.
- Wagener F., Böhmer J. (2012): Naturschutz und Landbau – Regionale Wertschöpfung durch nachhaltige Bioenergiegemeinden im UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. In: Bundesamt für Naturschutz (BfN Hrsg.): Biosphärenreservate als Modellregionen für Klimaschutz und Klimaanpassung. Dokumentation des Workshops 28.09 – 29.09.2010, Blumberger Mühle, Angermünde. Schriftenreihe BfN-Skripten 316. Bonn, 71-86.
- Wagener F., Böhmer J. (2013 i.V.): Anbau nachwachsender Rohstoffe als Kompensation in der Eingriffsregelung – Bundesverbundprojekt ELKE. Vortrag im Rahmen der Tagung Landnutzungssysteme und pflanzliche Biodiversität vom 12.-15. Mai 2011 in Jena von der Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2013): Hinweise aus ELKE zum Entwurf der BKompV. Birkenfeld. 31 S.
- Wagener F., Heck P., Böhmer J. (2010a): Vielfalt in der Landschaft – extensive Anbausysteme mit Nachwachsenden Rohstoffen als Option für den Naturschutz? (ELKE). In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): 2. Symposium Energiepflanzen 2009. Schriftenreihe Gülzower Fachgespräche, Band 34. Gülzow, 221-232.
- Wagener F., Heck P., Böhmer J., Cornelius R., Gebhard R. M., Scherwaß R., Krechel R., Michler H.-P. (2008): Endbericht Vorbereitende Studie (Phase I) – Analyse der Möglichkeiten zur Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung – kurz ELKE. Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Förderkennzeichen 22013905, Umwelt-Campus Birkenfeld. 199 S.
- Wagner P., Schweinle J., Setzer F., Kröber M., Dawid M. (2012): DLG-Standard zur Kalkulation einer Kurzumtriebsplantage. DLG-Merkblatt 372. Hrsg. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. 26 S.
- Wangert S. (2012): Erstellung einer CO₂-Bilanz konventioneller und potentiell für den Naturschutz aufgewerteter Agrarholzkulturen. Unveröffentlichte Bachelorarbeit der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. 87 S.
- Weber H. E. (2003): Gebüsch, Hecken, Krautsäume. Hohenheim: Eugen Ulmer Verlag. 229 S.
- Willms M., Glemnitz M., Hufnagel J. (2009): Schlussbericht zu Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus. FNR - Projekt: Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands (EVA).
- Winterling A., Wiesinger K., Borchert H. und Huber T. (2012): Ein Agroforstsystem für den Ökolandbau – Ergebnisse aus Anbauversuchen in Bayern. In: M. Moog (Hrsg.): Forstwissenschaftliche Tagung Wald – Umwelt – Energie. Tagungsband zur 12. Forstwissenschaftlichen Tagung. Frankfurt am Main: Sauerländer's, 193.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU, 2009): Welt im Wandel. Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Gutachten. Berlin. 388 S.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU, 2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation. Gutachten. Berlin. 420 S.

- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU, 2012): Pioniere, bitte übernehmen! Presseerklärung Rio de Janeiro/Berlin. 3 S.
[http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/presse/presseerklarungen/downloads/wbgu_presse_01_12d.pdf]
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV (WBA, 2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Gutachten. Berlin. 242 S.
- Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV (WBA, 2010): EU-Agrarpolitik nach 2013 – Plädoyer für eine neue Politik für Ernährung, Landwirtschaft und ländliche Räume. Gutachten. Berlin. 36 S.

8.2 Quellen zu Kapitel 4.3.1 „Basismessprogramm Boden“

- Blume H.-P., Scheffer F., Schachtschabel P., Brümmer G. W., Schwertmann U., Horn R., Kögel-Knabner I., Stahr K., Auerswald K., Beyer L., Hartmann A., Litz N., Scheinost A., Stanjek H., Welp G., Wilke B.-M. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 593 S.
- Borzęcka-Walker M., Faber A., Borek R. (2008): Evaluation of carbon sequestration in energetic crops (*Miscanthus* and coppice willow). In: International Agrophysics 22 (3), 185-190.
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR, 2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, Ad-hoc-AG Boden. Hannover: Schweizerbart. 438 S.
- DIN ISO 10694 (1996): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse). Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag.
- DIN ISO11272 (2001): Soil quality – determination of dry bulk density. Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN ISO11277 (2002) Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Mineralböden (Verfahren mittels Siebung und Sedimentation). Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN ISO13878 (1998): Soil quality – determination of total nitrogen content by dry combustion (“elemental analysis”). Berlin: Beuth-Verlag.
- DIN ISO19746 (2005): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von mineralischem Stickstoff (Nitrat und Ammonium) in Bodenprofilen (Nmin-Laborverfahren). Berlin: Beuth-Verlag.
- Dondini M., Hastings A., Saiz G., Jones M. B., Smith P. (2009): The potential of *Miscanthus* to sequester carbon in soils: comparing field measurements in Carlow, Ireland to model predictions. In: Global Change Biology Bioenergy 1 (6), 413-425.
- Kahle P., Beuch S., Boelcke B., Leinweber P., Schulten H.-R. (2001): Cropping of *Miscanthus* in central Europe: biomass production and influence on nutrients and soil organic matter. In: European Journal of Agronomy 15 (3), 171-184.
- Kahle P., Boelcke B., Zacharias S. (1999): Auswirkungen des Anbaus von *Miscanthus x giganteus* auf chemische und physikalische Bodeneigenschaften. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 162 (1), 27-32.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL Hrsg., 2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. 1095 S.
- Neukirchen D., Himken M., Lammel J., Czypionka-Krause U., Olf H.-W (1999): Spatial and temporal distribution of the root system and root nutrient content of an established *Miscanthus* crop. In: European Journal of Agronomy 11 (3-4), 301-309.
- Pude R. (2013): *Miscanthus* Kurzinfo. Abruf am 18.02.2013. [<http://www.miscanthus.de/kurzinfo.html>].
- Schramel P., Xu L., Knapp G., Michaelis M. (1993): Multi-elemental analysis in biological samples by on-line preconcentration on 8-hydroxyquinoline-cellulose microcolumn coupled to simultaneous ICP-AES. In: Fresenius' Journal of Analytical Chemistry 345 (8-9), 600-606.

- van den Burg, J. (1985): Foliar analysis for determination of tree nutrition saturation. A compilation of literature data No. 1. Wageningen: Institute for Forestry and Urban Ecology De Dorschkamp. 615 S.
- Vejre H., Hoppe C. (1998). Distribution of Ca, K, Mg, and P in acid forest soils in plantations of *Picea abies*-evidence of the base-pump effect. In: Scandinavian Journal of Forest Research, 13 (1-4), 265-273.

8.3 Quellen zu Kapitel 4.3.2 „Kohlenstoffspeicherung, Nährstoff- und Wasserverfügbarkeit“

- Balásus A., Scholz V., Pecenka R., Kaulfuß P., Schleusener M., Kern J. (2012): Ertragseinfluss und Umweltwirkungen von Stickstoffdüngern in Weiden- und Pappel-KUP am Standort Potsdam-Bornim. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (Hrsg.): Züchtung und Ertragsleistung schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. Schriftenreihe Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 8. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, S. 343-344.
- Batjes N. H. (1996): Total carbon and nitrogen in the soils of the world. In: European Journal of Soil Science 47 (2), 151-163.
- Baum C., Stetter U., Makeschin, F. (2002): Growth response of *Populus trichocarpa* to inoculation by the ectomycorrhizal fungus *Laccaria laccata* in a pot and a field experiment. In: Forest Ecology and Management 163 (1-3), 1-8.
- Block R. M. A., van Rees K. C. J., Knight J. D. (2006): A review of fine root dynamics in *Populus* plantations. In: Agroforestry Systems 67 (1), 73-84.
- Boelcke B., Kahle P. (2008): Energieholzproduktion mit Weiden und Pappeln – Ertragsbildung und Grundnährstoffbedarf. In: Pflanzenbauwissenschaften 12 (2), 78-85.
- Böhm C., Landgraf D., Makeschin F. (2010): Changes in total and labile carbon and nitrogen contents in a sandy soil after the conversion of a succession fallow to cultivated land. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 173 (1), 46-54.
- Böhm C., Quinkenstein A., Freese D. (2012): Vergleichende Betrachtung des Agrarholz- und Energiemaisanbaus aus Sicht des Bodenschutzes. In: Bodenschutz 17 (2), 36-43.
- Brown K. R., van den Driessche R. (2005): Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on the growth and nutrition of hybrid poplars on Vancouver Island. In: New Forests 29 (1), 89-104.
- Czajkowski T., Kühling M., Bolte A. (2005): Einfluss der Sommertrockenheit im Jahre 2003 auf das Wachstum von Naturverjüngungen der Buche (*Fagus sylvatica* L.) im nordöstlichen Mitteleuropa. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 176 (8), 133-143.
- Freibauer A., Rounsevell M. D. A., Smith P., Verhagen J. (2004): Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. In: Geoderma 122 (1), 1-23.
- Grünwald H., Böhm C., Quinkenstein A., Grundmann P., Eberts J., von Wühlisch G. (2009): *Robinia pseudoacacia* L.: a lesser known tree species for biomass production. In: Bioenergy Research 2 (3), 123-133.
- Jug A., Makeschin F., Rehfuess K. E., Hofmann-Schielle C. (1999): Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. III. Soil ecological effects. In: Forest Ecology and Management 121 (1-2), 85-99.
- Körschens M., Schulz E. (1999): Die organische Bodensubstanz. Dynamik – Reproduktion – ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. In: UFZ-Berichte 13. 46 S.
- Körschens M., Schulz E., Behm R. (1990): Heißwasserlöslicher C und N im Boden als Kriterium für das N-Nachlieferungsvermögen. In: Zentralblatt für Mikrobiologie 145 (4), 305-311.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LK NRW, 2011): Humus. Bedeutung des Humusgehaltes für die Bodenfruchtbarkeit. Ratgeber 2011. 5 S.
- Mantovani D., Veste M., Biber P., Böhm C., Freese D. (2012): Spatial and temporal variation of plant water status and growth of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in agroforestry systems. In: C.

- Drees, G. Oheimb (Hrsg.): From basic ecology to the challenges of modern society. 42nd annual meeting of the ecological society of Germany, Austria and Switzerland held 10.-14. September 2012 in Lüneburg. Book of abstracts (Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie), Band 42. Berlin, 137.
- Merbach W., Deubel A., Gransee A., Ruppel S., Klamroth A.-K. (2010): Phosphorus solubilization in the rhizosphere and its possible importance to determine phosphate plant availability in soil. A review with main emphasis on German results. In: Archives of Agronomy and Soil Science 56 (2), 119-138.
- Pallardy S. G., Gibbins D. E., Rhoads J. L. (2003): Biomass production by two-year-old poplar clones on floodplain sites in the Lower Midwest, USA. In: Agroforestry Systems 59 (1), 21-26.
- Petzold R., Feger K.-H., Röhle H. (2010): Standortliche Voraussetzungen für Kurzumtriebsplantagen. In: A. Bemann, C. Knust (Hrsg.): Agrowood. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. Berlin: Weißensee-Verlag, 44-53.
- Quinkenstein A., Pape D., Freese D., Schneider B. U., Hüttl R. F. (2012): Biomass, carbon and nitrogen distribution in living woody plant parts of *Robinia pseudoacacia* L. growing on reclamation sites in the mining region of Lower Lusatia (Northeast Germany). In: International Journal of Forest Research, 1-10.
- Ripullone F., Lauteri M., Grassi G., Amato M., Borghetti M. (2004): Variation in nitrogen supply changes water-use efficiency of *Pseudotsuga menziesii* and *Populus x euroamericana*; a comparison of three approaches to determine water-use efficiency. In: Tree Physiology 24 (6), 671-679.
- Röhle H., Hartmann K.-U., Gerold D., Steinke C., Schröder J. (2006): Aufstellung von Biomassefunktionen für Kurzumtriebsbestände. In: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 177 (10/11), 178-187.
- Sayyad E., Hosseini S. M., Mokhtari J., Mahdavi R., Jalali S. G., Akbarinia M., Tabari M. (2006): Comparison of growth, nutrition and soil properties of pure and mixed stands of *Populus deltoides* and *Alnus subcordata*. In: Silva Fennica 40 (1), 27-35.
- Slazak A., Freese D. (2012): Phosphor sorption kinetics in short rotation coppices of *Robinia pseudoacacia* L. on marginal post-mining areas in Northeast Germany. 1st European Agroforestry Conference held 9./10. Oktober 2012 in Brussels. Book of Abstracts What priorities for European agroforestry?, 59.
- Slazak A., Freese D., Matos E. S., Hüttl R. F. (2010): Soil organic phosphorus fraction in pine-oak forest stands in Northeastern Germany. In: Geoderma 158 (3-4), 156-162.
- Tsonkova P., Böhm C., Quinkenstein A., Freese D. (2012): Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review. In: Agroforestry Systems 85 (1), 133-152.
- Tufekcioglu A., Raich J. W., Isenhardt T. M., Schultz R. C. (1998): Fine root dynamics, coarse root biomass, root distribution, and soil respiration in a multispecies riparian buffer in central Iowa, USA. In: Agroforestry Systems 44 (2-3), 163-174.
- van den Burg, J. (1985): Foliar analysis for determination of tree nutrition saturation. A compilation of literature data No. 1. Wageningen: Institute for Forestry and Urban Ecology De Dorschkamp. 615 S.
- Vejre H., Hoppe C. (1998). Distribution of Ca, K, Mg, and P in acid forest soils in plantations of *Picea abies*-evidence of the base-pump effect. In: Scandinavian Journal of Forest Research, 13 (1-4), 265-273.
- Veste M., Staudinger M., Küppers M. (2008): Spatial and temporal variability of soil water in drylands: plant water potential as a diagnostic tool. In: Forestry Studies in China 10 (2), 74-80.
- Waring R. H. (1970): Die Messung des Wasserpotentials mit der SCHOLANDER-Methode und ihre Bedeutung für die Forstwissenschaft. In: European Journal of Forest Research 89 (1), 195-200.
- Wittich W. (1951): Die Standorte der Pappel. In: H. Hesmer (Hrsg.): Das Pappelbuch. Bonn: Verlag des deutschen Pappelvereins, 98-110.

Yanping W., Huatian W., Yuezhong J., Hongying C., Guiping N. (2011): Secretion dynamics of phenolic acids from poplar (*Populus x euramericana* 'Neva') seedling roots under N, P deficiency conditions. In: Scientia Silvae Sinicae 47 (11), 73-79.

8.4 Quellen zu Kapitel 4.3.3 „Langfristiger Kohlenstoffumsatz und C-Sequestrierung“

- Amelung W., Zech W. (1999): Minimisation of organic matter disruption during particle-size fractionation of grassland epipedons. In: Geoderma 92 (1-2), 73-85.
- Barthès B., Roose E. (2002): Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. In: Catena 47 (2), 133-149.
- Batjes N. H. (1996): Total carbon and nitrogen in the soils of the world. In: European Journal of Soil Science 47 (2), 151-163.
- Blume H.-P., Scheffer F., Schachtschabel P., Brümmer G. W., Schwertmann U., Horn R., Kögel-Knabner I., Stahr K., Auerswald K., Beyer L., Hartmann A., Litz N., Scheinost A., Stanjek H., Welp G., Wilke B.-M. (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 593 S.
- Borzęcka-Walker M., Faber A., Borek R. (2008): Evaluation of carbon sequestration in energetic crops (*Miscanthus* and coppice willow). In: International Agrophysics 22 (3), 185-190.
- Bronick C. J., Lal R. (2005): Soil structure and management: a review. In: Geoderma 124 (1-2), 3-22.
- Buyanovsky G. A., Aslam M., Wagner, G. H. (1994): Carbon turnover in soil physical fractions. In: Soil Science Society of America Journal 58 (4), 1167-1173.
- Cambardella C. A., Elliott E. T. (1992): Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. In: Soil Science Society of America Journal 56 (3), 777-783.
- Chan K. Y. (2001): Soil particulate organic carbon under different land use and management. In: Soil Use and Management 17 (4), 217-221.
- Christensen B. T. (1992): Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. In: Advances in Soil Sciences 20, 1-90.
- Christensen B. T. (2001): Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. In: European Journal of Soil Science 52 (3), 345-353.
- Dimitriou J., Mola-Yudego B., Aronsson P., Eriksson J. (2012): Changes in organic carbon and trace elements in the soil of willow short-rotation coppice plantations. In: Bioenergy Research 5 (3), 563-572.
- Dondini M., Hastings A., Saiz G., Jones M. B., Smith P. (2009): The potential of *Miscanthus* to sequester carbon in soils: comparing field measurements in Carlow, Ireland to model predictions. In: Global Change Biology Bioenergy 1 (6), 413-425.
- Felten D., Emmerling C. (2012): Accumulation of *Miscanthus*-derived carbon in soils in relation to soil depth and duration of land use under commercial farming conditions. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 175 (5), 661-670.
- Hansen E. M., Christensen B. T., Jensen L. S., Kristensen K. (2004): Carbon sequestration in soil beneath long-term *Miscanthus* plantations as determined by ¹³C abundance. In: Biomass and Bioenergy 26 (2), 97-105.
- Hathaway J. C. (1956): Procedure for clay mineral analysis used in the sedimentary petrology laboratory of the U.S. Geological Survey. In: Clay minerals 3 (15), 8-13.
- Kahle P., Boelcke B., Zacharias S. (1999): Auswirkungen des Anbaus von *Miscanthus x giganteus* auf chemische und physikalische Bodeneigenschaften. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 162 (1), 27-32.
- Leifeld J., Kögel-Knabner I. (2005): Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under different land-use? In: Geoderma 124 (1-2), 143-155.

- Lobe I., Sandhage-Hofmann A., Brodowski S., Du Preez, C. C., Amelung W. (2011): Aggregate dynamics and associated soil organic matter contents as influenced by prolonged arable cropping in the South African Highveld. In: *Geoderma* 162 (3-4), 251-259.
- Neukirchen D., Himken M., Lammel J., Czypionka-Krause U., Olfs H.-W (1999): Spatial and temporal distribution of the root system and root nutrient content of an established *Miscanthus* crop. In: *European Journal of Agronomy* 11 (3-4), 301-309.
- Nikiéma P., Rothstein D. E., Miller R. O. (2012): Initial greenhouse gas emissions and nitrogen leaching losses associated with converting pastureland to short-rotation woody bioenergy crops in Northern Michigan, USA. In: *Biomass and Bioenergy* 39, 413-426.
- North P. F. (1976): Towards an absolute measurement of soil structural stability using ultrasound. In: *European Journal of Soil Science* 27 (4), 451-459.
- Pikul J. L., Osborne S., Ellsbury M., Riedell W. (2007): Particulate organic matter and water-stable aggregation of soil under contrasting management. In: *Soil Science Society of America Journal* 71 (3), 766-776.
- Post W. M., Kwon K. C. (2000): Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. In: *Global Change Biology* 6 (3), 317-327.
- Sandhage-Hofmann A. (2013): Kohlenstoffverluste im Boden. In: *Geographische Rundschau* 4, 22-27.
- Six J., Bossuyt H., Degryze S., Denef K. (2004): A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. In: *Soil and Tillage Research* 79 (1), 7-31.
- Six J., Feller C., Denef K., Ogle S. M., De Moraes Sa J. C., Albrecht A. (2002): Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – effects of no-tillage. In: *Agronomie* 22 (7-8), 755-775.
- Six J., Paustian K., Elliott E. T., Combrink C. (2000): Soil structure and organic matter I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. In: *Soil Science Society of America Journal* 64 (2), 681-689.
- von Lütow M., Kögel-Knabner I., Ekschmitt K., Matzner E., Guggenberger G., Marschner B., Flessa H. (2006): Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions – a review. In: *European Journal of Soil Science* 57 (4), 426-445.
- Zhang X., Amelung W., Yuan Y., Zech W. (1998): Amino sugar signature of particle-size fractions in soils of the native prairie as affected by climate. In: *Soil Science* 163 (3), 220-229.
- Zhang X., Amelung W., Yuan Y., Samson-Liebig S., Brown L., Zech W. (1999): Land-use effects on amino sugars in particle size fractions of an Argiudoll. In: *Applied Soil Ecology* 11 (2-3), 271-275.

8.5 Quellen zu Kapitel 4.3.4 „Einfluss von Agroforstsystemen auf den Humus- und Nährstoffhaushalt, die C-Sequestrierung und Bodenfunktionen“

- Auerswald K., Kainz M., Fiener P. (2003): Soil erosion potential of organic versus conventional farming evaluated by USLE modelling of cropping statistics for agricultural districts in Bavaria. In: *Soil Use and Management* 19 (4), 305-311.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL Hrsg., 2007): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. Gelbes Heft. Freising-Weihenstephan.
- Bender B., Chalmin A., Reeg T., Konold W., Mastel K., Spiecker H. (2009): Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern. Leitfaden für die Praxis. Freiburg, Rheinstetten. 51 S.
- Birke C. (2012): Abschätzung der Wirkung von Agroforstsystemen auf Bodenerosion durch Wasser am Beispiel der Versuchsstation Scheyern. Masterarbeit der Technischen Universität München. Freising-Weihenstephan, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt (WZW).

- Blanco H., Lal R. (2008): Agroforestry. In: Principles of soil conservation and management. Heidelberg, London, New York: Springer Science+Business Media B.V., S. 259-281.
- Böhm C., Quinkenstein A., Freese D., Hüttl R. F. (2010): Energieholzproduktion in Agroforstsystemen als ein Beitrag zur Verbesserung des Bodenschutzes. In: Stadt Marktredwitz (Hrsg.): Marktredwitzer Bodenschutztag Tagungsband 6: Bodenschutz in Europa – Ziele und Umsetzung, 06.-08. Oktober 2010 in Marktredwitz. Marktredwitz, 78-84.
- Böhm W. (1979): Methods of studying root systems. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. 188 S.
- Canadell J., Zedler P. H. (1995): Underground structures of woody plants in mediterranean ecosystems of Australia, California, and Chile. In: M. T. K. Arroyo, P. H. Zedler, M. D. Fox (Hrsg.): Ecology and biogeography of mediterranean ecosystems in Chile, California, and Australia. New York: Springer Verlag, S. 177-210.
- De Deyn G. B., Cornelissen J. H., Bardgett R. D. (2008): Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. In: Ecology Letters 11 (5), 516-531.
- DIN ISO 10694 (1996): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von organischem Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung (Elementaranalyse). Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag.
- DIN ISO 11272 (2001): Bodenbeschaffenheit – Bestimmung der Trockenrohdichte. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag.
- DIN ISO 16072 (2005): Bodenbeschaffenheit – Laborverfahren zur Bestimmung der mikrobiellen Bodenatmung. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag.
- DIN 19708 (2005): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag.
- Fiener P., Auerswald K. (2003): Effectiveness of grassed waterways in reducing runoff and sediment delivery from agricultural watersheds. In: Journal of Environmental Quality 32 (3), 927-936.
- Fitter A. (1991): Characteristics and functions of root systems. In: U. Kafkafi, Y. Waisel, A. Eshel (Hrsg.): Plant roots – the hidden half. New York: Marcel Dekker, S. 21-50.
- Foster G. R., Yoder D. C., Weesies G. A., McCool D. K., McGregor K. C., Bingner R. L. (2003): User's guide. Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2). Washington D.C.: USDA-Agricultural Research Service. 76 S.
- Gupta N., Kukal S. S., Bawa S. S., Dhaliwal G. S. (2009): Soil organic carbon and aggregation under poplar based agroforestry system in relation to tree age and soil type. In: Agroforestry Systems 76 (1), 27-35.
- Heinemeyer O., Insam H., Kaiser E. A. (1989): Soil microbial biomass and respiration measurements: an automated technique based on infra-red gas analysis. In: Plant and Soil 116 (2), 191-195.
- Hülsbergen K.-J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Aachen: Shaker Verlag. 292 S.
- Hülsbergen K.-J., Schmid H. (2008): Humusbilanzen und C-Kreisläufe in Betriebssystemen mit Bioenergieerzeugung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (Hrsg.): Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger. KTBL-Vortragstagung am 08./09. September 2008 in Aschaffenburg. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 151-171.
- Jackson R. B., Mooney H. A., Schulze E.-D. (1997): A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents. In: Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 94 (14), 7362-7366.
- Jose S. (2009): Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. In: Agroforestry Systems 76 (1), 1-10.
- Kirby K. R., Potvin C. (2007): Variation in carbon storage among tree species: implications for the management of a small-scale carbon sink project. In: Forest Ecology and Management 246 (2-3), 208-221.

- Körner C. (1994): Biomass fractionation in plants. A reconsideration of definitions based on plant functions. In: J. Roy, E. Garnier (Hrsg.): A whole plant perspective on carbon-nitrogen interactions. The Hague: SPB Academic Publishing, 173-185.
- Köstler J. N., Brückner E., Bibelriether, H. (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. Untersuchungen zur Morphologie der Waldbäume in Mitteleuropa. Hamburg, Berlin: Paul Parey Verlag. 284 S.
- Kutschera L., Lichtenegger E. (2002): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. Graz: Leopold Stocker Verlag. 604 S.
- Lal R. (2004): Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. In: Science 304 (5677), 1623-1627.
- Murphy J., Riley J. P. (1962): A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. In: Analytica Chimica Acta 27, 31-36.
- Nair P. K. R., Kumar B. M., Nair V. D. (2009): Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 172 (1), 10-23.
- Nearing M. A. (1998): Why soil erosion models over-predict small soil losses and under-predict large soil losses. In: Catena 32 (1), 15-22.
- Oelbermann M., Voroney R. P., Gordon A. M. (2004): Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and Southern Canada. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 104 (3), 359-377.
- Renard K. G., Foster G. R., Weesies G. A., McCool D. K., Yoder D. C. (1997): Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Washington D.C.: United States Department of Agriculture. 384 S.
- Roshetko J. M., Delaney M., Hairiah K., Purnomosidhi P. (2002): Carbon stocks in Indonesian homegarden systems: can smallholder systems be targeted for increased carbon storage? In: American Journal of Alternative Agriculture 17 (3), 138-148.
- Schachtschabel P. (1971): Methodenvergleich zur pH-Bestimmung von Böden. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 130 (1), 37-43.
- Schüller, H. (1969): Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 123 (1), 48-63.
- Schuurman J. J., Goedewaagen M. A. J. (1971): Soil specimens having a slight volume: the auger method. In: Methods for the examination of root systems and roots. Wageningen: Centre for Agricultural Publishing and Documentation, S. 22-42.
- Schwertmann U., Vogl W., Kainz M. (1987): Bodenerosion durch Wasser. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag. 64 S.
- Siebrecht N. (2010): Indikatoren gestützte Analyse der Erosionsgefährdung und des Biodiversitätspotenzials als Grundlage des Nachhaltigkeitsmanagements landwirtschaftlicher Betriebssysteme. Berlin: Köster. 278 S.
- Siebrecht N., Kainz M., Hülsbergen K.-J. (2009): Anpassung bestehender Methoden zur Abschätzung der Bodenerosion an die Bedingungen des Ökologischen Landbaus. BÖLN-Bericht-ID 18812. Technische Universität München, Freising-Weihenstephan, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme. 73 S.
- Singh G., Tripathi S. P. (1998): Effect of *Eucalyptus tereticornis* shelterbelt on young Teak plantation: a case study. In: The Indian Forester 124 (3), 206-210.
- Snelder D. J. (2001): Soil properties of Imperata grasslands and prospects for tree-based farming systems in Northeast Luzon, The Philippines. In: Agroforestry Systems 52 (1), 27-40.
- Tabatabai M. A., Bremner J. M. (1991): Automated instruments for determination of total carbon, nitrogen, and sulfur in soils by combustion techniques. In: K. A. Smith (Hrsg.): Soil analysis. Modern instrumental techniques. New York: Marcel Dekker, S. 261-286.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e.V. (VDLUFA, 1991): Methodenbuch I – Die Untersuchung von Böden, inkl. 2. bis 5. Teillieferungen 1997, 2002, 2004, 2007. Speyer. 1470 S.

- Verma B. C., Datta S. P., Rattan R. K., Singh A. K. (2010): Monitoring changes in soil organic carbon pools, nitrogen, phosphorus, and sulfur under different agricultural management practices in the tropics. In: Environmental Monitoring and Assessment 171 (1-4), 579-593.
- Wischmeier W. H., Smith D. D. (1978): Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Washington D.C.: Science and Education Administration, U. S. Department of Agriculture. 58 S.
- Young A. (1989): Agroforestry for soil conservation. Wallingford: CAB International ICRAF. 276 S.
- Young A. (1997): Agroforestry for soil management. Wallingford: CAB International. 320 S.

8.6 Quellen zu Kapitel 4.3.5 „Nährstoff- und Energiebilanzierung“

- Butterbach-Bahl K., Leible L., Kälber S., Kappler G., Kiese R. (2010): Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe – eine wissenschaftliche Kurzdarstellung. Hrsg. Karlsruher Institut für Technologie. Schriftenreihe KIT Scientific Reports 7556. Karlsruhe. 56 S.
- Danso S. K. A., Zapata F., Awonaike K. O. (1995): Measurement of biological N₂ fixation in field-grown *Robinia pseudoacacia* L. In: Soil Biology and Biochemistry 27 (4-5), 415-419.
- Eder B. (2010): Pflanzenbauliche Untersuchungen zum Einfluss von Genotyp und Anbauverfahren auf die Ertragsbildung und das Methanbildungspotenzial von Mais (*Zea mays* L.). Dissertation der Technischen Universität München. Freising-Weihenstephan, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt (WZW). 239 S.
- Gerl G. (2012): Unveröffentlichte Daten. Helmholtz Zentrum München, Versuchsstandort Scheyern.
- Helbig S., Hülsbergen K.-J. (2009): Energiebilanz nachwachsender Rohstoffe zur Biogaserzeugung. In: C. Grimm, K.-J. Hülsbergen (Hrsg.): Nachhaltige Landwirtschaft. Indikatoren, Bilanzierungsansätze, Modelle. Berlin: Erich Schmidt Verlag, S. 95-104.
- Huber J. (2012): Unveröffentlichte Daten. Technische Universität München, Freising-Weihenstephan, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme.
- Hülsbergen K.-J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. Aachen: Shaker Verlag. 292 S.
- Hülsbergen K.-J., Feil B., Biermann S., Rathke G.-W., Kalk W.-D., Diepenbrock W. (2001): A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 86 (3), 303-321.
- Klašnja B., Kopitovič Š. (1999): Quality of wood of some willow and Robinia clones as fuelwood. In: Drevársky Výskum 44 (2), 9-18.
- Klašnja B., Kopitovič S., Orlovic S. (2002): Wood and bark of some poplar and willow clones as fuelwood. In: Biomass and Bioenergy 23 (6), 427-432.
- Körschens M., Schulz E. (1999): Die organische Bodensubstanz. Dynamik – Reproduktion – ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. In: UFZ-Berichte 13. 46 S.
- Küstermann B., Christen O., Hülsbergen K.-J. (2010): Modelling nitrogen cycles of farming systems as basis of site- and farm-specific nitrogen management. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 135 (1-2), 70-80.
- Küstermann B., Kainz M., Hülsbergen K.-J. (2008): Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. In: Renewable Agriculture and Food Systems 23 (01), 38-52.
- Martin J. G., Kloeppel B. D., Schaefer T. L., Kimbler D. L., McNulty S. G. (1998): Aboveground biomass and nitrogen allocation of ten deciduous Southern Appalachian tree species. In: Canadian Journal of Forest Research 28 (11), 1648-1659.
- Nair P. K. R., Kumar B. M., Nair V. D. (2009): Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. In: Journal of Plant Nutrition and Soil Science 172 (1), 10-23.
- Nurmi J. (1997): Heating values of mature trees. In: Acta Forestalia Fennica 256, 1-28.

- Ochsenbauer C. (2012): Quantifizierung der räumlichen Wachstumsvariabilität von Winterweizen in einem silvoarablen Agroforstsystem auf Grundlage von Spektralanalysen. Masterarbeit der Technischen Universität München. Freising-Weihenstephan, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt (WZW).
- Post W. M., Kwon K. C. (2000): Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. In: *Global Change Biology* 6 (3), 317-328.
- Robertson G. P., Paul E. A., Harwood R. R. (2000): Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. In: *Science* 289 (5486), 1922-1925.
- Schmid H. (2012): Unveröffentlichte Daten. Technische Universität München, Freising-Weihenstephan, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme.
- Schroeder P. (1995): Organic matter cycling by tropical agroforestry systems: a review. In: *Journal of Tropical Forest Science* 7 (3), 462-474.
- Seufert V., Ramankutty N., Foley J. A. (2012): Comparing the yields of organic and conventional Agriculture. In: *Nature* 485 (7397), 229-232.
- Sharrow S. H., Ismail S. (2004): Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in Western Oregon, USA. In: *Agroforestry Systems* 60 (2), 123-130.
- Sutherland J. R., Adams R. E. (1965): Stand, growth, and nitrogen content of red pine seedlings following chemical treatment of the soil to control disease. In: *Tree Planters' Notes* 16 (4), 7-10.
- Tilman D., Hill J., Lehmann C. (2006): Carbon-negative biofuels from low-input high-diversity grassland biomass. In: *Science* 314 (5805), 1598-1600.
- Tuomisto H. L., Hodge I. D., Riordan P., Macdonald D. W. (2012): Comparing energy balances, greenhouse gas balances and biodiversity impacts of contrasting farming systems with alternative land uses. In: *Agricultural Systems* 108, 42-49.
- Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten e.V. (VDLUFA, 1991): Methodenbuch I – Die Untersuchung von Böden, inkl. 2. bis 5. Teillieferungen 1997, 2002, 2004, 2007. Speyer. 1470 S.
- Virtanen A. I. (1957): Investigations on nitrogen fixation by the alder. II. Associated culture of spruce and inoculated alder without combined nitrogen. In: *Physiologia Plantarum* 10 (1), 164-169.
- Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV, 2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Bonn. 255 S.

8.7 Quellen zu Kapitel 4.4.1 „Vegetation & Flora“

- Albrecht H., Mayer F., Wiesinger K. (2009): Biodiversität und Artenschutz bei Ackerwildpflanzen. In: *Laufener Spezialbeiträge* 2, 135-142.
- Bärwolff M., Hansen H., Hofmann M., Setzer F. (2012): Energieholz aus der Landwirtschaft. Hrsg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow. 56 S.
- Baum S., Bolte A., Weih M. (2012): High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. In: *Global Change Biology Bioenergy*, 4 (6), 728-738.
- Baum S., Weih M., Busch G., Kroiher F., Bolte A. (2009): The impact of short rotation coppice plantations on phytodiversity. In: *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research* 59 (3), 163-170.
- Becker W., Frede A., Lehmann W. (1996): Pflanzenwelt zwischen Eder und Diemel – Flora des Landkreises Waldeck-Frankenberg mit Verbreitungsatlas. Schriftenreihe Naturschutz in Waldeck-Frankenberg, Band 5. Korbach. 510 S.
- Bielefeld J., Bolte A., Busch G., Dohrenbusch A., Kroiher F., Lamersdorf N., Schulz U., Stoll B. (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Hrsg. Naturschutzbund Deutschland e.V. Berlin. 69 S.

- Bonn S., Poschod P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. Wiesbaden: Quelle & Meyer Verlag. 404 S.
- Busch G., Lamersdorf N. (2010): Kurzumtriebsplantagen. Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. Hrsg. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Osnabrück. 74 S.
- Cremer J., Partzsch M., Zimmermann G. (Hrsg., 1991): Acker- und Gartenwildkräuter. Ein Bestimmungsbuch. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag. 288 S.
- Dauber J., Jones M. B., Stout J. C. (2010): The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. In: Global Change Biology Bioenergy 2 (6), 289-309.
- Ellenberg H. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Reihe Scripta Geobotanica Volume 18. Göttingen: Verlag Erich Goltze KG. 248 S.
- Ellenberg, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart: Ulmer. 989 S.
- Feldwisch N. (2011): Umweltgerechter Anbau von Energiepflanzen. Rahmenbedingungen und Strategien für einen an Umweltaspekten ausgerichteten Anbau der für Sachsen relevanten Energiepflanzen. Hrsg. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Schriftenreihe, Heft 43. Dresden. 72 S.
- Garve E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 5. Fassung, Stand 1.3.2004. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 24 (1). 76 Seiten.
- Glaser T. (2012): Vegetationskundliche Kartierung Choren (Brandenburg, Uckermark). In: NABU-Bundesverband und Bosch & Partner GmbH (Hrsg.): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. Praktische Umsetzung von Maßnahmen bei der Neuanlage und Bewirtschaftung von Energieholzflächen (Voruntersuchung). Anhang Berichte der Status Quo-Untersuchungen und Monitoringkonzepte, 21.03.2012. Berlin, 23-27.
- Heilmann B., Makeschin F., Rehfuess K. E. (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen auf einer Schnellwuchsplantage mit Pappeln und Weiden nach Ackernutzung. In: Forstwissenschaftliches Centralblatt, 114 (1), 16-29.
- Hildebrandt C., Ammermann K. (2012): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt. Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN. Hrsg. Bundesamt für Naturschutz. Leipzig. 19 S.
- Hofmeister H., Garve E. (1986): Lebensraum Acker - Pflanzen der Äcker und ihre Ökologie. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey. 272 S.
- Hötter H., Rasran L. (2012): Vegetationskundliche Kartierung Trenthorst, Schleswig-Holstein. In: NABU-Bundesverband und Bosch & Partner GmbH (Hrsg.): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. Praktische Umsetzung von Maßnahmen bei der Neuanlage und Bewirtschaftung von Energieholzflächen (Voruntersuchung). Anhang Berichte der Status Quo-Untersuchungen und Monitoringkonzepte, 21.03.2012. Berlin, 14-18.
- Jäger E. J. (Hrsg., 2011): Rothmaler. Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 944 S.
- Kreuter T., Nitzsche O. (2005): Biodiversität sächsischer Ackerflächen. Abschlussbericht zum Projekt „Entwicklung der Biodiversität von Ackerflächen bei Umweltgerechtem Ackerbau“. Hrsg. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Schriftenreihe, Heft 9. Dresden. 104 S.
- Kroiher F., Baum S., Bolte A. (2010): Pflanzenvielfalt. In: Kurzumtriebsplantagen. Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. Hrsg. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Osnabrück, 26-31.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Biotoptypenliste. [<http://www.methoden.naturschutz-fachinformationen-nrw.de> (Abruf Mai 2008)]
- Liesebach M. (2006): Aspekte der biologischen Vielfalt in Kurzumtriebsplantagen. In: T. Reeg, A. Bemann, W. Konold, D. Murach, H. Spiecker (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäume auf landwirtschaftlichen Flächen. Weinheim: Wiley-VCH, 3-16.

- Ludwig G., Schnittler M. (1996): Rote Liste der Pflanzen Deutschlands. Hrsg. Bundesamt für Naturschutz. Leipzig. 224 S.
- Ministerium für Umwelt des Saarlandes und DELATTINIA (Hrsg. 2008): Rote Liste der Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Atlantenreihe, Band 4. 571 S.
- NABU-Bundesverband, Bosch & Partner GmbH (Hrsg. 2012): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen. Praktische Umsetzung von Maßnahmen bei der Neuanlage und Bewirtschaftung von Energieholzflächen (Voruntersuchung). Berlin. 36 S.
- Oberdorfer E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. Stuttgart: Ulmer. 1056 S.
- Röhrich C., Ruscher K., Kiese-walter S., Hussein I. A., Zöphel B. (2007): Feldstreifenanbau. Einsatz nachwachsender Rohstoffpflanzen als landschaftsgestaltendes Element – Feldstreifenanbau auf großen Ackerschlägen. Hrsg. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Schriftenreihe, Heft 25. Dresden. 121 S.
- Rothmaler W. (2009): Exkursionsflora von Deutschland, Band 3. Gefäßpflanzen: Atlasband. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 753 S.
- Schröder P., Huber B., Olazábal U., Kämmerer A., Munch J. C. (2002): Land use and sustainability: FAM Research Network on Agroecosystems. In: Geoderma 105 (3-4), 155-166.
- Schumann K., Luick R., Wagner F., Engel J., Frank K., Huth A. (2011): Biomasseanbau steuern – Konfliktminderung durch neue Anreize. In: Natur und Landschaft 86 (3), 112-119.
- Strohm K., Schweinle J., Liesebach M., Osterburg B., Rödl A., Baum S., Nieberg H., Bolte A., Walter K. (2012): Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 06/2012. Braunschweig: vTI Johann Heinrich von Thünen-Institut. 89 S.
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL Hrsg., 2012): Schlussbericht zum Vorhaben AgroForstEnergie. Thema: Verbundvorhaben: Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis. Teilvorhaben 1: Standort Thüringen, Gesamtkoordination. Auftraggeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Förderkennzeichen: 22004907 bzw. 07NR049. Jena. 200 S.
- Tscharnktke T., Greiler H.-J., Steffan-Dewenter I., Kruess A., Gathmann A., Zabel J., Wesserling J., Dubbert M., Kuhnhenne J., Vu M.-H. (1996): Die Flächenstilllegung in der Landwirtschaft – eine Chance für Flora und Fauna der Agrarlandschaft? In: NNA Berichte 2, 59-72.
- Unsel R., Reppin N., Eckstein K., Zehlius-Eckert W., Hoffmann H., Huber T. (2001): Leitfaden Agroforstsysteme. Möglichkeiten zur naturschutzgerechten Etablierung von Agroforstsystemen. Hrsg. TU München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. München. 45 S.
- van Elsen T. (1996): Wirkungen des ökologischen Landbaus auf die Segetalflora. Ein Übersichtsbeitrag. In: W. Diepenbrock, K.-J. Hülsbergen (Hrsg.): Langzeiteffekte des ökologischen Landbaus auf Fauna, Flora und Boden. Beiträge der wissenschaftlichen Tagung am 25.04.1996 in Halle. Halle: Institut für Acker- und Pflanzenbau, 143-152.
- Vetter A., Bärwolff M. (2010): Verbundprojekt AgroForstEnergie – Mischkulturen mit Energieholz. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR Hrsg.): Agrarholz 2010 – Symposium am 18./19. Mai 2010 in Berlin. Tagungsband. Berlin. 13 S.
- Vogtmann H. (2003): Moderner Naturschutz – Ziele, Instrumente und Maßnahmen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Vortrag am 03. Januar 2003 in Radolfzell.
- Wagener F., Heck P., Böhmer J., Cornelius R., Gebhard R. M., Scherwaß R., Krechel R., Michler H.-P. (2008): Endbericht Vorbereitende Studie (Phase I) – Analyse der Möglichkeiten zur Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung – kurz ELKE. Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Förderkennzeichen 22013905, Umwelt-Campus Birkenfeld. 199 S.
- Wagener F., Heck P., Böhmer J., Köhler R., Güntner S., Hildebrand J. G., Michler H.-P., Müller M., Schaubt M., Sutterer N., Vomhof C., Wartenphul M. (2010b): Endbericht Phase II – Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des

Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung (ELKE). Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Förderkennzeichen 22010808, Umwelt-Campus Birkenfeld. 70 S.

- Weih M., Karacic A., Munkert H., Verwijst T., Diekmann M. (2003): Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes (Sweden). In: Basic and Applied Ecology 4 (2), 149-156.
- Willms M., Glemnitz M., Hufnagel J. (2009): FNR - Projekt: „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands (EVA)“. Schlussbericht zu Teilprojekt II: „Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus“ (FKZ: 22002405). Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (Zalf), Institut für Landnutzungssysteme. Müncheberg. 155 S.
- Wilmanns O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. Heidelberg: Quelle & Meyer. 479 S.
- Zöphel B. (2010): Floristisch-vegetationskundliche Bewertung von Untersuchungsflächen im Rahmen des Projektes „Demonstrationsanbau von schnellwachsenden Baumarten auf großen Ackerschlägen als Feldstreifen“. Unveröffentlichter Untersuchungsbericht im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden, 30.10.2010. Zusammenfassung des Berichts in: C. Röhrich, M. Grunert, K. Ruscher (2011): Feldstreifenanbau schnellwachsender Baumarten. Hrsg. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Schriftenreihe, Heft 29. Dresden. 51 S.

8.8 Quellen zu Kapitel 4.4.2 „Spezielle Botanik“

- Arlt K., Hilbig W., Illig H. (1991): Ackerunkräuter, Ackerwildkräuter. Wittenberg Lutherstadt: A. Ziemsen Verlag. 160 S.
- Becker W., Frede A., Lehmann W. (1996): Pflanzenwelt zwischen Eder und Diemel – Flora des Landkreises Waldeck-Frankenberg mit Verbreitungsatlas. Schriftenreihe Naturschutz in Waldeck-Frankenberg, Band 5. Korbach. 510 S.
- Becker, Mootz, Coulmann (lith. Kling C. ca.1870): Karte von dem Großherzogtum Hessen. Section Rennerthehausen. Blatt 29., M 1:5.000.
- Berggren, G. (1981): Atlas of seeds and small fruits of Northwest-European plant species. Part 3: Salicaceae - Cruciferae. Stockholm: Swedish Museum of Natural History. 257 S.
- Bojaňský V., Fargašová A. (2007): Atlas of seeds and fruits of central and East-European flora. The Carpathian Mountains Region. Dordrecht: Springer-Verlag. 1046 S.
- Bonn S., Poschlod P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. Wiesbaden: Quelle & Meyer. 404 S.
- Bosl K. (Hrsg., 1965): Handbuch der historischen Stätten Deutschlands, Band 7: Bayern. Stuttgart: Kröner.
- Brouwer W., Stählin A. (1975): Handbuch der Samenkunde für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft. Frankfurt am Main: DLG. 656 S.
- Brunklaus J. (2002): Flurbereinigung Spelle. Eine Strukturverbesserung im ländlichen Raum. Eine Dokumentation. Werlte: Goldschmidt-Druck. 184 S.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN Hrsg., 2010): Bioenergie und Naturschutz. Synergien fördern, Risiken vermeiden. Bonn. 31 S.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV Hrsg., 2012): Das Erneuerbare-Energien-Gesetz. Daten und Fakten zur Biomasse – Die Novelle 2012. Berlin. 43 S.
- Bungert W. (1980): Heimatbuch Marpingen 1980. Marpingen. 710 S.
- Bungert W. (1986): Dokumentation über die 900-Jahr-Feier in Marpingen 1984. Melsungen 320 S.
- Cappers R. T. J., Bekker R. M., Jans J. E. A. (2006): Digitale zadenatlas van Nederland. Digital seed atlas of the Netherlands. Groningen: Barkhuis. 502 S.

- Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V. (DVL, 2010): Ackerwildkräuter schützen und fördern – Perspektiven einer langfristigen Finanzierung und Bewirtschaftung. DVL-Schriftenreihe Landschaft als Lebensraum, Heft 18. 47 S.
- Dierschke H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Stuttgart: Ulmer. 683 S.
- Ellenberg H., Leuschner C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Stuttgart: Ulmer. 1357 S.
- Erlbeck R., Haseder I., Stinglwagner G. (1998): Das Kosmos Wald- und Forstlexikon. Stuttgart: Kosmos. 880 S.
- Haffner P., Sauer E., Wolf P. (1979): Atlas der Gefäßpflanzen des Saarlandes. Wissenschaftliche Schriftenreihe der Obersten Naturschutzbehörde, Band 1. Saarbrücken: MURB. 300 S.
- Hanf M. (1999): Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. München: Ulmer. 496 S.
- Heinisch O. (1955): Samenatlas. Berlin: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, 14 S.
- Hellwig F. H. (2000): Ist die Flaumeiche in Thüringen noch zu retten? Genetische Diversität und introgressive Hybridisierung. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Erfassung und Schutz der genetischen Vielfalt von Wildpflanzenpopulationen in Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 32. Bonn-Bad Godesberg, 157-165.
- Jäger E. J. (Hrsg., 2011): Rothmaler. Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 944 S.
- Kerguelen M. (1999): Index synonymique de la flore de France. Dijon: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
- Kiffmann R. (1958): Bestimmungsatlas für Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Teil D: Doldenblütler (Umbelliferae), Teil E: Korbblütler (Compositae) und Kardengewächse (Dipsacaceae), Teil F: sonstige Kräuter. Freising-Weihenstephan: Selbstverlag. 106 S.
- Kiffmann R. (1960a): Bestimmungsatlas für Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Einführung. Freising-Weihenstephan: Selbstverlag. 19 S.
- Kiffmann R. (1960b): Bestimmungsatlas für Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Teil A: Echte Gräser (Gramineae). Freising-Weihenstephan: Selbstverlag. 29 S.
- Kiffmann R. (1960c): Bestimmungsatlas für Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Teil B: Sauergräser (Cyperaceae), Binsengewächse (Juncaceae) und sonstige grasartige Pflanzen. Freising-Weihenstephan: Selbstverlag. 46 S.
- Kiffmann R. (1987): Bestimmungsatlas für Sämereien der Wiesen- und Weidepflanzen des mitteleuropäischen Flachlandes. Teil C: Schmetterlingsblütler (Papilionatae) (einschließlich kleeartige Ackerfutterpflanzen.). Freising-Weihenstephan: Selbstverlag. 31 S.
- Kirmer A., Krautzer B., Scotton M., Tischew S. (2012): Praxishandbuch zur Samengewinnung und Renaturierung von artenreichem Grünland. Irdning: HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 221 S.
- Klug W. (2011): Bemerkenswerte floristische Entwicklung auf der ehemaligen Autobahnstrecke am Südhang der Hørselberge und Pflanzenfunde in Westthüringen 2011. In: Informationen zur floristischen Kartierung in Thüringen 30, 25-30.
- Knapp H. (2006a): Samenatlas. Teil 1: Caryophyllaceae. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung Band 15/1. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Knapp H. (2006b): Samenatlas. Teil 2: Ranunculaceae. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung Band 15/2. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Knapp H. (2010): Samenatlas. Teil 3: Fabaceae, Teil 4: Hypericaceae. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung Band 16/1+2. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 222 S.
- Kurtz C., Heinken T. (2011): Diasporenbankanalyse zum Nachweis gefährdeter Segetalarten auf ehemaligen Ackerstandorten. Keimlingsaufbauverfahren versus Freilandlaufverfahren. In: Tuexenia 31, 105–126.

- LEOPOLDINA (Hrsg., 2012): Bioenergie. Möglichkeiten und Grenzen. Kurzfassung und Empfehlungen. Halle: Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina. 16 S.
- Loeffler N. (1887): Verzeichnis der in der Umgegend von Rheine wachsenden phanerogamischen Pflanzen nebst Angabe ihrer Standorte. Reihe Beilage zum Jahresbericht des Gymnasiums zu Rheine 1886-87. Rheine: Altmeppen. 59 S.
- Loeffler N. (1904): Flora von Rheine II: Die Blüten- und Farnpflanzen von Rheine und Umgegend nach der Bedeutung ihrer deutschen Namen zusammengestellt. Rheine: Altmeppen. 53 S.
- Löser C. J. (2013): Speciation and genomis conflicts in *Cyanus* Mill. Dissertation der Universität Jena.
- Ludwig G., Schnittler M. (1996): Rote Liste der Pflanzen Deutschlands. Hrsg. Bundesamt für Naturschutz. Leipzig. 224 S.
- Manegold M. (2007): Standörtliche und floristische Unterschiede zwischen Wäldern unterschiedlicher Bestandeskontinuität im Südschwarzwald (Gemarkung Hinterzarten). Dissertation. Freiburg. 286 S.
- Martin A. C., Barkley W. D. (1961, 2000): Seed identification manual. Unveränderter Nachdruck der Ausgabe 1961. Caldwell: Blackburn. 221 S.
- Mühlenberg M. (1993): Freilandökologie. Heidelberg/Wiesbaden: Quelle & Meyer. 512 S.
- Müller N., Kirmer A. (2009): Verwendung autochthonen Saat- und Pflanzgutes in Thüringen – fachliche Grundlagen und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen. In: Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 46 (2), 65-72.
- Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU Hrsg., 2008): Energieholzproduktion aus der Landwirtschaft. Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Berlin. 69 S.
- Naturschutzbund Deutschland (NABU), Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB), Dziwiaty+Bernardy (Hrsg., 2012): Naturverträgliche Nutzung ökologischer Vorrangflächen – ein Mehrwert für Biodiversität und Landwirtschaft? Kurzfassung der wesentlichsten Ergebnisse. Stand: November 2012. Forschungsbericht der FNR, FNR-FKZ 22007512. 2 S.
- Oberdorfer E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. Stuttgart: Ulmer. 1050 S.
- Partzsch M., Cremer J., Halwaß E. (2006): Acker- und Gartenunkräuter – ein Bestimmungsbuch. Bergen, Dumme: AgriMedia. 303 S.
- Popp P. B. (1886): Flora von Scheyern. Programm der vollständigen Lateinschule im erzbischöflichen Knabenseminare zu Scheyern. Erster Teil. In: Jahres-Bericht der vollständigen Lateinschule im erzbischöflichen Knabenseminare zu Scheyern im Studienjahre 1886/87. Pfaffenhofen a.d. Ilm: Buchdruckerei Herzogs Uwe.
- Popp P. B. (1888): Flora von Scheyern. Programm der vollständigen Lateinschule im erzbischöflichen Knabenseminare zu Scheyern. Zweiter Teil. In: Jahres-Bericht der vollständigen Lateinschule im erzbischöflichen Knabenseminare zu Scheyern im Studienjahre 1888/89. Pfaffenhofen a.d. Ilm: Buchdruckerei Herzogs Uwe.
- Popp P. B. (1890): Flora von Scheyern. Programm der vollständigen Lateinschule im erzbischöflichen Knabenseminare zu Scheyern. Dritter Teil. In: Jahres-Bericht der vollständigen Lateinschule im erzbischöflichen Knabenseminare zu Scheyern im Studienjahre 1890/91. Pfaffenhofen a.d. Ilm: Buchdruckerei Herzogs Uwe.
- Poschlod P. (1991): Diasporenbanken in Böden – Grundlagen und Bedeutung. In: B. Schmidt, J. Stöcklin (Hrsg.): Populationsbiologie der Pflanzen. Basel: Birkhäuser Verlag, S. 15-35.
- Poschlod P., Jackel A.-K. (1993): Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenregens und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. In: Flora 188, 49-71.
- Reichhold A. (1998): Chronik von Scheyern - von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart. Weißenborn: Konrad. 492 S.
- Rohde T. (2006): Himmelsteiche – Dynamik in der Kulturlandschaft. Erhaltung und Verbesserung der zeitlichen und räumlichen Biodiversität in Teichgebieten – Entwicklung neuartiger, naturschutzorientierter Nutzungskonzepte für Teichlandschaften III: Entwicklung der

- Teichwirtschaft in Deutschland. Unveröffentlichte Studie. Schleiz: Landratsamt des Saale-Orla-Kreises. 12 S.
- Rohde T., Auerswald J. (2006): Himmelsteiche – Dynamik in der Kulturlandschaft. Erhaltung und Verbesserung der zeitlichen und räumlichen Biodiversität in Teichgebieten – Entwicklung neuartiger, naturschutzorientierter Nutzungskonzepte für Teichlandschaften II: Fachliche Grundlagen. Unveröffentlichte Studie. Schleiz: Landratsamt des Saale-Orla-Kreises. 80 S.
- Rohde T., Auerswald J., Kober C. (2006): Himmelsteiche – Dynamik in der Kulturlandschaft. Erhaltung und Verbesserung der zeitlichen und räumlichen Biodiversität in Teichgebieten – Entwicklung neuartiger, naturschutzorientierter Nutzungskonzepte für Teichlandschaften I: Beschreibung des Vorhabens. Unveröffentlichte Studie. Schleiz: Landratsamt des Saale-Orla-Kreises. 118 S.
- Sauer E. (1993): Die Gefäßpflanzen des Saarlandes mit Verbreitungskarten. Natur und Landschaft im Saarland, Sonderband 5. Saarbrücken. 708 S.
- Schulte R. (2001): Das Zielarten-Konzept. Ergebnisse des Seminars „Zielarten für den Naturschutz an Fließgewässern – Mehr Raum für Bäche und Flüsse“ vom 19./20. September 2000.
- Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (SKEW, 2009): Empfehlungen für den Anbau und die Verwendung von Pflanz- und Saatgut einheimischer Wildpflanzen. Nyon: CPS-SKEW. 14 S.
- Topographische Karte 1:25.000 (TK 25), Blatt 4918: Frankenberg (Eder), Ausgabe 1970 (auf Basis der Karte der Preußischen Landesaufnahme 1908).
- Umweltbundesamt (UBA Hrsg., 2012): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen. Dessau-Roßlau. 106 S.
- Wäldchen J. (2004): Untersuchungen zur Lebensdauer der Diasporen ausgewählter Segetalpflanzen der Flora Thüringens. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Eberswalde.
- Wäldchen J., Pusch J., Luthardt V. (2005): Zur Diasporen-Keimfähigkeit von Segetalpflanzen. Untersuchungen in Nord-Thüringen. In: Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 39 (4), 145-156
- Wisskirchen R., Haeupler H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Stuttgart: Ulmer. 765 S.

8.9 Quellen zu Kapitel 4.4.3 „Laufkäfer & Spinnen“

- Alderweireldt M. (1994): Spatial distribution and seasonal fluctuations in abundance of spiders (Araneae) occurring on arable land at Melle (Belgium). In: Biologisch Jaarboek - Dodonaea 61, 193-208.
- Almquist S. (2006): Swedish Araneae, part 2 – families Dictynidae to Salticidae. In: Insect Systematics & Evolution, Supplement No. 63, 285-603.
- Arens W. (1984): Untersuchungen zur Biologie, Physiologie und Morphologie des tauchenden Laufkäfers *Blethisa multipunctata* (L.) 1758. Diplomarbeit. Regensburg. 168 S.
- Assmann T., Dormann W., Främbis H., Gürlich S., Handke K., Huk T., Sprick P., Terlutter H. (2003): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae) mit Gesamtartenverzeichnis. 1. Fassung vom 1.6.2002. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 23 (2), 70-95.
- Assmann T., Günther J. M. (2000): Relict populations in ancient woodlands: genetic differentiation, variability and power of dispersal of *Carabus glabratus* (Coleoptera, Carabidae) in North-Western Germany. In: P. Brandmayr, G. Lövei, T. Zetto Brandmayer, A. Casale, A. Vigna Taglianti (Hrsg.): Natural history and applied ecology of carabid beetles. Proceedings of the IX European Carabidologists' Meeting (26-31 July 1998, Camigliatello, Cosenza, Italy). Pensoft Series Faunistica 19. Bulgaria: Pensoft Publishers, 197-206.
- Assmann T., Starke E. (1990): Coleoptera Westfalica: Familie Carabidae, Subfamilie Callistinae, Oodinae, Licininae, Badistrinae, Panagaeinae, Colliurinae, Aephniidiana, Lebiinae, Demetriinae,

- Cymindinae, Dromiinae et Brachininae. In: Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 52 (1), 61 S.
- Baines M., Hamblen C., Johnson P. J., MacDonald D. W., Smith H. (1998): The effects of arable field margin management on the abundance and species richness of Araneae (spiders). In: *Ecography* 21, 74-86.
- Barber H. S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. In: *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 46 (2), 259-267.
- Barndt D., Landeck I., Wiedmann D. (2006): Sukzession der Laufkäferfauna (Col.: Carabidae) in der Bergbaufolgelandschaft Grünhaus (Brandenburg: Niederlausitz). In: *Märkische Entomologische Nachrichten* 8 (1), 81-112
- Barner K. (1937): Die Cicindelliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld I. In: *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 8 (3), 3-34.
- Barner K. (1949): Die Cicindelliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld II. In: *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 12 (2), 1-28.
- Barner K. (1954): Die Cicindelliden und Carabiden der Umgebung von Minden und Bielefeld III. In: *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 16 (1), 3-64.
- Basedow T. (1987): Die Bedeutung von Hecken, Feldrainen und pflanzenschutzmittelfreien Ackerrandstreifen für die Tierwelt der Äcker. In: *Gesunde Pflanzen* 39, 421-429.
- Basedow T. (1997): Eine Untersuchung zur Reaktionsgeschwindigkeit von Populationen epigäischer Raubkäfer (Carabidae und Staphylinidae) auf eine Abnahme der Insektizid-Intensität im Ackerbau. Vergleich von zwei Erhebungen in Hessen, 1986-88 und 1993-95. In: *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11, 373-376.
- Basedow T. (2001): Befunde zur Bedeutung und Nachhaltigkeit des Ökologischen Landbaues aus zoologischer und Ackerbaulicher Sicht. In: *Peckiana* 1, 1-7.
- Basedow T., Rzehak H. (1988): Abundanz und Aktivitätsdichte epigäischer Raubarthropoden auf Ackerflächen – ein Vergleich. In: *Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik* 115, 495-508.
- Bauchhenß E. (1995): Die epigäische Spinnenfauna auf Sandflächen Nordbayerns (Arachnida: Araneae). In: *Zoologische Beiträge Neue Folge* 36 (2), 221-250.
- Beier W., Grube R. (1998): Die Laufkäferfauna von Sandoffenflächen und initialen Sukzessionsstadien auf ehemaligen Truppenübungsplätzen Brandenburgs. In: *Angewandte Carabidologie* 1, 63-72.
- Blick T. (1994): Spinnen (Arachnida: Araneae) als Indikatoren für die Skibelastung von Almflächen. In: *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 23, 251-262.
- Blick T. (1999): Spinnentiere. In: *Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands (VUBD Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. Veröffentlichungen der Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands, Band 1. Nürnberg*, 147-160.
- Blick T. (2000): *Arctosa perita* (Latreille, 1799). In: T. Blick, A. Staudt, U. Raschker (Hrsg.): *Bearbeitung der Artensteckbriefe der Spinnen für das "100-Arten-Programm" des BfN. 10 Spinnenarten: Araneus nordmanni, Arctosa cinerea, A. perita, Atypus affinis, Clubiona norvegica, Eresus cinnaberinus, E. sandaliatus, Hygrolycosa rubrofasciata, Pardosa*. Beitrag zu einem Bericht an das Bundesamt für Naturschutz. Bonn. 6 S.
- Blick T. (2006): Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb. Spinnen (Arachnida: Araneae) in der 3. Umtriebsperiode der Kurzumtriebs-Versuchsfläche Wöllershof (Bayern, Oberpfalz) im Vergleich zu angrenzenden Lebensräumen. Bericht an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising. 26 S.
- Blick T. (2007): Spinnen (Arachnida: Araneae) im 3. Umtrieb der Kurzumtriebs-Versuchsfläche Wöllershof (Bayern, Oberpfalz) im Vergleich zu angrenzenden Lebensräumen. Winter- und Ganzjahresfänge. Bericht an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising. 24 S.

- Blick T. (2009): Spinnentiere (Arachnida: Araneae, Opiliones) eines Energiewaldes bei Kaufering im Vergleich zu angrenzenden Lebensräumen. Bericht an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising. 22 S.
- Blick T. (2011): Abundant and rare spiders on tree trunks in German forests (Arachnida, Araneae). In: Arachnologische Mitteilungen 40, 5-14.
- Blick T., Burger F. (2002): Wirbellose in Energiewäldern. Am Beispiel der Spinnentiere der Kurzumtriebsfläche Wöllershof (Oberpfalz, Bayern). In: Naturschutz und Landschaftsplanung 34 (9), 276-284.
- Blick T., Dorrow W. H. O., Kopelke J.-P. (2012): Die Spinnen (Araneae) des Naturwaldreservates Kinzigau (Hessen). Untersuchungszeitraum 1999-2001. In: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): Kinzigau. Zoologische Untersuchungen 1999-2001, Teil1. Niedernhausen: Elektra Reprographischer Betrieb GmbH, 53-124.
- Blick T., Finch O.-D., Harms K. H., Kiechle J., Kielhorn K.-H., Kreuels M., Malten A., Martin D., Muster C., Nährig D., Platen R., Rödel I., Scheidler M., Staudt A., Stumpf H., Tolke D. (2013 im Druck): Rote Liste der Spinnen Deutschlands (Araneae). In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4).
- Blick T., Fritze M.-A. (1996a): Zoologisches Teilprojekt I. Epigäische Raubarthropoden. Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet des Naturschutzes. Aufbau reichgegliederter Waldränder. Wissenschaftliche Begleituntersuchungen. Zoologie. Abschlussbericht 1989 bis 1995 an das Bundesamt für Naturschutz. Bonn, 131-229.
- Blick T., Fritze M.-A., Muster C. (2011): Spinnentiere (Spinnen, Weberknechte, Pseudoskorpione) und Laufkäfer (Arachnida: Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones; Insecta: Coleoptera: Carabidae) in der 4. Umtriebsperiode der Kurzumtriebs-Versuchsfläche Wöllershof (Bayern, Oberpfalz) im Vergleich zum angrenzenden Wald. Bericht an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising. 27 S.
- Blick T., Luka H., Pfiffner L., Kiechle J. (2008): Spinnen ökologischer Ausgleichsflächen in den Schweizer Kantonen Aargau und Schaffhausen (Arachnida: Araneae) – mit Anmerkungen zu *Phrurolithus nigrinus* (Corinnidae). In: Arachnologische Mitteilungen 35, 1-12.
- Blick T., Pfiffner L., Luka H. (1996b): Erstnachweise von *Centromerus capucinus* und *Lepthyphantes insignis* für die Schweiz (Arachnida: Araneae: Linyphiidae). Arachnologische Mitteilungen 12, 57-60.
- Blick T., Pfiffner L., Luka H. (2000): Epigäische Spinnen auf Äckern der Nordwest-Schweiz im mitteleuropäischen Vergleich (Arachnida: Araneae). In: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 12, 267-276.
- Blick T., Scheidler M. (2003a): Rote Liste gefährdeter Spinnen (Arachnida: Araneae) Bayerns. In: Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 166, 308-321.
- Blick T., Weiss I., Burger F. (2003b): Spinnentiere einer neu angelegten Pappel-Kurzumtriebsfläche (Energiewald) und eines Ackers bei Schwarzenau (Lkr. Kitzingen, Unterfranken, Bayern). In: Arachnologische Mitteilungen 25, 1-16.
- Brauner O., Schulz U. (2011): Laufkäfer auf Energieholzplantagen und angrenzenden Vornutzungsflächen (Carabidae) – Untersuchungen in Sachsen und Brandenburg. In: Entomologische Blätter 107, 31-64.
- Buchar J., Ruzicka V. (2002): Catalogue of spiders of the Czech Republic. Praha: Peres Publishers. 351 S.
- Buchholz S., Hartmann V. (2008): Spider fauna of semi-dry grasslands on a military training base in Northwest Germany (Münster). In: Arachnologische Mitteilungen 35, 51-60.
- Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV, 2005): Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (Bundesartenschutzverordnung – BArtSchV) vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258), zuletzt geändert durch Artikel 22 des Gesetzes zur Neuordnung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542).

- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG, 2009): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148).
- Burger F. (2005): Energiewälder und Ökologie. Positive Auswirkungen auf Flora, Fauna und Boden. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft aktuell 48, 26-27.
- Burger F. (2006): Zur Ökologie von Energiewäldern. In: Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege 79, 74-80.
- Casemir H. (1970): *Silometopus bonessi* n.sp., eine neue Micryphantide, und vergleichende Darstellung der aus Deutschland bekannten Arten der Gattung *Silometopus* E. Simon 1926. (Arachnida: Araneae: Micryphantidae). Tafel 1. In: Decheniana 122 (2), 207-216.
- Colwell R. K. (2013): EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. [<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>].
- Doer D. (2000): Die epigäische Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) verschiedener Sukzessionsstadien auf Industriebrachen im Landschaftspark Duisburg-Nord. Diplomarbeit. Münster. 92 S.
- Dorow W. H. O., Blick T., Kopelke J.-P. (2010): Zoologische Forschung in hessischen Naturwaldreservaten – Exemplarische Ergebnisse und Perspektiven. In: Forstarchiv 81, 61-68.
- Drees C. (2003): Ausbreitung flugunfähiger Arthropoden über Habitatkorridore. Untersuchungen an einer Metapopulation von *Carabus auronitens* (Col., Carabidae) im Münsterland. Münster: Schöningh Verlag. 332 S.
- Dufrêne M., Legendre P. (1997): Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. In: Ecological Monographs 67 (3), 345-366.
- Eisinger D. (1997): Die Käferfauna (Coleoptera) von Forst Lindscheid bei St. Ingbert im Saarland. Beiträge zur Käferfauna und Koleopterologie im Rheinland Festschrift zum siebzigjährigen Bestehen der Arbeitsgemeinschaft Rheinischer Koleopterologen (1927-1997). In: Decheniana-Beiheft 36, 141-184.
- Engelmann H. D. (1978): Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. In: Pedobiologia 18 (5-6), 378-380.
- Entomofauna Germanica (2011): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. Onlinedatenbank. Hrsg. Köhler F. [<http://www.eurocarabidae.de> (30.01.2013)].
- Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22. Juli 1992, S. 7), zuletzt geändert durch Richtlinie 2006/105/EG (ABl. L 363 vom 20. Dezember 2006, S. 368).
- Finch O.-D. (2001): Checkliste der Webspinnen (Araneae) Süd-Niedersachsens. In: Braunschweiger Naturkundliche Schriften 6 (2), 375-406.
- Finch O.-D. (2004): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Webspinnen (Araneae) mit Gesamtartenverzeichnis. 1. Fassung vom 1.7.2004. In: Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 24, Supplement zu 5/2004. 20 S.
- Gack C., Kobel-Lamparski A., Lamparski F. (1999): Spinnenzönosen als Indikatoren von Entwicklungsschritten in einer Bergbaufolgelandschaft. In: Arachnologische Mitteilungen 18, 1-16.
- Gersdorf E., Kuntze K. (1957): Zur Faunistik der Carabiden Niedersachsens. In: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover 103, 101-136.
- Gersdorf E., Kuntze K. (1959): Zur Faunistik der Carabiden Niedersachsens II. In: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover 104, 101-103.
- Gesellschaft für Angewandte Carabidologie e.V. (Hrsg. 2009): Lebensraumpräferenzen der Laufkäfer Deutschlands – Wissensbasierter Katalog. In: Angewandte Carabidologie, Supplement V, 45 S.
- Goßner M., Engel K., Jessel B. (2008): Plant and arthropod communities in young oak stands: are they determined by site history? In: Biodiversity and Conservation 17 (13), 3165-3180.

- Gruppe A., Fusseder M., Schopf R. (1999): Short rotation plantations of aspen and balsam poplar on former arable land in Germany: defoliating insects and leaf constituents. In: *Forest Ecology and Management* 121 (1-2), 113-122.
- Gruttko H., Kornacker P. M., Willecke S. (1998): Effizienz eines neu angelegten Biotopstreifens als Ausbreitungskorridor in der Agrarlandschaft. Ergebnisse einer Langzeitstudie. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): *Die Bedeutung ökologischer Langzeitforschung für Naturschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 58. Bonn-Bad Godesberg, 243-290.
- Hammer D. (1992): Beiträge zur Kenntnis der echten Spinnen im Naturschutzgebiet „Koppstein“/Rhein (Arachnida: Araneae). In: *Fauna Flora Rheinland-Pfalz, Beiheft* 8, 119-132.
- Hänggi A., Stöckli E., Nentwig W. (1995): Lebensräume mitteleuropäischer Spinnen. Charakterisierung der Lebensräume der häufigsten Spinnenarten Mitteleuropas und der mit diesen vergesellschafteten Arten. In: *Miscellanea Faunistica Helvetiae* 4, 1-459.
- Harms K. H. (1994): Ein Nachweis von *Talavera inopinata* in Deutschland (Araneae: Salticidae). In: *Arachnologische Mitteilungen* 8, 53.
- Heimer S., Nentwig W. (1991): *Spinnen Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch*. Hamburg, Berlin: Paul Parey. 543 S.
- Heitjohann H. (1974): Faunistische und ökologische Untersuchungen zur Sukzession der Carabidenfauna (Coleoptera, Insecta) in den Sandgebieten der Senne. In: *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 36 (4), 1-27.
- Hof A. R., Bright P. W. (2010): The impact of grassy field margins on macro-invertebrate abundance in adjacent arable fields. In: *Agriculture, Ecosystems & Environmental* 139 (1-2), 280-283.
- Homburg K. (2012): What is carabids.org about? [<http://www.carabids.org>].
- Jäger P., Staudt A., Schwarz B., Busse C. (2000): Spinnen (Arachnida: Araneae) von Weinbergen und Weinbergsbrachen am Mittelrhein (Rheinland-Pfalz: Boppard, Oberwesel). In: *Arachnologische Mitteilungen* 19, 28-40.
- James F. C., McCulloch C. E. (1990): Multivariate analysis in ecology and systematics: panacea or Pandora's box. In: *Annual Review of Ecology and Systematics* 21, 129-166.
- Kielhorn K.-H. (2010): Neu- und Wiederfunde von Webspinnen (Araneae) in Berlin und Brandenburg, Teil 3. In: *Märkische Entomologische Nachrichten* 12 (1), 133-142.
- Klapkarek N. (1993): Vergleichende ökologische Untersuchungen an der Spinnenfauna (Araneae) des Truppenübungsplatzes Baumholder (Rheinland-Pfalz). Diplomarbeit. Bonn. 174 S.
- Kobel-Lamparski A. (1989): Wiederbesiedlung und frühe Sukzession von flurbereinigtem Reb Gelände im Kaiserstuhl am Beispiel der Spinnen (Araneae), der Asseln (Isopoda) und Tausendfüßler (Diplopoda). In: *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz*, N.F. 14 (4), 895-913.
- Kreuels M., Platen, R. (1999): Rote Liste der gefährdeten Webspinnen (Arachnida: Araneae) in Nordrhein-Westfalen mit Checkliste und Angaben zur Ökologie der Arten. In: R. Wolff-Straub, U. Wasner (Hrsg.): *Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Nordrhein-Westfalen*. 641 S.
- Kuschka V. (2004): *Ackerbrachen als Chance für den Naturschutz? Struktur und Dynamik von Spinnenzönosen der Bodenoberfläche als Indikatoren der Habitatqualität*. München: Ökom Verlag. 183 S.
- Langeveld H., Quist-Wessel F., Dimitriou I., Aronsson P., Baum C., Schulz U., Bolte A., Baum S., Köhn J., Weih M., Gruss H., Leinweber P., Lamersdorf N., Schmidt-Walter P., Berndes G. (2012): Assessing environmental impacts of short rotation coppice (SRC) expansion: model definition and preliminary results. In: *Bioenergy Research* 5 (3), 621-635.
- Larsson, S.G. (1939): Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der Dänischen Carabiden. In: *Entomologiske Meddeleser* 10, 277-560+Appendix.
- Lemke A., Poehling H.-M. (1997): Zum Einfluß von Ackerwildkraustreifen im Winterweizen auf die Abundanz von Getreideblattläusen und Spinnen. In: *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11, 237-240.

- Lindroth C. H. (1992): Ground beetles (Carabidae) of Fennoscandia. A zoogeographic study. Part III: general analysis. With a discussion on biogeographic principles. Andover, UK: Intercept Ltd. 814 S.
- Locket G. H., Millidge A. F. (1951): British spiders volume I. London: Ray Society. 310 S.
- Locket G. H., Millidge A. F. (1953): British spiders volume II. London: Ray Society. 449 S.
- Logunov D. (2001): A redefinition of the genera *Bianor* (Peckham & Peckham, 1885) and *Harmochirus* (Simon, 1885) with establishment of a new genus *Sibianor* gen.n. (Aranei: Salticidae). In: *Arthropoda Selecta* 9 (4), 221-286.
- Lorenz W. M. T. (2003): Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer (Coleoptera Carabidae s.l.) Bayerns. In: Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 166, 102- 111.
- Luka H., Uehlinger G., Pfiffner L., Mühlethaler R., Blick T. (2006): Säume wirken sich positiv auf die Gliedertiere aus. In: *Agrarforschung* 13 (9), 385-391.
- Maas S. (1999): Zur Laufkäferfauna der Bachauen im mittleren Saarland. In: *Angewandte Carabidologie Supplement I*, 55-74.
- Mader H.-J. (1985): Die Sukzession der Laufkäfer- und Spinnengemeinschaft auf Rohböden des Braunkohlereviere. In: *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 16, 167-194.
- Magurran A. E. (2009): *Measuring Biological Diversity*. Oxford: Blackwell Publishing. 260 S.
- Malten A. (1998): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Hessens (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae). Stand November 1997. Hrsg. Hessisches Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz. Wiesbaden. 48 S.
- Malten A. (1999): Araneae (Spinnen). In: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): *Naturwaldreservate in Hessen 5/2.1. Niddahänge östlich Rudingshain. Zoologische Untersuchungen I, 1990 – 1992. Teil 1. Mitteilungen der Hessischen Landesforstverwaltung* 32, 85-197.
- Martens J. (1978): Spinnentiere, Arachnida. Weberknechte, Opiliones. In: K. Senglaub, H.-J. Hannemann, H. Schumann (Hrsg.): *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise*. 64. Teil. Jena: Fischer Verlag. 464 S.
- Maurer R. (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflußbereich von Verkehrsimmissionen. In: *Oecologia* 14 (4), 327-351.
- McAleece N., Gage J. D. G., Lambhead P. J. D., Paterson G. L. J. (1997): *BioDiversity professional statistics analysis software*. [<http://www.sams.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro>].
- Meek B., Loxton D., Sparks T., Pywell R., Pickett H., Nowakowski M. (2002): The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. In: *Biological Conservation* 106 (2), 259-271.
- Mühlenberg M. (1993): *Freilandökologie*. Heidelberg, Wiesbaden: Quelle & Meyer. 512 S.
- Müller-Kroehling S., Burmeister J., Hammerl R. (2013): KUPs als Lebensraum für Waldarten. Gemeinsame Auswertung zweier Vergleichsstudien über die Laufkäferfauna in Kurzumtriebsplantagen, Acker- und Waldflächen. In: *Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft aktuell* 92, 34-37.
- Müller-Motzfeld G. (Hrsg., 2006): *Die Käfer Mitteleuropas. Band 2: Adephaga I: Carabidae*. München: Spektrum Akademischer Verlag. 521 S.
- Nentwig W., Blick T., Gloor D., Hänggi A., Kropf C. (2013): *Spinnen Europas. Version 1.2013*. [Internet: <http://www.araneae.unibe.ch> (17.01.2013)].
- Pekár S. (1997): Changes in epigeic spider community in primary succession on a brown-coal dump. In: *Arachnologische Mitteilungen* 14, 40-50.
- Persohn M., Ludewig H.-H. (2002) Verbreitung der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) im Süden von Rheinland-Pfalz nebst Anmerkungen zur Biologie und Ökologie der Arten. In: *Mitteilungen der Pollichia* 89, 263-307.

- Pfiffner L. (1990): Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftung auf das Vorkommen epigäischer Arthropoden, insbesondere auf Laufkäfer (Col., Carabidae), in Winterweizenparzellen. In: Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 63, 63-76.
- Pfiffner L., Luka H. (1999): Faunistische Erfolgskontrolle von unterschiedlichen Anbausystemen und naturnahen Flächen im Feldbau. Bedeutung des ökologischen Landbaues. In: W. Büchs (Hrsg.): Nicht bewirtschaftete Areale in der Agrarlandschaft – ihre Funktionen und ihre Interaktionen mit landnutzungsorientierten Ökosystemen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin, Dahlem, 57-67.
- Pfiffner L., Luka H. (2000): Erhöhte Laufkäferartenvielfalt durch biologischen Landbau, welche Arten werden dabei gefördert (Col., Carabidae)? In: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 12, 343-346.
- Pfiffner L., Luka H. (2003): Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. In: Basic and Applied Ecology 4 (2), 117-127.
- Pfiffner L., Niggli U. (1996): Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col. Carabidae) and other epigaeic arthropods in winter wheat. In: Biological Agriculture & Horticulture 12 (4), 353-364.
- Pielou E. C. (1984): The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. New York: Wiley-VCH. 288 S.
- Plaisier F. (1997): Zur Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) einer Agrarlandschaft im Emsland. In: Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 59 (4), 125-131.
- Platen R. (1996): Spinnengemeinschaften mitteleuropäischer Kulturbiotope. In: Arachnologische Mitteilungen 12, 1-45.
- Platen R., Blick T., Sacher P., Malten A. (1998): Rote Liste der Webspinnen (Arachnida: Araneae) Deutschlands (Bearbeitungsstand 1996, 2. Fassung). In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55. Bonn-Bad Godesberg, 268-275.
- Platen R., Moritz M., von Broen B. (1991): Liste der Webspinnen- und Weberknechtarten (Arach.: Araneida, Opilionida) des Berliner Raumes und ihre Auswertung für Naturschutzzwecke (Rote Liste). In: A. Auhagen, R. Platen, H. Sukopp (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung und Umweltforschung der TU Berlin, Sonderband 6, 169–205.
- Platen R., von Broen B., Herrmann A., Ratschker U. M., Sacher P. (1999): Gesamtartenliste und Rote Liste der Webspinnen, Weberknechte und Pseudoskorpione des Landes Brandenburg (Arachnida: Araneae, Opiliones, Pseudoscorpiones) mit Angaben zur Häufigkeit und Ökologie. Hrsg. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 8 (2), Beilage. 79 S.
- Platnick N. I. (2013): The world spider catalog. Version 13.5. [<http://research.amnh.org/iz/spiers/catalog/>].
- Roberts M. J. (1985): The spiders of Great Britain and Ireland. Volume I: Atypidae – Theridiosomatidae. Colchester: Harley Books. 250 S.
- Roberts M. J. (1987): The spiders of Great Britain and Ireland. Volume 2: Linyphiidae. Colchester: Harley Books. 204 S.
- Sacher P., Platen R. (2001): Gesamtartenliste und Rote Liste der Webspinnen (Arachnida: Araneae) des Landes Sachsen-Anhalt mit Angaben zur Häufigkeit und Ökologie. In: Abhandlungen und Berichte für Naturkunde 24, 69-149.
- Saska P., Honek A. (2003): Temperature and development of central European species of *Amara* (Coleoptera: Carabidae). In: European Journal of Entomology 100, 509-515.
- Saska P., Honek A. (2004): Development of the beetle parasitoids, *Brachinus explodens* and *B. crepitans* (Coleoptera: Carabidae). In: Journal of Zoology 262 (1), 29-36.
- Saska P., Honek A. (2008): Synchronization of a Coleopteran Parasitoid, *Brachinus* spp. (Coleoptera: Carabidae), and its host. In: Annals of the Entomological Society of America 101 (3), 533-538.

- Schardt M., Burger F., Blick T. (2007): Spinnen reagieren sensibel. Artenvielfalt von Energiewäldern und Ackerland im ökologischen Vergleich. In: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft aktuell 61, 30-31.
- Schardt M., Burger F., Blick T. (2008): Ökologischer Vergleich der Spinnenfauna (Arachnida: Araneae) von Energiewäldern und Ackerland. In: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 16, 131-136.
- Schmidt J., Trautner J., Müller-Motzfeld G. (im Druck): Rote Liste der Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Carabidae). In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4).
- Schnitter P.-H. (1991): Zur Entwicklung von Carabidenzönosen von Acker- und Grünlandbrachen in den Anfangsjahren einer Sukzession. In: E.-G. Mahn, F. Tietze (Hrsg.): Agro-Ökosysteme und Habitatsinseln in der Agrarlandschaft. Wissenschaftliche Beiträge Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1991/6 (P 46). Halle (Saale), 194-199.
- Schröter L., Irmeler U. (1999): Einfluß von Bodenart, Kulturfrucht und Feldgröße auf Carabiden-Synusien der Äcker des konventionell-intensiven und des ökologischen Landbaus. In: Faunistisch-Ökologische Mitteilungen, Supplement 27. 61 S.
- Schüle P., Persohn M., Eisinger D., Maas S. (1997): Rote Liste der in Rheinlandpfalz und im Saarland gefährdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae). In: Decheniana-Beiheft 36, 255-278.
- Schultz W. (1988): Besiedelung junger Düneninseln in der südlichen Nordsee durch Spinnen (Araneida) und Weberknechte (Opiliona). In: Drosera 88 (1/2), 47-68.
- Schultz W. (1997): Spinnen (Arachnida, Araneida) anthropogener und naturnaher Biotope einer Agrarlandschaft im Raum Lingen/Ems. In: Abhandlungen aus dem Landesmuseum der Provinz Westfalen, Museum für Naturkunde 59 (4), 113-124.
- Schulz U., Brauner O., Gruß H. (2009): Animal diversity on short-rotation coppices – a review. In: Agriculture and Forestry Research 59 (3), 171-182.
- Schulz U., Brauner O., Gruß H., Neuenfeldt N. (2008a): Vorläufige Aussagen zu Energieholzflächen aus tierökologischer Sicht. In: Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 42 (2), 83-87.
- Schulz U., Brauner O., Sachs D., Thüning M. (2008b): Insekten an Pappeln und Weiden. Erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS und Auswertung von Wirtspflanzenangaben. In: Verbundforschungsvorhaben DENDROM (Hrsg.): Holzerzeugung in der Landwirtschaft. Schriftenreihe Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung, Band 6. Cottbus, 171-173.
- Schulz U., Gruß H., Hoffmann V. (2008c): Wirbeltiere auf Agrarholzflächen (Säugetiere und Brutvögel). Erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. In: Verbundforschungsvorhaben DENDROM (Hrsg.): Holzerzeugung in der Landwirtschaft. Schriftenreihe Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung, Band 6. Cottbus, 167-169.
- Schwerdtfeger F. (1975): Ökologie der Tiere. Band. 3: Synökologie. Hamburg, Berlin: Paul Parey Verlag. 451 S.
- Staudt A. (1996): Neue Funde der Springspinne *Talavera inopinata* (Araneae: Salticidae) im Saarland. In: Arachnologische Mitteilungen 11, 47-48.
- Staudt A. (2000): Neue und bemerkenswerte Spinnenfunde im Saarland und angrenzenden Gebieten in den Jahren 1996-99. In: Abhandlungen Delattinia 26, 5-22.
- Staudt A. (2008): Checkliste der Webspinnen (Arachnida, Araneae). 2. Fassung. In: Ministerium für Umwelt und Delattinia (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen und Tiere des Saarlandes. Atlantenreihe, Band 4, 531-554.
- Staudt A. (Koord.) (2013): Nachweiskarten der Spinnentiere Deutschlands. Arachnologische Gesellschaft e.V. [<http://www.spiderling.de>].
- Steinborn H.-A., Meyer H. (1994): Einfluss alternativer und konventioneller Landwirtschaft auf Prädatorenfauna in Agrarökosystemen Schleswig-Holsteins (Araneida, Coleoptera: Carabidae, Diptera: Dolichopodidae, Ekpidae, Hyotidae, Microphoridae). In: Faunistisch-Ökologische Mitteilungen 6, 409-438.

- Stippich G. (1994): Extensivierung im Ackerbau: I. Auswirkungen auf Spinnen und Laufkäfer. In: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 9, 125-130.
- Strüve-Kusenbergr R. (1981): Sukzession und trophische Struktur der Bodenfauna von Brachlandflächen. In: Pedobiologia 21 (2), 132-141.
- Sunderland K. D., Topping C. J. (1995): Estimating population densities of spiders in cereals. In: Arthropod natural enemies in arable land 1: Density, spatial heterogeneity and dispersal. In: Acta Jutlandica 70 (2), 13-22.
- Thaler K., Außerlechner J., Mungenast F. (1977): Vergleichende Fallenfänge von Spinnen und Käfern auf Acker- und Grünlandparzellen bei Innsbruck, Österreich. In: Pedobiologia 17, 389-399.
- Thiele H.-U. (1977): Carabid beetles in their environments. A study on habitat selection by adaptations physiology and behaviour. Zoophysiology and ecology. Volume 10. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag. 369 S.
- Tichý L., Holt J., Nejezchlebová M. (2010): JUICE – program for management, analysis and classification of ecological data. 2nd edition of the program manual. Brno. 28 S.
- Trautner J., Assmann T. (1998): Bioindikation durch Laufkäfer – Beispiele und Möglichkeiten. Zielarten – Leitarten – Indikatorarten. Aussagekraft und Relevanz für die praktische Naturschutzarbeit. In: Laufener Seminarbeiträge 8, 169-182.
- Trautner J., Bräunicke M. (1997): Laufkäferzönosen an der umgestalteten Oster im Saarland. Teilergebnisse des wissenschaftlichen Begleitprogramms eines E&E-Vorhabens. In: Natur und Landschaft 72 (9), 390-395.
- Trautner J., Fritze M.-A. (1999): Laufkäfer. In: Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands (VUBD, Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. Veröffentlichungen der Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands, Band 1. Nürnberg, 184-195.
- Trautner J., Müller-Motzfeld G., Bräunicke M. (1997): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands (Coleoptera: Cicindelidae et Carabidae). In: Naturschutz und Landschaftsplanung 29 (9), S. 159-167.
- Volkmar C., Kreuter T. (2006): Zur Biodiversität von Spinnen (Araneae) und Laufkäfern (Carabidae) auf sächsischen Ackerflächen. In: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 15, 97-102.
- Wasner U. (1997): Laufkäfer (Carabidae). In: Landesamt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen (LÖBF), Landesamt für Agrarordnung (LAfAO Hrsg.): Methoden für naturschutzrelevante Freilanduntersuchungen in Nordrhein-Westfalen. 8 S.
- Wiehle H. (1960): Spinnentiere oder Arachnoidea (Araneae). XI: Micryphantidae – Zwergspinnen. In: M. Dahl, H. Bischoff (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. 47. Teil. Jena: Gustav Fischer. 615 S.
- Wunderlich J. (1993): Beschreibung der Springspinne *Talavera inopinata* n. sp. aus Mitteleuropa (Arachnida: Araneae: Salticidae). In: Entomologische Zeitschrift 103, 109-112.

8.10 Quellen zu Kapitel 4.4.4 „Vögel“

- Bauer H.-G., Bezzel E., Fiedler W. (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Band 3. Wiesbaden: Aula.
- Bellebaum J. (2008): Röhrich, Klee gras, Stoppelfeld – überwinternde Feldvögel auf nordostdeutschen Ökolandbauflächen. In: Vogelwelt 129 (2), 85-96.
- Berg A. (2002): Breeding birds in short-rotation coppices on farmland in central Sweden – the importance of Salix height and adjacent habitats. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 90 (3), 265-276.
- Blei P., Gruss H., Schulz U. (2011): Brutvogelfauna auf Robinienplantagen: Alley-Cropping-Streifen und flächiger Kurzumtrieb. In: Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 45 (2), 89-95.

- Blühdorn I. (2001): Zum Brutbestand des Kiebitzes *Vanellus vanellus* im nördlichen Münsterland 1999 im Vergleich zu 1972/73 und 1989/90. In: Vogelwelt 122, 15-28.
- Bos J., Buchheit M., Austgen M., Elle O. (2005): Atlas der Brutvögel des Saarlandes. Hrsg. Ornithologischer Beobachterring Saar. Mandelbachtal. 432 S.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN Hrsg., 2012): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt. Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN. Leipzig. 19 S.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV, 2011): Antwort auf die Frage 2/164 der MdB C. Brehm vom 16.2.2011.
- Deutsche Ornithologen-Gesellschaft (DO-G), Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA Hrsg., 2011): Positionspapier zur aktuellen Bestandssituation der Vögel der Agrarlandschaft. Münster. 14 S.
- Deutscher Rat für Vogelschutz (DRV), Dachverband Deutscher Avifaunisten (DDA Hrsg., 2012): Eckpunktepapier: Regenerative Energiegewinnung und Vogelschutz. Ergebnisse eines Workshops von DRV und DDA am 29. Oktober 2011 in Münster. 6 S.
- Fendrich M. (2008): Biomasse auf Teufel komm raus? Nachwachsende Enregieträger und Biodiversität: NawEnNat. In: Umweltministerium Baden-Württemberg (UM Hrsg.): Einblicke 2008. Journal zur Umweltforschung und Umwelttechnik in Baden-Württemberg. Stuttgart, 10-11.
- Flade M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. Eching: IHW-Verlag. 879 S.
- Fünfstück H.-J., von Lossow G., Schöpf H. (2003): Rote Liste gefährdeter Brutvögel (Aves) Bayerns. In: Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 166, 39-44.
- Glemnitz M., Platen R., Krechel R., Konrad J., Wagener F. (2013). Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? In: Aspects of Applied Biology 118, 153-161.
- Glutz von Blotzheim U. N., Bauer K. M. (1985): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 10/I: Passeriformes (1. Teil), Alaudidae – Hirundinidae. Wiesbaden: Aula. 507 S.
- Gruss H., Schulz U. (2011): Brutvogelfauna auf Kurzumtriebsplantagen. Besiedlung und Habitataignung verschiedener Strukturtypen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 43 (7), 197-204.
- Hegemann A., Salm P., Beckers B. (2008): Verbreitung und Brutbestand des Kiebitzes *Vanellus vanellus* von 1972 bis 2005 im Kreis Soest (Nordrhein-Westfalen). In: Vogelwelt 129 (1), 1-13.
- Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON Hrsg., 2010): Vögel in Hessen. Die Brutvögel Hessens in Raum und Zeit. Brutvogelatlas. Echzell. 526 S.
- Hessische Gesellschaft für Ornithologie und Naturschutz (HGON), Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland (VSW Hrsg., 2006): Rote Liste der bestandsgefährdeten Brutvogelarten Hessens. Stand Juli 2006. Echzell, Frankfurt am Main.
- Hildebrandt C., Ammermann K. (2012): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt. Anbauanforderungen und Empfehlungen des BfN. Hrsg. Bundesamt für Naturschutz. Leipzig. 19 S.
- Hoffmann J., Wittchen U. (2012): Vegetationsstrukturen von Ackerkulturen und Abundanzverlauf der Feldlerche. In: Vogelwarte 50 (4), 274-275.
- Hötter H., Melter J. (2009): Vogelarten der Agrarlandschaft – ausgewählte Beispiele. In: C. Sudfeldt, R. Dröschmeister, M. Flade, C. Grüneberg, A. Mitschke, J. Schwarz, J. Wahl (Hrsg.): Vögel in Deutschland 2009. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V., Bundesamt für Naturschutz, Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten. Münster, 28-29.
- Jedicke E. (1995): Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern. Schnellwachsende Weichlaubhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. In: Mitteilungen aus der NNA 6 (1), 109-119.

- Jedicke E. (1998): Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen aus naturschutzfachlicher Sicht. Aspekte zur Bewertung neuartiger Elemente der Kulturlandschaft. In: Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz (Hrsg.): Biomasse. Umweltschonender Energieträger und Wertstofflieferant der Zukunft. Ökologische Konzepte und Praxis bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Band 27. Stuttgart, 129-139.
- Jenny M. (1990): Territorialität und Brutbiologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft. In: Journal für Ornithologie 131 (3), 241-265.
- Joest R., Illner H. (2011): Nutzungswandel und Vogelschutz in der Agrarlandschaft: Aktuelle Entwicklungen im Vogelschutzgebiet Hellwegbörde (NRW). In: Vogelwarte 49 (4), 259-260.
- Kooiker G., Buckow C. V. (1997): Der Kiebitz. Sammlung Vogelkunde. Wiesbaden: Aula. 144 S.
- Mückschel C., Frede H. G., Köhler W., Kuhlmann F., Otte A., Wolters V. (2004): Wenn sich die Feldlerche vom Acker macht. In: Forschung 29 (1), 24-27.
- NABU-Bundesverband, Bosch & Partner GmbH (Hrsg., 2012): Naturschutzfachliche Anforderungen von Kurzumtriebsplantagen. Praktische Umsetzung von Maßnahmen bei der Neuanlage und Bewirtschaftung von Energieholzflächen (Voruntersuchung). 34 S.
- Pätzold R. (1983): Die Feldlerche. Reihe Neue Brehm-Bücherei, Band 323. Wittenberg: A. Ziemsen Verlag. 144 S.
- Reich M., Rüter S., Rühmkorf H., Matthies S., Tillmann J. E., Krug A., Sodeikat G. (2011): Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft. SUNREG III. Endbericht AZ 105.1-3234/1-7(10). Hannover. 253 S.+Anhang.
- Rösler S., Weins C. (1996): Aktuelle Entwicklungen in der Landwirtschaftspolitik und ihre Auswirkungen auf die Vogelwelt. In: Vogelwelt 117, 169-185.
- Sage R., Cunningham M., Boatman N. (2006): Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. In: Ibis 148 (s1), 184-197.
- Sage R., Cunningham M., Haughton A. J., Mallott M. D., Bohan D. A., Riche A., Karp A. (2010): The environmental impacts of biomass crops: use by birds of *Miscanthus* in summer and winter in Southwestern England. In: Ibis 152 (3), 487-499.
- Schaefer T. (2001): Die Feldlerche *Alauda arvensis* als Brutvogel halboffener Landschaften. In: Vogelwelt 122 (5), 257-263.
- Schulz U., Brauner O., Gruss H., Neuenfeldt N. (2008): Vorläufige Aussagen zu Energieholzflächen aus tierökologischer Sicht. In: Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 42 (2), 83-87.
- Singghi J. (2011): Jeder weitere Hektar ist zuviel. Interview zum Thema Energiepflanzen mit dem NABU-Landwirtschaftsexperten Florian Schöne. In: Naturschutz heute 4, 14-15.
- Südbeck P., Andretzke H., Fischer S., Gedeon K., Schikore T., Schröder K., Sudfeldt C. (Hrsg. 2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell. 792 S.
- Südbeck P., Bauer H.-G., Boschert M., Boye P., Knief W. (2009): Rote Liste und Gesamtartenliste der Brutvögel (Aves) Deutschlands. In: Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (1), 159-227.
- Sudfeldt C., Dröschmeister R., Flade M., Grüneberg C., Mitschke A., Schwarz J., Wahl J. (2009): Vögel in Deutschland 2009. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V., Bundesamt für Naturschutz, Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten. Münster. 66 S.
- Sudfeldt C., Dröschmeister R., Grüneberg C., Jaehne S., Mitschke A., Wahl J. (2008): Vögel in Deutschland 2008. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V., Bundesamt für Naturschutz, Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten. Münster. 66 S.
- Sudfeldt C., Dröschmeister R., Langgemach T., Wahl J. (2010): Vögel in Deutschland 2010. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V., Bundesamt für Naturschutz, Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten. Münster. 54 S.
- Wenzel P., Dalbeck L. (2011): Stoppelbrachen als Lebensraum für überwinterrnde Vögel in der Zülpicher Börde. In: Charadrius 47 (2), 73-78.

8.11 Quellen zu Kapitel 4.4.5 „Regenwürmer“

- Christian E., Zicsi A. (1999): Ein synoptischer Bestimmungsschlüssel der Regenwürmer Österreichs (Oligochaeta: Lumbricidae). In: Bodenkultur 50 (2), 121-131.
- Doran J. W., Zeiss M. R. (2000): Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. In: Applied Soil Ecology 15 (1), 3-11.
- Edwards C. A., Bohlen P. J. (1996): Biology and ecology of earthworms. London: Chapman and Hall. 426 S.
- Jose S. (2012): Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. In: Agroforestry Systems 85 (1), 1-8.
- Nair P. K. R. (2011): Agroforestry systems and environmental quality: introduction. In: Journal of Environmental Quality 40 (3), 784-790.
- Tsonkova P., Böhm C., Quinkenstein A., Freese D. (2012): Ecological benefits provided by alley cropping systems for production of woody biomass in the temperate region: a review. In: Agroforestry Systems 85 (1), 133-152.
- Wright J. P., Gurney W. S. C., Jones, C. G. (2004): Patch dynamics in a landscape modified by ecosystem engineers. In: Oikos 105 (2), 336-348.

8.12 Quellen zu Kapitel 4.4.6 „Fledermäuse“

- Fiske I. J., Chandler R. B. (2011): unmarked: an R package for fitting hierarchical models of wildlife occurrence and abundance. In: Journal of Statistical Software 43 (10), 1-23.
- Jones G., Jacobs D. S., Kunz T. H., Willig M. R., Racey P. A. (2009): Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. In: Endangered Species Research 8 (1-2), 93-115.
- Royle J. A. (2004): N-mixture models for estimating population size from spatially replicated counts. In: Biometrics 60 (1), 108-115.
- Verboom B., Huitema H. (1997): The importance of linear landscape elements for the pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* and the serotine bat *Eptesicus serotinus*. In: Landscape Ecology 12 (2), 117-125.
- Wickramasinghe L. P., Harris S., Jones G., Vaughan N. (2003): Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. In: Journal of Applied Ecology 40 (6), 984-993.
- Wolfrum S., Berninger E., Göcen D., Huber J., Obermeier S., Schmid H., Siebrecht N., Hülsbergen K.-J. (2013): Bestimmung der Fledermausaktivität in Agroforstsystemen und angrenzenden Habitaten mittels N-mixture Modellierung. In: D. Neuhoﬀ, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm, U. Köpke (Hrsg.): Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung. Berlin: Köster, S. 422-423.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Indikator 5 Artenvielfalt und Landschaftsqualität (Statistisches Bundesamt 2013 nach Bundesamt für Naturschutz 2013).....	22
Abbildung 2: Anbau Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (FNR 2012).	23
Abbildung 3: Indikator 4, Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Statistisches Bundesamt 2013).....	24
Abbildung 4: Vielfalt in Raum und Zeit durch extensive Landbausysteme.....	30
Abbildung 5: Mehr Nutzen von einer Fläche kann durch die Identifikation von Schnittmengen begründet werden.	31
Abbildung 6: Mehrnutzungskonzepte – mehr Nutzen von einer Fläche am Beispiel von Agroforstsystemen.....	32
Abbildung 7: Schema Differenzierter Landnutzung in der modernen Landbewirtschaftung (Haber 2003).	33
Abbildung 8: Ungleichgewichte in der Kulturlandschaft aufgrund unzureichender Vernetzung und fehlender bzw. nicht systematisch organisierter Landnutzungsstrategien.	35
Abbildung 9: Der Aufbau nachhaltiger und regional verankerter Landnutzungsstrategien schafft eine „neue“ Balance im Raum und stärkt ein effizientes Kulturlandschaftsmanagement.	36
Abbildung 10: Übersicht der Datenflüsse (farbige Pfeile) von den Modellstandorten (schwarze Kästchen) zu den Forschungspartnern (weiße Kästchen).....	39
Abbildung 11: Besucherzahlen der Internetpräsenz.	45
Abbildung 12: Praxisforschung an den Modellstandorten.	46
Abbildung 13: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Allendorf (Eder).	48
Abbildung 14: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Freising.....	52
Abbildung 15: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Scheyern.	56
Abbildung 16: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Marpingen.	58
Abbildung 17: Lage der Samtgemeinde Spelle (Samtgemeinde Spelle 2013).	62
Abbildung 18: ELKE-Modellflächen und Untersuchungsumfang am Standort Spelle.	64
Abbildung 19: Beprobungsschema Agroforst Scheyern.	77
Abbildung 20: Baumarten und die daneben eingezeichneten Polygone mit Schattenseite (a1, b1) und Sonnenseite (a2, b2) der einzelnen Abschnitte für den Schlag A20 (Ochsenbauer 2012). Agrarstreifen A mit Schattenseite a1 und Sonnenseite a2, Agrarstreifen B mit Schattenseite b1 und Sonnenseite b2.	78
Abbildung 21: Modellierter Biomasseertrag (mod.) und gemessener Biomasseertrag (2012) der Baumarten bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen. Fehlerbalken repräsentieren die Standardabweichung.	79
Abbildung 22: Boxplots aus Daten von allen drei Messterminen in 3 Meter breiten Distanzklassen von 0 bis 15 Meter für die Schatten- und Sonnenseite des Abschnitts A (Ochsenbauer 2012).	81
Abbildung 23: Boxplots der interpolierten REIP-Werte aus der dritten Messung zu den einzelnen Baumarten (Ochsenbauer 2012).....	81
Abbildung 24: Gegenüberstellung der tatsächlichen Erträge aus der Handernte (Ertrag Transekt) und geschätzte Erträge (Ertrag REIP), gemittelt für die Transektreihen längs der Gehölzstreifen (Ochsenbauer 2012).	82
Abbildung 25: Ganzbaumernte mit dem „Stemster“ am Standort Allendorf (Wangert 2012).	87
Abbildung 26: Annuitäten der Szenarien aller Standorte und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	93
Abbildung 27: Annuitäten der Szenarien am Standort Allendorf und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	95
Abbildung 28: Annuitäten der Einzelkulturen am Standort Allendorf.	96
Abbildung 29: Annuitäten der ackerbaulichen Einzelkulturen am Standort Scheyern.....	97
Abbildung 30: Annuitäten der Szenarien am Standort Scheyern und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	98
Abbildung 31: Annuitäten der Agrarholz-Einzelkulturen am Standort Scheyern.	99
Abbildung 32: Annuitäten der Szenarien am Standort Marpingen und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	100
Abbildung 33: Annuitäten der Einzelkulturen am Standort Marpingen.....	101
Abbildung 34: Annuitäten der Szenarien am Standort Spelle und entgangener Gewinn des ELKE-Szenarios.	102
Abbildung 35: Annuitäten der Einzelkulturen am Standort Spelle.	103
Abbildung 36: Finanzierungsmodelle (Czybulka et al. 2009, S. 252)	105
Abbildung 37: Neuregelungen in der Prüfungskaskade des BNatSchG 2010 und der möglichen Operationalisierung in der Praxis.....	110
Abbildung 38: Kohlenstoffgehalt [%] auf der a) Miscanthusfläche und der b) ProLoc-Fläche in Marpingen in den untersuchten Beprobungstiefen. Dargestellt sind die vier verschiedenen Beprobungstermine. Beide Flächen wurden 2009 nach der ersten Beprobung etabliert.....	125
Abbildung 39: Kaliumgehalte [mg kg ⁻¹] auf der Miscanthusfläche (a) und der ProLoc-Fläche (b) in Marpingen an den verschiedenen Beprobungsterminen im Oberboden (0-10 cm Bodentiefe). Die Etablierung der Kulturen fand 2009 nach der ersten Beprobung statt.....	127
Abbildung 40: Lage der einzelnen Untersuchungsflächen am Teilstandort Haine (Erläuterung der Abkürzungen siehe Tabelle 28).	132
Abbildung 41: Markierte Bäume und Bodenbeprobungspunkte am Teilstandort Rennertehausen (OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang).....	135
Abbildung 42: Kohlenstoffvorrat im Boden des Teilstandortes Haine in Abhängigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte; Fehlerbalken = Standardabweichungen; n = 4 bzw. 12 (ACK)).	138

Abbildung 43: Gehalt an heißwasserextrahierbarem Kohlenstoff (C_{hw}) im Boden des Teilstandortes Haine in Abhängigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardabweichungen, $n = 4$ bzw. 12 (ACK)).	139
Abbildung 44: Gehalt an heißwasserextrahierbarem Stickstoff (N_{hw}) im Boden des Teilstandortes Haine in Abhängigkeit der verschiedenen Landnutzungsformen, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardabweichungen, $n = 4$ bzw. 12 (ACK)).	140
Abbildung 45: In der Wurzelmasse gebundener Kohlenstoffvorrat im November 2011 bei verschiedenen Landnutzungsformen am Teilstandort Haine, getrennt nach den Tiefenstufen 0-30 und 30-60 cm (Mittelwerte, Fehlerbalken = Standardabweichungen, $n = 4$).	140
Abbildung 46: Auf Basis von Meßwerten interpolierte, flächenhafte Darstellung a) der Baumhöhe zu Beginn der Vegetationsperiode im April 2012, b) der Baumhöhe zum Ende der Vegetationsperiode im Oktober 2012, c) des Höhenzuwachses während der Vegetationsperiode 2012, d) des Zuwachses des Brusthöhendurchmessers während der Vegetationsperiode 2012 am Teilstandort Rennertehausen.	143
Abbildung 47: Auf Basis von Meßwerten interpolierte, flächenhafte Darstellung a) des Kohlenstoff- und b) Stickstoffgehaltes der Pappelblätter im August 2012 am Teilstandort Rennertehausen.	144
Abbildung 48: Auf Basis von Meßwerten interpolierte, flächenhafte Darstellung a) des Phosphor-, b) Kalium-, c) Magnesium- und d) Kalziumgehaltes der Pappelblätter im August 2012 am Teilstandort Rennertehausen.	145
Abbildung 49: Niederschlagsverteilung während der Vegetationsperiode des Untersuchungsjahres von April bis September 2012 (Wetterstation Burgwald-Bottendorf (Entfernung zum Versuchsstandort ca. 8 km); Quelle: Deutscher Wetterdienst.	147
Abbildung 50: Verlauf der Bodenfeuchtigkeit [Vol%] von April bis September 2012 am Teilstandort Rennertehausen (Tagesmittelwerte) in A) 10 cm und B) 30 cm Bodentiefe in Abhängigkeit der Hangposition (OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang).	148
Abbildung 51: Räumliche Verteilung des morgendlichen Wasserpotenzials am a) 14.06.2012 und b) 31.08.2012 am Teilstandort Rennertehausen.	149
Abbildung 52: Verteilung der Aggregatfraktionen [$g\ 100\ g^{-1}$ Feinboden] in Scheyern. Verglichen wurden die Agrarholzstreifen mit den dazwischenliegenden Ackerstreifen auf den Schlägen A19 und A20. Feinboden bezieht sich auf den Boden nach der Stein und Sandkorrektur.	154
Abbildung 53: Verteilung des Kohlenstoffs [$g\ 100\ g^{-1}$ Feinboden] in den Aggregatfraktionen. Verglichen werden die Agrarholzstreifen mit den Ackerstreifen auf a) dem Schlag A19 und b) auf dem Schlag A20. Feinboden bezieht sich auf die Aggregatfraktion nach Abzug des Stein und des Sandgehaltes.	155
Abbildung 54: POM-C [$g\ C\ kg^{-1}$ Boden] Anteile der drei POM-Fraktionen am Gesamtboden. Verglichen werden Agrarholzsysteme und konventionell bewirtschaftete Ackerflächen in Scheyern in a) 0-10 cm Bodentiefe und b) 10-30 cm Bodentiefe.	155
Abbildung 55: a) Verteilung der Aggregatfraktionen [$g\ 100\ g^{-1}$ Feinboden] auf der 2009 in Marpingen etablierten Miscanthusfläche in den beiden Untersuchungsjahren 2010 und 2011 und auf einer ökologisch bewirtschafteten Ackerfläche. b) Kohlenstoffanteile der Aggregatfraktionen am Feinboden [$g\ C\ 100\ g^{-1}$ Feinboden]. Feinboden bezieht sich auf die Aggregatfraktion nach Abzug des Stein und des Sandgehaltes.	157
Abbildung 56: POM-C-Anteile der drei POM-Fraktionen am Gesamtboden [$g\ C\ kg^{-1}$ Boden] auf der 2009 etablierten ProLoc-Fläche in Marpingen in den Untersuchungsjahren 2010 und 2012 im Oberboden.	158
Abbildung 57: POM-Fraktionierung auf der Miscanthusfläche a) POM-Fraktionen in 0-5 cm, b) C-Gehalte der POM-Fraktionen in 0-5 cm (mit Schraffur der miscanthusbürtige Anteil), c) POM-Fraktionen in 20-30 cm, d) C-Gehalte der POM-Fraktionen in 20-30 cm (mit Schraffur der miscanthusbürtigen Anteile), e) POM-Fraktionen in 50-75 cm, f) C-Gehalte der POM-Fraktionen in 50-75 cm (mit Schraffur der miscanthusbürtige Anteil).	159
Abbildung 58: POM-C-Anteile der drei POM-Fraktionen am Gesamtboden zwischen den beiden Untersuchungsjahren 2011 und 2012 auf den Agrarholzfläche Zur Mühle und der beackerten Referenzfläche in Spelle, a) in 0-10 cm Bodentiefe und b) in 10-30. Die Agrarholzfläche Zur Mühle wurde im Frühling 2011 etabliert.	160
Abbildung 59: Standortheterogenität der Versuchsflächen in Scheyern; links: Ergebnisse der Bodenschätzung, rechts: Höhenlinien.	169
Abbildung 60: C_t -Gehalte [%] der Böden der Forstflächen (grüner Rahmen) und der Ackerflächen (Mais) im Jahr 2009 auf dem Schlag A20 (integrierter Landbau), Lage der Testflächen innerhalb eines Transekte siehe Abbildung 9.	170
Abbildung 61: C_{hw} -Gehalte [$g\ kg^{-1}$ TM] der Böden der Forstflächen (grüner Rahmen) und Ackerflächen (Mais) im 2009 auf dem Schlag A20 (integrierter Landbau).	171
Abbildung 62: Wurzelsystem der Pappel Max 3 und Erle (3-jährig). Querschnitt einer Doppelreihe im Agroforstsystem.	174
Abbildung 63: Modellierung des hydrologischen Abflusses ohne (links) und mit (rechts) Einfluss der Gehölze (Birke 2012).	175
Abbildung 64: Entwicklung der für Robinie berechneten mittleren C-Subfaktoren über die vier Jahre (2009-2012) (Birke 2012).	176
Abbildung 65: Für Robinie berechnete Jahres-C-Faktoren (Birke 2012).	177
Abbildung 66: Im GIS berechnete Bodenabträge [$t\ ha^{-1}a^{-1}$] der vier Ackerschläge A12, A13, A19 und A20 mit Berücksichtigung der Gehölzstreifen (Weide) (Birke 2012).	178
Abbildung 67: Struktur, Input und Output der Systeme in Scheyern. Die schwarzen Streifen in 1b und 1d verdeutlichen die Gehölzstreifen.	184
Abbildung 68: Entwicklung der Artenzahlen und Verteilung der Habitatpräferenzen der Arten in den Vegetationsaufnahmen der Energieholzkulturen am Standort Haine als unechte Zeitreihe (Allendorf/Hessen).	223
Abbildung 69: Mittlere Artenanzahl (AZ) in der Krautschicht der Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (Jahresmittelwerte aus 4 Dauerquadraten á 25 m ² , dargestellt	

sind die Randmittel und Vertrauensintervalle als Ergebnis der Auswertung mit einem Verallgemeinerten Linearen Modell).	237
Abbildung 70: Strukturelle Diversität in der Vegetation der Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (Shannon-Wiener-Diversitätsindex (HS), errechnet aus den Deckungsgradsummen für die Strukturtypen: Gehölze, Kulturpflanzen (<1,5 m), Gräser, Kräuter, Moos, Streu und Offenboden.	237
Abbildung 71: Strukturelle Zusammensetzung in der Vegetation der Agrarholzstreifen (Pappel) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2012 (relative Anteile der Strukturtypen: Gehölze, Kulturpflanzen (<1,5 m), Gräser, Kräuter, Moos, Streu und Offenboden, unter Berücksichtigung der Mehrschichtigkeit).	239
Abbildung 72: Beschattung gemessen als Blattflächenindex (LAI) an der Bodenoberfläche der Agrarholzstreifen im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2012 (Acker 1 und 2 sowie Grünland waren zum Messtermin frisch beerntet).	240
Abbildung 73: Artenzusammensetzung in der Vegetation der Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2012 (Kanonische Korrespondenzanalyse, die Achsen repräsentieren die zwei größten Varianzfaktoren (durch die Artmächtigkeit der einzelnen Arten bestimmt), die Richtung und Verortung der Pfeile geben die relative Ähnlichkeit (gleiche Richtung, Nähe) oder Unterschiedlichkeit (entgegengesetzte Richtung, Ferne) an).	240
Abbildung 74: Über die Artmächtigkeit gemittelter Licht-Zeigerwert (L) der Vegetation in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (errechnet aus den Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, Zeigerwertangaben Ellenberg (1996), dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	242
Abbildung 75: Über die Artmächtigkeit gemittelter Temperatur-Zeigerwert (T) der Vegetation in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (errechnet aus den Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, Zeigerwertangaben Ellenberg (1996), dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	243
Abbildung 76: Über die Artmächtigkeit gemittelter Feuchte-Zeigerwert (F) der Vegetation in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (errechnet aus den Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, Zeigerwertangaben Ellenberg (1996), dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	243
Abbildung 77: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt Acker in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	244
Abbildung 78: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt Grünland in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	245
Abbildung 79: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt Ruderalflächen in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	246
Abbildung 80: Summe der Artmächtigkeit der Einzelarten mit dem Verbreitungsschwerpunkt walddnahe Staudenfluren in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (soziologische Bindung (Oberdorfer 2001), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	247
Abbildung 81: Summe der Artmächtigkeit der Blühpflanzen in den Agrarholzstreifen (AH) im Vergleich zu Referenzbiotopen im Untersuchungsgebiet Scheyern 2011 und 2012 (Klassifikation der Blühphänologie bzw. der Befruchtungsart nach Jäger (2011) und Jäger et al. (2013), Deckungsgradsummen für vorkommende Arten, gemittelt über 4 Wiederholungen und drei Termine, dargestellt sind Randmittel aus dem Verallgemeinerten Linearen Modell).	248
Abbildung 82: Gesamt-Artenzahlen Marpingen 2011/2012.	252
Abbildung 83: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Marpingen 2011.	254
Abbildung 84: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Marpingen 2012.	255
Abbildung 85: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Marpingen 2011/2012.	256
Abbildung 86: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Marpingen 2011/2012.	258
Abbildung 87: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Agrarholz-Flächen im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.	260
Abbildung 88: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen [%] der Artengruppen der Öko-Äcker im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.	261

Abbildung 89: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen [%] der Artengruppen der Miscanthus-Fläche im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.....	262
Abbildung 90: Potenzialanalyse Marpingen – Exklusiv-Vorkommen von Arten unterschiedlicher ökologischer Artengruppen in den verschiedenen Landnutzungs-Systemen bezogen auf die Referenzbiotope.	264
Abbildung 91: Gesamt-Artenzahlen Spelle 2011/2012.....	271
Abbildung 92: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Spelle 2011.....	272
Abbildung 93: Artenzahlen der Untersuchungsflächen Spelle 2012.....	273
Abbildung 94: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Spelle 2011/2012.....	274
Abbildung 95: Prozentuale Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Spelle 2011/2012.....	275
Abbildung 96: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Blühstreifen im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.....	277
Abbildung 97: Gesamt-Deckungsgradsummen und prozentuale Anteile der Deckungsgradsummen der Artengruppen der Agrarholz-Fläche im Vergleich zum konventionellen Acker. F11: Frühjahr 2011, S11: Sommer 2011, F12: Frühjahr 2012, S12: Sommer 2012.....	278
Abbildung 98: Potenzialanalyse Spelle – Exklusiv-Vorkommen von Arten unterschiedlicher ökologischer Artengruppen in den verschiedenen Landnutzungs-Systemen bezogen auf die Referenzbiotope.	280
Abbildung 99: Karte von 1870 mit Bezeichnung des heutigen Modellstandorts als Breiteloh.	306
Abbildung 100: Verteilung der Diasporen-Mengen in den Einzelproben von Allendorf-Haine 2011.....	308
Abbildung 101: Verhältnis der Diasporen sonstiger und landwirtschaftlich problematischer Sippen in den Einzelproben Allendorf-Haine 2011.....	309
Abbildung 102: Landwirtschaftlicher Risiko-Index der Bodensamenbank Allendorf-Haine 2011 für 13 Probepunkte. Die blaue Linie markiert ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Diasporen sonstiger und landwirtschaftlich kritischer Arten.	310
Abbildung 103: Auszug aus der Topographischen Karte von Scheyern um 1810. Deutlich zu erkennen ist die Holznutzung (blau umgrenzt) auf dem Flurstück des heutigen Schlages A12 (Ausschnitt rot umgrenzt).	312
Abbildung 104: Floristische Kartierung der in Scheyern erfassten Sippen.	313
Abbildung 105: Sippen- und Gesamtdiasporenanzahl in den Profilen 12-001 bis 12-004 im landwirtschaftlichen Schlag Scheyern A12.....	316
Abbildung 106: Verteilung der Diasporen-Anzahlen innerhalb der Profilproben im Schlag Scheyern A12 (blau: Gesamt-Diasporenanzahl, rot: Diasporen landwirtschaftlich problematischer Sippen).....	316
Abbildung 107: Verteilung der Sippen-Anzahlen innerhalb der Profilproben im Schlag Scheyern A12.....	317
Abbildung 108: Topografische Lage und Diasporen-Verteilung der Profilproben in Scheyern A12: Sc_12-001 und Sc_12-004 befinden sich am Hangfuß, Sc_12-002 und Sc_12-003 auf dem Plateau erhoben, welches von Sc_12-003 zu Sc_12-002 leicht abfällt. Der Pfeil kennzeichnet die Nord-Süd-Richtung.	317
Abbildung 109: Erosionsreihe - Anordnung der Profilproben nach der Abtragsstärke in Scheyern A12.	318
Abbildung 110: Anordnung der Profilproben in Scheyern A12 nach abnehmender Beeinflussungsstärke durch Energieholzhecken.....	319
Abbildung 111: Mittlerer Risiko-Index der Profilproben 12-003, 12-004, 12-001 und 12-002 in Scheyern A12.	319
Abbildung 112: Sippen- (links) und Gesamtdiasporenanzahl (rechts) in den Profilen von Scheyern A12.	321
Abbildung 113: Verteilung der Diasporen-Anzahlen innerhalb der Profilproben Scheyern A13 (blau: Gesamt-Diasporenanzahl, rot: Diasporen landwirtschaftlich problematischer Sippen).....	321
Abbildung 114: Verteilung der Sippen-Anzahlen innerhalb der Profilproben Scheyern A12.	322
Abbildung 115: Topografische Lage und Diasporen-Verteilung der Profilproben im Schlag Scheyern A13: Sc_13-001 befindet sich am nördlichen Hangfuß, Sc_13-003 davon oberhalb am östlichen Hangfuß und Sc_13-002 am Oberhang. Der Pfeil kennzeichnet die Nord-Süd-Richtung.	322
Abbildung 116: Bestandsentwicklung der Kornblume <i>Cyanus segetum</i> in einer Miscanthus-Anbaukultur und einer nördlich daran angrenzenden Ackerfläche am Modellstandort Marpingen 2010-2011. Beide Flächen sind durch Teilung aus einer ehemals einheitlich bewirtschafteten Fläche hervorgegangen.	327
Abbildung 117: Jährliche Verteilung der knospenden, blühenden und fruchtenden Individuen der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>) in zwei benachbarten Anbaukulturen in der Projektregion Marpingen 2010- 2012 – deutlich ist die Ausbildung eines 2. Blütenschwerpunkts der Kornblume nach früherer Beerntung eines Wildkräutergemenges im Spätsommer 2011 auf der Fläche „N Miscanthus“ zu erkennen: knospende und fruchtende Individuen sind deutlich voneinander getrennt, zwischen beiden Zuständen vermittelnde blühende Individuen fehlen weitgehend.....	328
Abbildung 118: Entwicklung der Samentracht der Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>) pro Quadratmeter in verschiedenen Energiepflanzen-Kulturen.	329
Abbildung 119: Kornblume (<i>Cyanus segetum</i>) (1) in Miscanthus-Kultur, (2) in Getreideanbau, (3) in Wildblumenmischung.	329
Abbildung 120: Bestandsentwicklung des Acker-Löwenmauls (<i>Misopates orontium</i>) in zwei benachbarten Anbaukulturen in der Projektregion Marpingen. Innerhalb der 2010 bereits seit 2 Jahren bestehenden Miscanthus-Kultur konnten jeweils keine Individuen der Art nachgewiesen werden.	331
Abbildung 121: Lage der Punktproben am Brahmhof 2010: die Punktproben sind beginnend von der rechten (hofseitigen) Ecke des grau markierten Feldstücks entgegen dem Uhrzeigersinn fortlaufend nummeriert.	332

Abbildung 122: Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Punktproben am Brahmhof 2010: die Punktproben 12 & 13 kennzeichnen Parzelle 9 (N & S), die Punktproben 11 & 14 die Parzelle 8 (N & S), die Punktproben 9, 15 und 16 die Parzelle 7 (N & S).....	333
Abbildung 123: Vertikale Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Profilproben 001 und 002 am Brahmhof 2011. Die Profiltiefen sind auf der x-Achse, die Anzahl der Sippen bzw. Diasporen auf der y-Achse dargestellt)	334
Abbildung 124: Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Punktproben 001 bis 006 am 09.03.2011 und 16.08.2011.	335
Abbildung 125: Verteilung der Sippen- und Diasporen-Anzahlen innerhalb der Punktproben 001 bis 006 am 09.03.2011 und 16.08.2011.	336
Abbildung 126: Verteilung der Sippen- und Gesamtdiasporen-Anzahl in den Profiltiefen 01 bis 07 der Profilprobe 007.....	336
Abbildung 127: Gelbilder der populationsgenetischen Untersuchungen von Individuen der Kornblume. Die Standorte Marpingen, Scheyern und Spelle sind durch rote Banden voneinander getrennt (von links nach rechts). In der oberen Bildmitte (Bild oben, Gel_V8) bzw. in der unteren Bildmitte (Bild unten, Gel_VA7) ist jeweils eine Bande erkennbar, die mehr oder weniger auf Individuen vom Standort Scheyern beschränkt bleibt.	338
Abbildung 128: Grafische Darstellung der Sägezahnhypothese für den Standort Allendorf.	343
Abbildung 129: Grafische Darstellung der Permeabilitätshypothese für den Standort Scheyern, AGF = Agrarholzfläche.	344
Abbildung 130: Abhängigkeit der Laufkäferartenzahl von der Fallenzahl in Trockenrasen (2 Fangmonate, Callistus o.J.: Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).	346
Abbildung 131: Aufsummierte Artenzahlen im Jahresverlauf in einer Acker-Waldlandschaft (Callistus o.J.: Michael-Andreas Fritze, Theo Blick).	347
Abbildung 132: Lage der Untersuchungsflächen und Bodenfallen; ACK = Acker, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Energieholz im Kurzumtrieb, KUV = Vorgewende, WAL = Wald, WIE = Wiese.....	353
Abbildung 133: Lage der Richtungsfallen in den Energieholzflächen und angrenzenden Flächen am Modellstandort Allendorf/Haine.....	354
Abbildung 134: Eklektoren für 2 – 6 cm (links) und für Stammdurchmesser >6 cm (rechts).	355
Abbildung 135: Lage der Bodenfallen in den Agrarholzstreifen und Referenzflächen. AC1 = Acker 1, AC2 = Acker 2, BRA = Brache, KU1-KU3 = Agrarholz im Kurzumtrieb, SAU = Saum, WAR = Waldrand, WAL = Wald, WIE = Wiese.....	357
Abbildung 136: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf im Untersuchungsjahr 2011 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.....	365
Abbildung 137: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf im Untersuchungsjahr 2012 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.....	366
Abbildung 138: Individuenanteile der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Wäldern (alle Waldtypen zusammen genommen) im Untersuchungsjahr 2011 (grün) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, rotbraun) für die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf; ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = Buchen-Eichenmischwald, WIE = Wirtschaftswiese.....	368
Abbildung 139: Individuenanteile von Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern im Untersuchungsjahr 2011 (gelb) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, blau) für die Untersuchungsflächen am Standort Allendorf; ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = Buchen-Eichenmischwald, WIE = Wirtschaftswiese.....	369
Abbildung 140: Individuenanteile von Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern (ACK), Kulturflächen (KUL), offenen Trockenstandorten (TRO) und Wäldern (alle Waldtypen zusammen genommen) (WAL) im Untersuchungsjahr 2011 in den Agrarholzflächen; KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit).	369
Abbildung 141: Individuenanteile von Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern (ACK), Kulturflächen (KUL), offenen Trockenstandorten (TRO) und Wäldern (alle Waldtypen zusammen genommen) (WAL) im Untersuchungsjahr 2012 in den Agrarholzflächen; KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit).	370
Abbildung 142: Schematische Darstellung eines Richtungsfallenpaares. Die richtungsrelevanten Fallen sind blau markiert. Eine als gerichtete Bewegung von Offenlandarten gewertete Laufaktivität, ausgehend von der Fläche 1, erfolgt für beide Richtungsfalleneinheiten jeweils nur für die Fangergebnisse der Falle 4, für die Waldarten der Fläche 2 analog jeweils nur für Falle 2.	371
Abbildung 143: Gerichtete Wanderbewegungen von Laufkäfern zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die weiteste Distanz zur Nachbarfläche aufweist.....	372
Abbildung 144: Gerichtete Wanderbewegungen von Laufkäfern zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die kürzeste Distanz zur Nachbarfläche aufweist.	373
Abbildung 145: Verteilung der Spinnenarten auf die Untersuchungsflächen im Untersuchungsjahr 2011 am Standort Allendorf auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen	

Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.....	378
Abbildung 146: Verteilung der Spinnenarten auf die unterschiedlichen Untersuchungsflächen im Untersuchungsjahr 2012 am Standort Allendorf auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); ACK = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden von 0-3 Jahren Standzeit), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.....	379
Abbildung 147: Verteilung der im Untersuchungsjahr 2011 erfassten Individuen nach Schwerpunktorkommen.....	380
Abbildung 148: Verteilung der im Untersuchungsjahr 2012 erfassten Individuen nach Schwerpunktorkommen.....	381
Abbildung 149: Gerichtete Wanderbewegungen von Spinnentieren zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die weiteste Distanz zur Nachbarfläche aufweist (2012).....	384
Abbildung 150: Gezielte Wanderrichtungen von Spinnentieren zwischen angrenzenden Untersuchungsflächen, bezogen auf maximale bzw. minimale Individuenzahlen eines bestimmten Schwerpunktorkommens in der Einzelfalle, welche innerhalb eines Richtungsfallenpaares die kürzeste Distanz zur Nachbarfläche aufweist (2012).	385
Abbildung 151: Verteilung der gefangenen Individuen auf offene Agrarbiotope (ACK, WIE, BRA) und Agrarholzflächen einschließlich Vorgewende; dargestellt sind alle Arten, die über beide Untersuchungsjahre mit mindestens 50 Individuen erfasst wurden.....	392
Abbildung 152: Aktuelle Häufigkeiten und langfristige Bestandstrends der in den Agrarholzflächen (einschließlich Vorgewende) nachgewiesenen Webspinnenarten.....	393
Abbildung 153: Arthropoden Klassen und Ordnungen in den Baum-Elektoren (adulte Tiere und Larven/Juvenile).	394
Abbildung 154: Bestandsentwicklung der Klassen bzw. Ordnungen mit mehr als 100 nachgewiesenen Individuen (adulte Tiere und Laven).	396
Abbildung 155: Verteilung der unterschiedlichen Trophieebenen im Untersuchungsgebiet Allendorf (adulte Tiere und Larven/Juvenile).....	397
Abbildung 156: Trophieebenen in den drei Bestandsaltersklassen (adulte Tiere und Larven/Juvenile).....	398
Abbildung 157: Artenerfassungsgrade der drei Untersuchungen (BF = Bodenfallen, KF = Kreuzfallen, Baum = Baum-Elektoren) in Haine/Allendorf (links Laufkäfer, rechts Spinnen).....	401
Abbildung 158: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2011 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1 = Kartoffelacker, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 3 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 3 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Kartoffelacker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	404
Abbildung 159: Verteilung der Laufkäferarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2012 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 4 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 4 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Acker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	405
Abbildung 160: Individuenanteile der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Wäldern im Untersuchungsjahr 2011 (grün) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, rotbraun) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	407
Abbildung 161: Individuenanteile der Laufkäferarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern im Untersuchungsjahr 2011 (gelb) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, blau) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	408
Abbildung 162: Verteilung der Spinnen- und Weberknechtarten auf die unterschiedlichen Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2011 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1 = Kartoffelacker, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 3 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 3 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Kartoffelacker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.....	413
Abbildung 163: Verteilung der Spinnen- und Weberknechtarten auf die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern im Untersuchungsjahr 2012 auf der Basis einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) (dargestellt sind die Ergebnisse für die einzelnen Bodenfallen (farbig markiert)); AC1, AC2 = Wintergetreidefeld, BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden mit 4 Jahren Standzeit), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden mit 4 Jahren Standzeit), SAU = Saum zwischen Wiese und Acker, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	414

Abbildung 164: Individuenanteile der Spinnentierarten mit Schwerpunktorkommen in Wäldern im Untersuchungsjahr 2011 (grün) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, rotbraun) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.....	417
Abbildung 165: Individuenanteile der Spinnentierarten mit Schwerpunktorkommen in Äckern im Untersuchungsjahr 2011 (gelb) sowie Zu- bzw. Abnahmen im Untersuchungsjahr 2012 (prozentuale Differenz 2012-2011, blau) für die Untersuchungsflächen am Standort Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	418
Abbildung 166: Monatsmittel der Tagestemperaturen in Marpingen.	422
Abbildung 167: Feuchtigkeitsanspruch und Waldbindung der Laufkäfer bezüglich der Verteilung der Individuen (Untersuchungsjahre 2011 und 2012).	428
Abbildung 168: Waldbindung der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen pro Untersuchungsfläche und Jahr.	434
Abbildung 169: Nachweise von fünf seltenen bzw. gefährdeten Spinnenarten in Deutschland (Staudt 2013, Stand 20.5.2013).	437
Abbildung 170: Clusteranalyse der Laufkäferdaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index.	440
Abbildung 171: Clusteranalyse der Spinnendaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index....	441
Abbildung 172: Bedeutung der Nutzungs- und Lebensraumtypen für Laufkäfer unterschiedlicher ökologischer Ansprüche....	442
Abbildung 173: Laufkäferarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Marpingen, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 97 Arten).	445
Abbildung 174: Spinnenarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Marpingen, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 183 Arten).	445
Abbildung 175: Monatsmittel der Tagestemperaturen in Spelle.	447
Abbildung 176: Feuchtigkeitsanspruch und Lebensraumbindung der Laufkäfer bezüglich der Verteilung der Individuen (Untersuchungsjahre 2011 und 2012).	453
Abbildung 177: Waldbindung der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen pro Untersuchungsfläche und Jahr.	454
Abbildung 178: Bestand in Deutschland (links) und Waldbindung (rechts) der Spinnen bezüglich der Verteilung der Individuen (Spelle: Untersuchungsjahre 2011 und 2012 zusammen).....	459
Abbildung 179: Nachweise von 5 seltenen bzw. gefährdeten Spinnenarten in Deutschland (Staudt 2013, Stand 20.5.2013).	462
Abbildung 180: Clusteranalyse der Laufkäferdaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index.	465
Abbildung 181: Clusteranalyse der Spinnendaten der Untersuchungsjahre 2011 und 2012 auf Basis des Renkonen-Index....	466
Abbildung 182: Bedeutung der Nutzungs- und Lebensraumtypen für Laufkäfer unterschiedlicher ökologischer Ansprüche....	467
Abbildung 183: Laufkäferarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Spelle, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 87 Arten).	470
Abbildung 184: Spinnenarten pro Fläche und Untersuchungsjahr in Spelle, nach Flächentypen (mit Standardabweichung, Zahlen in Klammern: Anzahl Untersuchungsflächen pro Jahr, insgesamt 166 Arten).	471
Abbildung 185: Aufteilung der Laufkäferarten der Bodenfallenfänge der vier Modellregionen (100% = 149 Arten).	473
Abbildung 186: Aufteilung der Spinnenarten der Bodenfallenfänge der vier Modellregionen (100% = 277 Arten).	474
Abbildung 187: Untersuchungsgebiete Haine und Rennertehausen; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.	481
Abbildung 188: Untersuchungsfläche Haine: Rand einer Agrarholzfläche mit Pappel (li.); angrenzende Grünlandflächen und kleinere Feldgehölze, im Hintergrund eine Agrarholzfläche (re.).	481
Abbildung 189: Untersuchungsfläche Rennertehausen: Rand einer Agrarholzfläche mit Weide (li.); angrenzende Grünland- und Ackerflächen und Heckenstrukturen (re.).	482
Abbildung 190: Untersuchungsgebiet Scheyern; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.	483
Abbildung 191: Untersuchungsgebiet Pulling; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.	484
Abbildung 192: Untersuchungsgebiet Marpingen; rot: Abgrenzung der Untersuchungsflächen.	486
Abbildung 193: Untersuchungsfläche Zur Mühle; rot: Abgrenzung des Untersuchungsraums, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.	487
Abbildung 194: Untersuchungsfläche Bramhof; rot: Abgrenzung des Untersuchungsraums, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.	488
Abbildung 195: Untersuchungsfläche Kranenmoorstraße; rot: Abgrenzung des Untersuchungsraums, grün schraffiert: Agrarholz-Pflanzungen.	489
Abbildung 196: Gesamtartenzahlen in den Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen.	490
Abbildung 197: Untersuchungsfläche Haine: Vergleich der Untersuchungsjahre.	491
Abbildung 198: Untersuchungsfläche Rennertehausen: Vergleich der Untersuchungsjahre.	492
Abbildung 199: Untersuchungsfläche Haine: Mosaik aus hochgewachsenen und auf den Stock gesetzten Pappel-Kulturen (li.); im Winterhalbjahr beerntete Pappelkultur (re.).	493
Abbildung 200: Haine: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den AG-Flächen in 2011-2012 (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb).	494
Abbildung 201: Haine: Revierzentren aller Brutvogelarten in den Agrarholzflächen in 2012.	495

Abbildung 202: Rennertehausen: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den AG-Flächen in 2011-2012 (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb).	496
Abbildung 203: Rennertehausen: Revierzentren aller Brutvogelarten in den Agrarholzflächen in 2012.	497
Abbildung 204: Haine (links), Rennertehausen (rechts): Anteil der Brutvögel (Artenzahlen) aus den unterschiedlichen ökologischen Gruppen in den beiden Untersuchungsjahren (AL: Agrarlandschaft).	498
Abbildung 205: In 2012 nachgewiesene Feldvögel in den Untersuchungsflächen Haine (li.) und Rennertehausen (re.).	499
Abbildung 206: Vergleich der Nutzungsdichten von 4 Vogelarten in den Agrarholz- und Referenzflächen in Haine (li.) und Rennertehausen (re.) in 2012.	501
Abbildung 207: Revierzentren der Feldlerche in den Agrarholzflächen und deren Umfeld im Jahr 2012 in Haine (li.) und Rennertehausen (re.); Schlagflächen = auf den Stock gesetzte Agrarholzflächen.	502
Abbildung 208: Agrarholzflächen nach der Ernte mit Mosaik aus reicher Krautflora und offenen Bodenstellen (Haine: li., Rennertehausen: re.).	504
Abbildung 209: Rennertehausen: Bruten der Feldlerche innerhalb von Ausfallflächen im Agrarholz.	505
Abbildung 210: Bruten der Feldlerche in unmittelbarer Nachbarschaft zu den hochgewachsenen Agrarhölzern (gelbe Pfeile: Ausfallflächen, Vorgewende, Wildacker) in den Untersuchungsflächen Rennertehausen (li.) und Haine (re.) in 2012.	505
Abbildung 211: Anzahl der Brutvögel und Gesamtzahl der Reviere sowie Anteile der Vogelarten des Offenlandes, Halboffenlandes und Waldes in der Agrarholzfläche (li.) und der Acker-Vergleichsfläche (re.) in der Untersuchungsfläche Haine (AL = Agrarlandschaft).	506
Abbildung 212: Nach der Ernte zum Trocknen gelagerte Gehölzstangen im direkten Umfeld der Agrarholzflächen: Brutplatz/Ansitzwarte von Neuntöter und Dorngrasmücke (Untersuchungsfläche Haine).	507
Abbildung 213: Darstellung aller Beobachtungspunkte revieranzeigender Verhaltensweisen in den Untersuchungsflächen Rennertehausen (li.) und Haine (re.) in 2012.	509
Abbildung 214: Scheyern: Vergleich der Untersuchungsjahre.	513
Abbildung 215: Scheyern: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den AG-Flächen in 2011-2012 (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb).	514
Abbildung 216: Nachweise der Feldlerche im Untersuchungsraum Scheyern in 2012.	515
Abbildung 217: Scheyern: Anteil der Brutvögel (Artenzahlen) aus den unterschiedlichen ökologischen Gruppen in den beiden Untersuchungsjahren (AG = Agrarholz im Kurzumtrieb, AL = Agrarlandschaft).	516
Abbildung 218: Revierzentren aller Brutvogelarten in den Agrarholzflächen in der Untersuchungsfläche Scheyern in 2012.	517
Abbildung 219: Vergleich der Nutzungsdichten von 4 Vogelarten in den Agrarholz- und Referenzflächen in Scheyern in 2012.	518
Abbildung 220: Darstellung aller Beobachtungspunkte revieranzeigender Verhaltensweisen in der Untersuchungsfläche Scheyern in 2012.	520
Abbildung 221: Pulling: Vergleich der Untersuchungsjahre.	523
Abbildung 222: Pulling: Vergleich der Artenzahlen im gesamten Untersuchungsraum und in den Agrarholzflächen (AG) in 2011-2012.	524
Abbildung 223: Revierzentren der Feldlerche in den Agrarholzflächen und deren Umfeld im Jahr 2012 auf dem Bastberg (re.) und auf der Vergleichsfläche Metzelberg (li.).	528
Abbildung 224: Darstellung aller Beobachtungspunkte revieranzeigender Verhaltensweisen am Modellstandort Marpingen in 2012.	531
Abbildung 225: Gesamtartenzahlen in den Untersuchungsflächen Zur Mühle, Bramhof und Kranenmoorstraße.	533
Abbildung 226: Untersuchungsfläche Zur Mühle: Vergleich der Untersuchungsjahre.	537
Abbildung 227: Untersuchungsfläche Bramhof: Vergleich der Untersuchungsjahre.	537
Abbildung 228: Untersuchungsfläche Kranenmoorstraße: Vergleich der Untersuchungsjahre.	538
Abbildung 229: Beispiel für mögliche Nutzungen von Agrarholzflächen durch Vögel.	546
Abbildung 230: Regenwurmabundanz der Lebensformen unter verschiedenen Baumarten bei unterschiedlichen Bewirtschaftungsweisen (2011).	552
Abbildung 231: Untersuchungsstandorte für die Erfassung der Fledermausaktivität.	553
Abbildung 232: Berechnete Beobachtungswahrscheinlichkeiten für die Fledermausaktivität (Wolfrum et al. 2013).	554
Abbildung 233: Möglicher Sukzessionsverlauf in einer Agrarholzkultur, Arbeitshypothese auf der Basis der ersten Ergebnisse (Stand 2013).	560
Abbildung 234: Landbaulicher Werkzeugkasten.	563
Abbildung 235: Lage der Gewässerrenaturierungsmaßnahme an der Modellfläche Zur Mühle.	621
Abbildung 236: Beprobungsschema der Modellregion Marpingen durch die INRES-Bodenwissenschaften.	622
Abbildung 237: Beprobungsschema der Fläche Zur Mühle in der Modellregion Spelle durch die INRES-Bodenwissenschaften.	623
Abbildung 238: Scheinbare elektrische Leitfähigkeit (Eca) [mS m^{-1}] auf der Fläche Zur Mühle in Spelle, gemessen am 06.09.2010.	623
Abbildung 239: Fotodokumentation Marpingen	768
Abbildung 240: Fotodokumentation Spelle	771

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der aufbereiteten Daten.	38
Tabelle 2: Übersicht der verwendeten Baumarten und zugehörige Pflanzenverbände.	65
Tabelle 3: Übersicht und Bezeichnung der Modellflächen am Standort Spelle.	65
Tabelle 4: Anwuchsraten der einzelnen Gehölzarten und -sorten am Standort Spelle in 2012 und 2013.	67
Tabelle 5: Parameter der Pflanzenanalyse.	76
Tabelle 6: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Allendorf.	86
Tabelle 7: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Allendorf.	86
Tabelle 8: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Scheyern.	88
Tabelle 9: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Scheyern.	88
Tabelle 10: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Marpingen.	89
Tabelle 11: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Marpingen.	89
Tabelle 12: Szenarien der betriebswirtschaftlichen Betrachtung am Standort Spelle.	90
Tabelle 13: Flächenzusammensetzung in den Szenarien am Standort Spelle.	91
Tabelle 14: Annuitäten der Szenarien aller Standorte und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	94
Tabelle 15: Annuitäten der Szenarien am Standort Allendorf und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	94
Tabelle 16: Annuitäten der Szenarien am Standort Scheyern und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	97
Tabelle 17: Annuitäten der Szenarien am Standort Marpingen und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	99
Tabelle 18: Annuitäten der Szenarien am Standort Spelle und entgangener Gewinn der ELKE-Szenarien.	102
Tabelle 19: Fördertatbestände und -sätze verschiedener Agrarumwelt-Maßnahmen der Länder.	106
Tabelle 20: Entgangener Gewinn aus der Umsetzung der betriebswirtschaftlichen Szenarien an den Modellstandorten.	106
Tabelle 21: Untersuchungsrelevante Planwerke in den Modellregionen.	113
Tabelle 22: Dauer der Probekontrollen an den Modellstandorten.	117
Tabelle 23: pH-Wert, Gesamtkohlenstoff (C _t) und Gesamtstickstoff (N _t) im Boden der Versuchsflächen KUP1 und ACK1 im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2012, getrennt nach Auflage und den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte ± Standardabweichung, n = 4 bzw. 2 (Vorgewende)).	122
Tabelle 24: Pflanzenverfügbare Phosphor (P _{DL}), pflanzenverfügbares Kalium (K _{DL}) und mineralischer Stickstoff (N _{min}) im Boden der Versuchsflächen KUP1 und ACK1 im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2012, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte ± Standardabweichung, n = 4 bzw. 2 (Vorgewende)).	123
Tabelle 25: Gehalt an Kohlenstoff (C) sowie Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), Phosphor (P) und Stickstoff (N) in den Blättern der auf der Versuchsfläche KUP1 stockenden Pappeln im Untersuchungszeitraum 2011 bis 2012 (Mittelwerte ± Standardabweichung, n = 4).	124
Tabelle 26: Gehalt an Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Phosphor (P) in der Streuauflage der Versuchsfläche KUP1 im April 2012 (Mittelwerte ± Standardabweichung, n = 4).	124
Tabelle 27: Miscanthus-C [kg ha ⁻¹] in den Untersuchungsjahren 2010 und 2012 auf der Miscanthusfläche in Marpingen.	125
Tabelle 28: Versuchsflächen am Teilstandort Haine.	133
Tabelle 29: Potentielle Bodenazidität, Skelettgehalt und Kohlenstoff- und Nährstoffgehalte am Teilstandort Rennertehausen in Abhängigkeit der Hangposition (OH = Oberhang, MH = Mittelhang, UH = Unterhang).	134
Tabelle 30: pH-Wert sowie Gehalte an Gesamtkohlenstoff (C _t), Gesamtstickstoff (N _t), mineralischem Stickstoff (N _{min}) und pflanzenverfügbarem Phosphor (P _{DL}) bzw. Kalium (K _{DL}) im Boden verschiedener Landnutzungsformen am Teilstandort Haine im November 2011, getrennt nach den Tiefenstufen 0-10, 10-30 und 30-60 cm (Mittelwerte ± Standardabweichung, n = 4).	137
Tabelle 31: Masse, C/N-Verhältnis und Gesamtgehalte der Nährelemente Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Phosphor (P) der unter den KUP-Flächen am Teilstandort Haine befindlichen Streuauflage im November 2011 (Mittelwerte ± Standardabweichung, n = 4).	138
Tabelle 32: Wurzelmasse sowie in der Wurzelmasse gebundene Gehalte an Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K) und Phosphor (P) im November 2011, bei verschiedenen Landnutzungsformen am Teilstandort Haine, getrennt nach den Tiefenstufen 0-30 und 30-60 cm (Mittelwerte; Fehlerbalken = Standardabweichungen, n = 4).	141
Tabelle 33: Jahresniederschlagssummen und Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode von April bis September für die Jahre 1998 bis 2012 (Wetterstation Burgwald-Bottendorf (Entfernung zum Versuchsstandort ca. 8 km); Quelle: Deutscher Wetterdienst).	146
Tabelle 34: Monatliche Niederschlagssummen während der Vegetationsperiode des Untersuchungsjahres von April bis September 2012 (Wetterstation Burgwald-Bottendorf (Entfernung zum Versuchsstandort ca. 8 km); Quelle: Deutscher Wetterdienst).	146
Tabelle 35: Parameter der bodenphysikalischen und -chemischen Analysen.	165
Tabelle 36: Parameter der sensitiven bodenchemischen Analysen.	166
Tabelle 37: Kohlenstoff und Stickstoffgehalte der Versuchsschläge zu Versuchsbeginn (2009).	167
Tabelle 38: pH-Werte, Phosphor- und Kaliumgehalte der Versuchsschläge zu Versuchsbeginn (2009).	168
Tabelle 39: C _{hw} - und N _{hw} -Gehalte der Versuchsschläge zu Versuchsbeginn (2009).	168
Tabelle 40: Veränderung der C _{org} -Gehalte der Böden (ΔC _{org}) unter verschiedenen Baumarten auf den integrierten Versuchsflächen (von 2009 bis 2012), Mittelwerte mit Standardabweichung (sd).	172
Tabelle 41: Feinwurzelbiomassen der Forst- und Ackerkulturen, Mittelwerte mit Variationskoeffizient (CV).	173
Tabelle 42: Wirksamkeit der Baumarten in der Abflussregulierung (Birke 2012).	175

Tabelle 43: Vergleich der mittleren L-Faktoren der Teilschläge A12, A13, A19 und A20 ohne (oAF) und mit Agroforststreifen (mAF) (Birke 2012).	175
Tabelle 44: Für die Baumarten und Schläge berechnete C-Faktoren.	177
Tabelle 45: Langjähriger, mittlerer Bodenabtrag [$\text{t ha}^{-1} \text{a}^{-1}$] der untersuchten Varianten in den vier Schlägen (Birke 2012).	177
Tabelle 46: Definitionen der Stickstoff-Parameter (Küstermann et al., 2010).	182
Tabelle 47: Stickstoffsaldo und Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) der konventionellen Systeme.	185
Tabelle 48: Stickstoffsaldo und Stickstoffnutzungseffizienz (NUE) der ökologischen Systeme.	186
Tabelle 49: Humusbilanz der konventionellen Systeme.	186
Tabelle 50: Humusbilanz der ökologischen Systeme.	187
Tabelle 51: Energiebilanz und Energienutzungseffizienz (EUE) der konventionellen Systeme.	188
Tabelle 52: Energiebilanz und Energienutzungseffizienz (EUE) der ökologischen Systeme.	189
Tabelle 53: Aufnahmeskala nach Wilmanns (1993).	195
Tabelle 54: Aufnahmeskala für die Gesamtartenliste (ELKE-Datenbank).	196
Tabelle 55: Biotoptypengruppen und Biotoptypen Haine.	204
Tabelle 56: Biotoptypengruppen und Biotoptypen Rennertehausen.	205
Tabelle 57: Gesamtartenzahlen Pflanzen.	210
Tabelle 58: Pflanzenarten der Roten Listen BRD und WF.	211
Tabelle 59: Übersicht Vegetationsaufnahmen Acker, KUPs und KUP-Vorgewende Haine 2011 und 2012.	212
Tabelle 60: Arten-Verteilung nach Habitatpräferenzen Vegetationsaufnahmen Haine.	213
Tabelle 61: Arten-Verteilung nach pflanzensoziologischer Zuordnung Vegetationsaufnahme Haine.	214
Tabelle 62: Habitatpräferenzen.	217
Tabelle 63: Anwuchs der Praxistestmischung BG1P2011 – Einsaat auf KUP-Vorgewenden ("Blühstreifen") im Teilgebiet Haine.	234
Tabelle 64: Überschneidungen im Vorkommen der Arten (Anzahl von Arten, die in den Biotoptypen gleichzeitig vorkommen, Daten aus 2012, kein = Art kommt nur im genannten Biotoptyp vor).	241
Tabelle 65: Kulturpflanzen Marpingen.	251
Tabelle 66: Umrechnung der Wilmanns-Skalenwerte in prozentuale Deckungsgrade.	257
Tabelle 67: Kulturpflanzen Spelle.	270
Tabelle 68: Keimungszeiten und Blühzeiten ausgewählter landwirtschaftlich problematischer Pflanzenarten (Massenunkräuter). Die Blütezeit ist gelb markiert; „K“ kennzeichnet typische, „(K)“ fakultative Keimungszeiten (nach Wäldchen 2004).	295
Tabelle 69: Labordaten der Restriktion/Ligation.	299
Tabelle 70: Labordaten der Präamplifikation.	300
Tabelle 71: Labordaten Selektive PCR.	300
Tabelle 72: Labordaten Elektrophorese.	301
Tabelle 73: Reagenzien für die AFLP-Dye.	302
Tabelle 74: Übersicht der standortbezogenen Untersuchungsprogramme.	303
Tabelle 75: Historisch belegte Anbauformen.	304
Tabelle 76: Übersicht über die Anteile von Diasporen in den untersuchten Proben.	308
Tabelle 77: Übersicht über frühere Nachweise heute als gefährdet geltender Arten am Untersuchungsstandort Scheyern; LF bezeichnet die bekannte Überdauerungszeit lebensfähiger Diasporen (nach Wäldchen 2004; bei den mit Fragezeichen gekennzeichneten Werten handelt es sich um Vergleichsangaben von verwandten Sippen). Der heutige Gefährdungsstatus wurde nach Ludwig/Schnittler (1996) angegeben.	313
Tabelle 78: Schlag A12 - Übersicht über die Anteile von Diasporen in den untersuchten Proben.	315
Tabelle 79: Schlag A13 - Übersicht über die Anteile von Diasporen in den untersuchten Proben.	320
Tabelle 80: Übersicht über frühere Nachweis heute gefährdeter oder geschützter Pflanzenarten am Untersuchungsstandort Marpingen; Angaben zu den Referenzbiotopen erfolgen nach Jäger (2011), Angaben zum heutigen Gefährdungsstatus (RLD) nach Ludwig/Schnittler (1996); DB: Nachweise in der Datenbank der DELATTINIA, aK: aktuelle Kartierungsergebnisse; Arten ohne Nachweis in DB und aK sind zusätzlich in der Bodensamenbank nachgewiesen worden.	324
Tabelle 81: Übersicht über die im Untersuchungsgebiet nachgewiesenen Weiden-Arten.	324
Tabelle 82: Cluster in der räumlichen Verteilung der Bodensamenbank (gleiche Arten-Cluster der räumlich benachbarten Beprobungspunkte Ma_1-11, Ma_1-1a2 und Ma_1-13 umrandet).	326
Tabelle 83: Zusammenstellung ausgewählter Ackerwildkraut-Arten mit sommerlicher bis spätsommerlicher Blütezeit (gelb markiert). „K“ kennzeichnet typische, „(K)“ fakultative Keimungszeiten (nach Wäldchen 2004). In den Projektregionen vorkommende Pflanzenarten wurden blau hervorgehoben.	330
Tabelle 84: Zustand der Agrarholzflächen in den beiden Untersuchungsjahren.	353
Tabelle 85: Fangparameter der Baumelektoren (BHD = Brusthöhendurchmesser).	356
Tabelle 86: Probeflächen Marpingen (Flächen mit Energiepflanzen sind rot hervorgehoben).	358
Tabelle 87: Fangzeiträume Marpingen.	359
Tabelle 88: Probeflächen Spelle (Flächen mit Energiepflanzen sind rot hervorgehoben).	360
Tabelle 89: Fangzeiträume Spelle.	360
Tabelle 90: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Laufkäfer in den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese.	361

Tabelle 91: Arten- und Individuenzahlen der Laufkäfer in den Untersuchungsflächen in Allendorf (Richtungsfallen); AC0, AC1 = Wintergetreidefelder, BRA = Brache, KU1 = Agrarholzfläche (Pappelhybriden, zweijährig), KU2_4, KU2_7, KU2_9 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, dreijährig), KU3_2, KU3_3, KU3_5 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, 2011 geerntet)	362
Tabelle 92: Charakteristische Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreide (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenz)	363
Tabelle 93: Gefährdete Laufkäferarten auf den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende an KU1, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese; RL = Rote Liste, für Hessen: Malten (1998), für Deutschland (RL_D): Trautner et al. (1998), 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär	374
Tabelle 94: Gefährdete Laufkäferarten auf den Untersuchungsflächen in Allendorf 2012 (Richtungsfallen); AC0 = Wintergetreidefeld, AC1 = Wintergetreidefeld, BRA = Brache, KU1 = Agrarholzfläche (Pappelhybriden, zweijährig), KU2_4, KU2_7, KU2_9 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, dreijährig), KU3_2, KU3_3, KU3_5 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, 2011 geerntet); RL = Rote Liste, für Hessen: Malten (1998), für Deutschland (RL_D): Trautner et al. (1998), 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär	375
Tabelle 95: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Spinnen in den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende an KU1, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese	376
Tabelle 96: Arten- und Individuenzahlen der Spinnen und Weberknechte in den Untersuchungsflächen in Allendorf (Richtungsfallen); AC0, AC1 = Wintergetreidefelder, BRA = Brache, KU1 = Agrarholzfläche (Pappelhybriden, zweijährig), KU2_4, KU2_7, KU2_9 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, dreijährig), KU3_2, KU3_3, KU3_5 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, 2011 geerntet)	376
Tabelle 97: Charakteristische Spinnenarten auf den Untersuchungsflächen in Allendorf (konventionelle Bodenfallen); ACK = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Brache, GEI = Gehölzinsel, KU1-KU4 = Agrarholzflächen (Pappelhybriden, Alter 0-3 Jahre), KUV = Vorgewende, WAL = bodensaurer Buchenwald, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenz)	377
Tabelle 98: Liste der in den Agrarholzflächen, jedoch nicht in den übrigen Agrarlebensräumen (ACK, BRA, WIE) nachgewiesenen Webspinnen; Arten, deren Summe >2 ist, sind rot gekennzeichnet; ÖT = Ökologischer Typ, SP = Schwerpunktorkommen	391
Tabelle 99: Arten, von denen mehr als 90% der Individuen in den Agrarholzflächen gefangen wurden; AGF = Agrarholzflächen, ÖT = Ökologischer Typ, SP = Schwerpunktorkommen	391
Tabelle 100: Verteilung der Arthropoden-Klassen und Ordnungen – Ergebnisse der Eklektorenuntersuchungen der drei Bestandsklassen (adulte Tiere und Larven/Juvenile)	395
Tabelle 101: Laufkäfer in Agrarholzanpflanzungen in Allendorf. Es bedeuten: 2J, 3J, 4J = 2-, 3-, 4-jährige Anpflanzungen, un = Fallen von unten fängig, ob = Fallen von oben fängig	398
Tabelle 102: Spinnen in Agrarholzanpflanzungen in Allendorf. Es bedeuten: 2J, 3J, 4J = 2-, 3-, 4-jährige Anpflanzungen, un = Fallen von unten fängig, ob = Fallen von oben fängig, (j) = nur als bestimmbare Jungspinnne erfasst; Art-Typ: Boden = überwiegend bodenlebende Art, Baum = überwiegend baumlebende Art (arborikol)	399
Tabelle 103: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Laufkäfer der Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese	402
Tabelle 104: Charakteristische Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenz)	403
Tabelle 105: Gefährdete Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese; RL = Rote Liste, für Bayern: Lorenz (2003), für Deutschland (RL_D): Trautner et al. (2008), 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär	409
Tabelle 106: Arten- und Individuenzahlen, Simpson-Index, Alpha und Shannon-Wiener-Index der Spinnen und Weberknechte der Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 =	

Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese.	410
Tabelle 107: Charakteristische Spinnen- und Weberknechtarten an den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese, SP = Schwerpunktorkommen (Habitatpräferenz).....	411
Tabelle 108: Gefährdete Spinnenarten in den Untersuchungsflächen in Scheyern; AC1 = Kartoffelacker (2011) bzw. Wintergetreidefeld (2012), AC2 = Wintergetreidefeld (2011, 2012), BRA = Feuchtbrache, KU1 = Agrarholzstreifen (Pappelhybriden), KU2, KU3 = Agrarholzstreifen (Weidenhybriden), SAU = Saum, WAL = Fichten-Eichenmischwald, WAR = Waldsaum, WIE = Wirtschaftswiese; RL = Rote Liste, für Bayern: Blick/Scheidler (2008), für Deutschland (RL_D): Blick et al. (2013, i. Dr.). 0 = ausgestorben/verschollen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, R = wegen extremer Seltenheit gefährdet, V = Vorwarnstufe, G = Gefährdung anzunehmen, D = Daten defizitär.....	419
Tabelle 109: Ergebnisse der Spinnen- und Laufkäfererfassungen in Marpingen.	422
Tabelle 110: Verteilung der Spinnen- und Laufkäferarten im Untersuchungsgebiet.	423
Tabelle 111: Diversitätsindizes Laufkäfer.	424
Tabelle 112: Diversitätsindizes Spinnen.	424
Tabelle 113: Laufkäferarten in Marpingen (Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang).	426
Tabelle 114: Spinnenarten in Marpingen (Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang).	429
Tabelle 115: Laufkäfer – Arten der Roten Listen Deutschlands und des Saarlandes. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, RP & SL Rheinland-Pfalz und Saarland, R = extrem selten, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, + Vorkommen bekannt.	435
Tabelle 116: Spinnen – Arten der Roten Liste Deutschlands und seltene Arten. Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, 3 = gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, V = Vorwarnstufe; s = selten.	436
Tabelle 117: Arten turnover der Laufkäfer der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.	439
Tabelle 118: Arten turnover der Spinnen der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.	439
Tabelle 119: Nutzungs- und Lebensraumtypen in Marpingen.	442
Tabelle 120: Deutliche Veränderungen der Aktivitätsdichten einzelner Spinnenarten auf den Energiepflanzenflächen in Marpingen (Mar C bis Mar H).	444
Tabelle 121: Ergebnisse der Spinnen- und Laufkäfererfassungen in Spelle.	448
Tabelle 122: Diversitätsindizes Laufkäfer.	449
Tabelle 123: Diversitätsindizes Spinnen.	449
Tabelle 124: Laufkäferarten in Spelle. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang.	451
Tabelle 125: Spinnenarten in Spelle. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen im Anhang.	455
Tabelle 126: Laufkäferarten der Roten Listen Deutschlands und Niedersachsens. Erklärung der Zeichen und Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, NI = Niedersachsen, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, + Vorkommen bekannt.	460
Tabelle 127: Spinnenarten der Roten Listen Deutschlands und Niedersachsens sowie seltene Arten. Abkürzungen: RL = Rote Liste, DE = Deutschland, NiSa = Niedersachsen; 3 = gefährdet, G = Gefährdung anzunehmen, V = Vorwarnstufe, D = Daten defizitär; s = selten, ss = sehr selten.	461
Tabelle 128: Arten turnover der Laufkäfer der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.	464
Tabelle 129: Arten turnover der Spinnen der Untersuchungsflächen – Datenbasis und Ergebnisse der Jahre 2011 und 2012.	464
Tabelle 130: Nutzungs- und Lebensraumtypen in Spelle.	467
Tabelle 131: Deutliche Veränderungen der Aktivitätsdichten einzelner Spinnenarten auf den Energiepflanzenflächen in Spelle (Spe D bis Spe G).	469
Tabelle 132: Dominanzstruktur der 10 häufigsten Spinnenarten auf den Energiepflanzenflächen in Spelle (Spe D bis Spe G: Artenzahl insgesamt: 79, 2011: 56, 2012: 66; adulte 2011: 10416, adulte 2012: 24509).	470
Tabelle 133: Brutvogelarten in den Agrarholzpflanzungen in den Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen in 2011 und 2012.	500
Tabelle 134: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Hessens und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsflächen Haine und Rennertehausen (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: HGON & VSW 2006, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.	510
Tabelle 135: Brutvogelarten in den Agrarholzpflanzungen in der Untersuchungsfläche Scheyern in 2011 und 2012.	517
Tabelle 136: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Bayerns und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsflächen im Versuchsgut Scheyern (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Fünfstück et al. 2003, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.	521
Tabelle 137: Brutvogelarten in der Agrarholzpflanzungen in der Untersuchungsfläche Pulling in 2011 und 2012.	524
Tabelle 138: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Bayerns und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsfläche in Pulling (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Fünfstück et al. 2003, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.	525

Tabelle 139: Vogelarten mit Brutrevieren in den jungen Agrarholzpflanzungen und den unmittelbar angrenzenden ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen in der Untersuchungsfläche Bastberg in 2011 und 2012.	528
Tabelle 140: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen des Saarlands und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsfläche am Bastberg (Marpingen) (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Bos et al. 2005, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.	531
Tabelle 141: Gefährdete Vogelarten der Roten Listen Niedersachsens und Deutschlands in den Agrarholzpflanzungen der Untersuchungsflächen am Standort Spelle (Brut- und Gastvögel; Gefährdungsgrade: Krüger & Oltmanns 2007, Südbeck et al. 2009). Kategorien: 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Vorwarnliste, * = ungefährdet.	540
Tabelle 142: Abundanz, Biomasse, Artenzahl und Anteil juveniler Regenwürmer der jeweiligen Nutzungsform (2011).	551
Tabelle 143: Zuordnung der Forschungsergebnisse zu den Schutzgütern des Naturschutzes nach LANA (1996b) verändert und erweitert.	558
Tabelle 144: Beprobungsdesign der INRES-Bodenwissenschaften in den vier Untersuchungsjahren.	624
Tabelle 145: Physikalische Bodenparameter der Testflächen in Marpingen. Textur [%] und Lagerungsdichte [g cm ⁻³].	624
Tabelle 146: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter in den Transekten in Marpingen.	625
Tabelle 147: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter auf der ProLoc-Fläche und der Miscanthusfläche in Marpingen im Untersuchungsjahr 2009 (vor Etablierung der Kulturen).	625
Tabelle 148: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter auf der ProLoc-Fläche und der Miscanthusfläche in Marpingen in den Untersuchungsjahren 2010, 2011 und 2012.	626
Tabelle 149: N _{min} [mg N _{min} N kg ⁻¹ Boden] auf den untersuchten Flächen in Marpingen.	627
Tabelle 150: Physikalische Bodenparameter der Testflächen in Spelle. Textur [%] und Lagerungsdichte [g cm ⁻³].	627
Tabelle 151: N _{min} [mg N _{min} -N kg ⁻¹ Boden] auf den untersuchten Flächen in Spelle.	627
Tabelle 152: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter der Testflächen in Spelle.	628
Tabelle 153: Heißwasserlöslicher Kohlenstoff [mg kg ⁻¹ Boden] auf der Fläche Zur Mühle und der Referenzfläche im Frühling 2011. Die Agrarhölzer wurden im Frühling 2011 nach der ersten Beprobung etabliert.	629
Tabelle 154: Gesamtübersicht Vegetationsaufnahmen Haine 2011 und 2012 – Arten gruppiert nach Habitus.	630
Tabelle 155: Gesamtübersicht Vegetationsaufnahmen Haine 2011 und 2012 – Arten gruppiert nach Soziologie.	635
Tabelle 156: Vegetationsaufnahmen Acker, KUPs und KUP-Vorgewende Haine 2011 und 2012.	641
Tabelle 157: Vegetationsaufnahmen Agrarholz-Fläche 1, Marpingen.	643
Tabelle 158: Vegetationsaufnahmen Agrarholz-Fläche 2, Marpingen.	645
Tabelle 159: Vegetationsaufnahmen Miscanthus-Fläche, Marpingen.	647
Tabelle 160: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 1, Marpingen.	649
Tabelle 161: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 2, Marpingen.	651
Tabelle 162: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 3, Marpingen.	653
Tabelle 163: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 4, Marpingen.	655
Tabelle 164: Vegetationsaufnahmen Birken-Eichenwald, Marpingen.	657
Tabelle 165: Vegetationsaufnahmen Gehölzstreifen, Marpingen.	659
Tabelle 166: Vegetationsaufnahmen Grünlandbrache, Marpingen.	661
Tabelle 167: Vegetationsaufnahmen Obstbaumbrache, Marpingen.	663
Tabelle 168: Vegetationsaufnahmen Wiese 1, Marpingen.	665
Tabelle 169: Vegetationsaufnahmen Wiese 2, Marpingen.	667
Tabelle 170: Vegetationsaufnahmen Weide, Marpingen.	669
Tabelle 171: Vegetationsaufnahmen Streuobstwiese, Marpingen.	671
Tabelle 172: Vegetationsaufnahmen Saum, Marpingen.	673
Tabelle 173: Vegetationsaufnahmen Konventioneller Acker, Marpingen.	674
Tabelle 174: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Marpingen 2011/2012.	675
Tabelle 175: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Marpingen 2011.	675
Tabelle 176: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Marpingen 2012.	675
Tabelle 177: Gesamt-Deckungsgradsummen der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Marpingen im Vergleich zum konventionellen Acker.	676
Tabelle 178: Prozentualer Anteil der Deckungssummen [%] der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Marpingen im Vergleich zum konventionellen Acker.	677
Tabelle 179: Vegetationsaufnahmen Agrarholz-Fläche, Spelle.	678
Tabelle 180: Vegetationsaufnahmen Blühstreifen, Spelle.	680
Tabelle 181: Vegetationsaufnahmen Wald-Bestand, Spelle.	682
Tabelle 182: Vegetationsaufnahmen Gehölzstreifen, Spelle.	684
Tabelle 183: Vegetationsaufnahmen Grünland-Saum, Spelle.	686
Tabelle 184: Vegetationsaufnahmen Konventioneller Acker, Spelle.	687
Tabelle 185: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Spelle 2011/2012.	687
Tabelle 186: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Spelle 2011.	688
Tabelle 187: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Spelle 2012.	688
Tabelle 188: Gesamt-Deckungsgradsummen der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Spelle im Vergleich zum konventionellen Acker.	689
Tabelle 189: Prozentualer Anteil der Deckungssummen [%] der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Spelle im Vergleich zum konventionellen Acker.	690

Tabelle 190: Liste der ökologischen Typen.....	692
Tabelle 191: Liste der Schwerpunktorkommen.....	693
Tabelle 192: Liste der am Modellstandort Allendorf erfassten Webspinnen mit Angabe der ökologischen Typen (OeT) und Schwerpunktorkommen (SP); * = Art wurde ausschließlich mit Richtungsfallen erfasst.....	694
Tabelle 193: Liste der am Modellstandort Allendorf erfassten Weberknechte mit Angabe der ökologischen Typen (OeT) und Schwerpunktorkommen (SP); * = Art wurde ausschließlich mit Richtungsfallen erfasst.....	698
Tabelle 194: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Acker (ACK) (Allendorf).....	699
Tabelle 195: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Brache (BRA) (Allendorf).....	700
Tabelle 196: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Gehölzinsel (GEI) (Allendorf).....	701
Tabelle 197: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU1 (Allendorf).....	702
Tabelle 198: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU2 (Allendorf).....	703
Tabelle 199: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU3 (Allendorf).....	704
Tabelle 200: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU4 (Allendorf).....	705
Tabelle 201: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Vorgewende (KUV) (Allendorf).....	706
Tabelle 202: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Wald (WAL) (Allendorf).....	707
Tabelle 203: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Wiese (WIE) (Allendorf).....	708
Tabelle 204: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Acker (ACK) (Allendorf).....	709
Tabelle 205: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Brache (BRA) (Allendorf).....	710
Tabelle 206: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Gehölzinsel (GEI) (Allendorf).....	711
Tabelle 207: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU1 (Allendorf).....	712
Tabelle 208: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU2 (Allendorf).....	713
Tabelle 209: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU3 (Allendorf).....	714
Tabelle 210: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU4 (Allendorf).....	715
Tabelle 211: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Vorgewende (KUV) (Allendorf).....	716
Tabelle 212: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Wald (WAL) (Allendorf).....	717
Tabelle 213: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Wiese (WIE) (Allendorf).....	718
Tabelle 214: Liste der am Standort Allendorf/Haine mit Boden- und Richtungsfallen nachgewiesenen Laufkäferarten sowie der verwendeten Abkürzungen.....	719
Tabelle 215: Liste der am Standort Allendorf/Haine mit Boden- und Richtungsfallen nachgewiesenen Spinnentierarten sowie der verwendeten Abkürzungen.....	722
Tabelle 216: Liste der am Standort Scheyern mit Bodenfallen nachgewiesenen Laufkäferarten sowie der verwendeten Abkürzungen.....	726
Tabelle 217: Liste der am Standort Scheyern mit Bodenfallen nachgewiesenen Spinnentierarten sowie der verwendeten Abkürzungen.....	728
Tabelle 218: Erklärung der Abkürzungen für Tabelle 113 und Tabelle 124 (Laufkäfer) sowie für die Gesamtartenliste der Tiergruppe im Projekt.....	732
Tabelle 219: Erklärung der Abkürzungen für Tabelle 114 und Tabelle 125 Tabelle (Spinnen) sowie für die Gesamtartenliste der Tiergruppe im Projekt.....	733
Tabelle 220: Laufkäfernachweise in Marpingen pro Jahr und Untersuchungsfläche.....	736
Tabelle 221: Laufkäfernachweise in Spelle pro Jahr und Untersuchungsfläche.....	740
Tabelle 222: Gesamtartenliste der Laufkäfer aller vier Regionen. Erklärung der Abkürzungen siehe Tabelle 218.....	742
Tabelle 223: Spinnennachweise in Marpingen pro Jahr und Untersuchungsfläche.....	746
Tabelle 224: Spinnennachweise in Spelle pro Jahr und Untersuchungsfläche.....	754
Tabelle 225: Gesamtartenliste der Spinnen aller vier Regionen. Erklärung der Abkürzungen siehe Tabelle 219.....	758
Tabelle 226: Vogelkartierung Modellstandort Allendorf-Haine 2011 und 2012.....	772
Tabelle 227: Vogelkartierung Modellstandort Allendorf-Rennertehausen 2011 und 2012.....	776

Tabelle 228: Vogelkartierung Modellstandort Scheyern 2011 und 2012.	780
Tabelle 229: Vogelkartierung Modellstandort Freising-Pulling 2011 und 2012.	782
Tabelle 230: Vogelkartierung Modellsstandort Marpingen-Bastberg 2011 und 2012.	784
Tabelle 231: Vogelkartierung Modellstandort Marpingen-Metzelberg 2011 und 2012.	788
Tabelle 232: Vogelkartierung Modellstandort Spelle-Zur Mühle 2011 und 2012.	792
Tabelle 233: Vogelkartierung Modellstandort Spelle-Kranenmoorstraße 2011 und 2012.	796
Tabelle 234: Vogelkartierung Modellstandort Spelle-Bramhof 2011 und 2012.	799

11 Anhang

11.1 Anhang zu Kapitel 4.1.5 „Modellstandort Spelle“



Abbildung 235: Lage der Gewässerrenaturierungsmaßnahme an der Modellfläche Zur Mühle.

11.2 Anhang zu Kapitel 4.2.5 „Recht“

Die folgenden rechtlichen Ausführungen sind der Homepage zu entnehmen.

Michler H.-P., Möller F. (2011): Änderungen der Eingriffsregelung durch das BNatSchG 2010. In: Natur und Recht 33 (2), 81-90.

Möller F., Michler H.-P. (2011): Rechtliche Stellungnahme nach der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes von 2010. Birkenfeld. 96 S.

Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2013): Hinweise aus ELKE zum Entwurf der BKompV. Birkenfeld. 31 S.

11.3 Anhang zum Kapitel 4.3.1 „Basismessprogramm Boden“



Abbildung 236: Beprobungsschema der Modellregion Marpingen durch die INRES-Bodenwissenschaften.



Abbildung 237: Beprobungsschema der Fläche Zur Mühle in der Modellregion Spelle durch die INRES-Bodenwissenschaften.

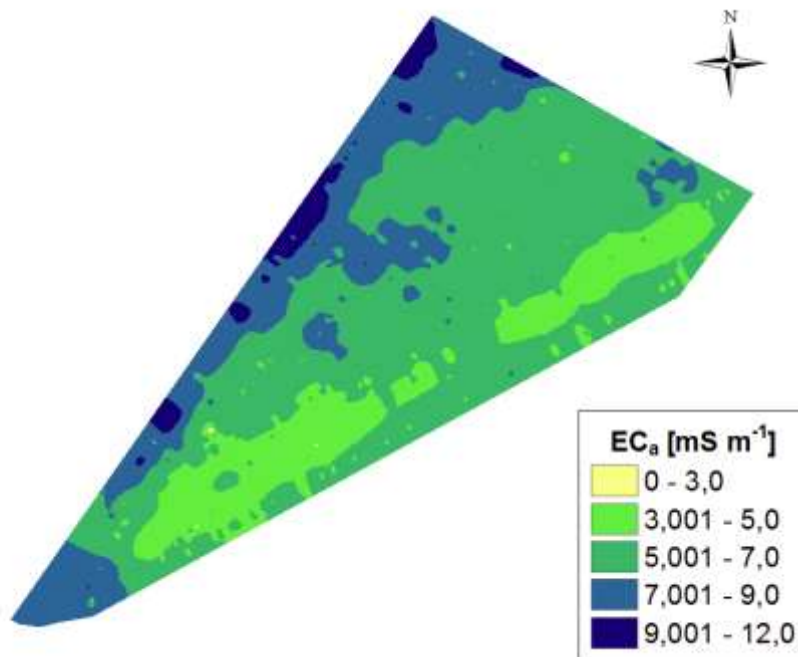


Abbildung 238: Scheinbare elektrische Leitfähigkeit (E_{ca}) [$mS\ m^{-1}$] auf der Fläche Zur Mühle in Spelle, gemessen am 06.09.2010.

Tabelle 144: Beprobungsdesign der INRES-Bodenwissenschaften in den vier Untersuchungsjahren.

Modellregion	Beprobungstermin	Parameter	Bodentiefe [cm]
Marpingen	2009	Grundcharakterisierung	0-10; 10-30; 30-60
	Juli 2010	Grundcharakterisierung	0-10; 10-30; 30-60
	Oktober 2010	Grundcharakterisierung Miscanthus	0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-30; 30-50; 50-75; 75-100
		N _{min}	0-30; 30-60
		Basismessprogramm	0-10; 10-30; 30-60
		POM	0-10;10-30; 30-60
		POM Miscanthus	0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-30; 30-50; 50-75; 75-100
		Aggregate	ca. 10
	März 2011	Proben TUM	0-30; 30-60
		N _{min}	0-30; 30-60
		N _{min}	0-30; 30-60
		Basismessprogramm	0-10; 10-30; 30-60
		POM	0-10;10-30; 30-60
		Aggregate	ca. 10
	März 2012	N _{min}	0-30; 30-60
		N _{min}	0-30; 30-60
		Basismessprogramm	0-10; 10-30; 30-60
		POM	0-10; 10-30; 30-60
		POM Miscanthus	0-5; 5-10; 10-15; 15-20; 20-30; 30-50; 50-75; 75-100
	Oktober 2012		
Spelle	Oktober 2010	Grundcharakterisierung	0-10; 10-30; 30-60
	März 2011	Basismessprogramm	0-10; 10-30; 30-60
		N _{min}	0-30; 30-60
		Proben TUM	0-30; 30-60
	Oktober 2011	Basismessprogramm	0-10; 10-30; 30-60
		POM	0-10;10-30; 30-60
		N _{min}	0-30; 30-60
	März 2012	N _{min}	0-30; 30-60
		Basismessprogramm	0-10; 10-30; 30-60
		POM	0-10;10-30; 30-60
Scheyern	November 2010	N _{min}	0-30; 30-60
		POM	0-10; 10-30
		Aggregate	ca. 10

Tabelle 145: Physikalische Bodenparameter der Testflächen in Marpingen. Textur [%] und Lagerungsdichte [g cm⁻³].

	Tiefe [cm]	Sand [%]	Schluff [%]	Ton [%]	Tiefe [cm]	Trockenrohdichte [g cm ⁻³]	Tiefe [cm]	Trockenrohdichte [g cm ⁻³]
					2010	2010	211	211
Transekte	0-10	38,1±21,0	40,2±14,7	21,7±6,3	0-5	1,2±0,1	0-10	1,2±0,1
	10-30	37,6±21,5	40,0±14,9	22,4±6,7	5-10	1,2±0,1	10-30	1,2±0,1
	30-60	35,3±26,3	44,8±19,3	19,8±10,8	10-20	1,2±0,1	30-60	1,5±0,1
Miscanthus	0-10	52,3	29,2	18,5	0-5	1,3	0-10	1,2
	10-30	52,1	28,8	19,2	5-10	1,1	10-30	1,2
	30-60	34,3	39,9	25,8	10-20	1,4	30-60	
ProLoc	0-10	28,8	47	24,3	0-5	1,1	0-10	1,4
	10-30	28,6	46,7	24,6	5-10	1,2	10-30	1,4
	30-60	24,5	48,1	27,4	10-20	1,4	30-60	

Tabelle 146: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter in den Transekten in Marpingen.

Fläche	Tiefe [cm]	C _(t) [%] 2010	C _(t) [%] 2011	N _(t) [%] 2011	N _(t) [%] 2011	pH 2010	pH 2011	K [mg kg ⁻¹] 2010	K [mg kg ⁻¹] 2011	P [mg kg ⁻¹] 2010	P [mg kg ⁻¹] 2011
11	0-10	1,95±0,19	1,85±0,18	0,18±0,02	0,17±0,02	4,5±0,2	4,3±0,2	190,9±42,4	168,1±40,9	65,3±14,6	67,5±16,6
	10-30	1,62±0,17	1,64±0,2	0,16±0,02	0,16±0,02	4,4±0,2	4,3±0,2	122,8±20,3	142,0±19,5	54,8±13,0	58,2±10,5
	30-60	0,47±0,11	0,44±0,14	0,09±0,01	0,08±0,02	4,0±0,2	3,9±0,1	100,0±14,8	102,9±20,1	5,2±4,1	5,6±2,7
12a	0-10	1,77±0,07	1,41±0,31	0,13±0,01	0,10±0,02	4,1±0,1	4,2±0,1	109,6±21,1	131,0±23,1	153,0±10,2	122,9±9,4
	10-30	1,64±0,1	1,13±0,35	0,12±0,01	0,08±0,02	4,1±0,2	4,1±0,2	97,5±34,5	82,6±22,6	152,9±10,9	111,5±6,2
	30-60	0,3±0,09	0,20±0,11	0,03±0,01	0,02±0,01	4,5±0,2	4,3±0,2	52,2±10,6	58,2±8,7	30,3±15,8	19,8±13,9
12b	0-10	1,96±0,14	1,48±0,32	0,15±0,01	0,13±0,02	5,1±0,2	5,1±0,2	170,2±43,4	184,9±52,6	96,6±13,5	110,7±10,5
	10-30	1,79±0,25	1,51±0,3	0,13±0,01	0,11±0,02	5,1±0,2	5,0±0,1	174,0±64,9	141,5±52,6	101,3±16,0	93,2±13,4
	30-60	0,44±0,17	0,29±0,16	0,04±0,01	0,03±0,01	4,8±0,4	4,6±0,3	115,6±33,5	99,2±42,1	18,8±3,8	11,9±6,8

Tabelle 147: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter auf der ProLoc-Fläche und der Miscanthusfläche in Marpingen im Untersuchungsjahr 2009 (vor Etablierung der Kulturen).

	Tiefe [cm]	C [%] 2009	N [%] 2009	pH (CaCl ₂) 2009	K [mg kg ⁻¹] 2009	P [mg kg ⁻¹] 2009
ProLoc	0-10	2,0±0,2	0,16±0,02	4,2075	149,8±22,1	93,5±3,1
	10-30	2,0±0,3	0,16±0,03	4,26	181,0±36,3	70,7±6,8
	30-60	0,6±0,2	0,07±0,01	4,1275	103,5±5,8	8,8±3,5
Miscanthus	0-10	1,5±0,2	0,12±0,02	4,19	112,9±36,4	78,6±21,8
	10-30	1,4±0,1	0,11±0,01	4,1725	113,9±8,8	84,5±19,9
	30-60	0,3±0,1	0,06±0,03	4,205	114,4±9,6	15,1±20,0

Tabelle 148: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter auf der ProLoc-Fläche und der Miscanthusfläche in Marpingen in den Untersuchungsjahren 2010, 2011 und 2012.

	Tiefe [cm]	C [%] 2010	C [%] 2011	C [%] 2012	N [%] 2010	N [%] 2011	N [%] 2012	pH (CaCl ₂) 2010	pH (CaCl ₂) 2011	pH (CaCl ₂) 2012	K [mg kg ⁻¹] 2010	K [mg kg ⁻¹] 2011	K [mg kg ⁻¹] 2012	P [mg kg ⁻¹] 2010	P [mg kg ⁻¹] 2011	P [mg kg ⁻¹] 2012
ProLoc	0-10	1,87±0,0	2,37±0,04	2,22±0,02	0,16±0,01	0,19±0,0	0,18±0,0	4,3	4,5	4,4	159,0±20,3	313,8±16,7	304,6±1,2	67,3±2,6	75,8±0,8	97,2±3,0
	10-30	1,61±0,0	1,97±0,0	1,70±0,06	0,14±0,01	0,16±0,0	0,15±0,0	4,1	5,2	4,3	116,6±7,4	154,4±2,8	154,7±1,6	57,0±1,2	70,0±1,7	80,1±0,6
	30-60	0,69±0,0	0,63±0,01	0,52±0,0	0,10±0,01	0,09±0,0	0,08±0,0	4,0	4,0	4,1	94,3±5,7	113,4±2,0	101,8±2,6	12,1±1,4	10,5±0,1	8,7±0,4
Miscanthus	0-5	1,62±0,07	1,75±0,02	1,83±0,02	0,13±0,0	0,13±0,0	0,15±0,0	4,5	4,9	4,9	186,1±1,3	318,2±8,2	273,0±2,1	81,6±3,6	85,4±1,4	87,3±1,1
	5-10	1,51±0,0	1,38±0,0	1,48±0,0	0,13±0,0	0,11±0,0	0,12±0,0	4,3	4,5	4,6	100,2±7,1	188,4±2,5	177,5±5,9	82,6±4,6	92,2±0,8	89,7±0,7
	10-15	1,46±0,02	1,44±0,03	1,49±0,04	0,13±0,0	0,12±0,0	0,13±0,0	4,3	4,6	4,5	96,2±2,4	118,8±2,5	138,7±9,2	81,0±2,8	93,0±3,2	87,7±1,1
	15-20	1,55±0,01	0,29±0,05	1,51±0,0	0,13±0,0	0,12±0,01	0,13±0,0	4,3	4,5	4,6	99,2±0,7	106,7±3,0	125,2±1,2	79,7±4,2	91,3±2,3	93,9±3,3
	20-30	1,0±0,01	0,97±0,02	1,01±0,02	0,10±0,0	0,09±0,0	0,10±0,0	4,3	4,6	4,7	102,6±0,1	115,6±1,7	124,5±12,4	43,8±1,5	57,6±0,9	58,4±2,3
	30-50	0,63±0,01	0,66±0,01	0,54±0,02	0,09±0,0	0,08±0,0	0,08±0,0	4,1	4,4	4,5	107,7±3,8	120,3±2,1	119,2±6,6	20,8±0,7	33,1±0,9	17,7±0,2
	50-75	0,29±0,0	0,25±0,01	0,33±0,22	0,09±0,0	0,07±0,0	0,08±0,0	3,9	4,1	4,1	121,0±9,8	126,8±1,4	118,7±24,1	4,6±0,3	7,4±0,4	6,3±0,0
	75-100	0,24±0,0	0,15±0,0	0,25±0,0	0,08±0,0	0,07±0,0		3,8	3,9	3,9	84,0±1,6	114,8±4,2	79,2±4,9	4,4±1,2	5,6±0,3	5,1±0,0

Tabelle 149: $N_{\min}$ [$\text{mg } N_{\min} \text{ N kg}^{-1}$ Boden] auf den untersuchten Flächen in Marpingen.

Fläche	Tiefe [cm]	$\text{mg NO}_3\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NO}_3\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NO}_3\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$ Boden
		März 2011	Oktober 2011	Oktober 2011	Oktober 2011	März 2012	März 2012
11	0-30	3,6±1,04	2,83±0,79	3,3±2,65	1,54±0,77	2,41±1,44	3,08±2,88
	30-60	0,86±0,74	0,59±0,44	0,83±1,09	0,51±0,35	1,27±0,63	0,52±0,17
12a	0-30	2,96±0,95	1,86±0,9	0,39±0,33	0,74±0,29	1,56±0,56	1,44±0,61
	30-60	1,59±1,45	0,59±0,51	0,26±0,2	0,44±0,35	0,88±0,29	0,56±0,30
12b	0-30	4,49±0,46	2,24±0,34	0,38±0,06	1,05±0,26	3,38±0,58	2,49±0,39
	30-60	0,55±0,4	0,27±0,31	0,2±0,07	0,43±0,28	1,31±0,48	0,61±0,10
ProLoc	0-30	0,74	0,79	0,24	0,88	1,21	1,70
	30-60	0,33	0,83	0,09	0,46	0,83	0,58
Miscanthus	0-30	0,23	0,99	2,74	1,96	1,80	2,61
	30-60	0,86	0,26	0,52	0,80	0,57	0,91

Tabelle 150: Physikalische Bodenparameter der Testflächen in Spelle. Textur [%] und Lagerungsdichte [g cm^{-3}].

	Tiefe [cm]	Sand [%]	Schluff [%]	Ton [%]	Tiefe	$\text{Trockenrohdichte } [\text{g cm}^{-3}]$	Tiefe [cm]	$\text{Trockenrohdichte } [\text{g cm}^{-3}]$
						März 2011		Oktober 2011
Zur Mühle	0-10	92,0±0	6,7±0,3	1,3±0,2	0-5	1,3±0,1	0-10	1,3±0,1
	10-30	91,3±0,2	7,0±0,2	1,7±0,0	5-10	1,4±0,0	10-30	1,4±0,1
	30-60	91,4±0,3	8,6±0,4	0,0±0,1	10-20	1,5±0,1	30-60	1,6±0,0
Bramhof	0-10	90,8	7,7	1,5	0-5		0-10	1,1
	10-30	92,0	5,8	2,1	5-10		10-30	1,1
	30-60	94,5	5,4	0,2	10-20		30-60	1,5

Tabelle 151: $N_{\min}$ [$\text{mg } N_{\min}\text{-N kg}^{-1}$ Boden] auf den untersuchten Flächen in Spelle.

Fläche	Tiefe [cm]	$\text{mg NO}_3\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NO}_3\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NO}_3\text{-N kg}^{-1}$ Boden	$\text{mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$ Boden
		März 2011	Oktober 2011	Oktober 2011	Oktober 2011	März 2012	März 2012
Zur Mühle	0-30	1,77±1,89	1,09±0,29	1,36±0,94	0,96±0,48	1,8±0,43	0,84±0,14
	30-60	0,76±0,25	0,05±0,05	1,09±1,54	0,4±0,69	1,60±0,48	0,26±0,07
Referenz Zur Mühle	0-30			3,23	1,94	2,06	1,27
	30-60			4,84	0,22	1,71	0,35
Bramhof	0-30			1,31	2,47	1,87	2,59
	30-60			0,25	0,40	1,65	0,37
Kranenmoorstraße	0-30			10,67	1,12	2,16	0,81
	30-60			1,27	0,08	1,63	0,32

Tabelle 152: Daten der im Rahmen des Basismessprogramms untersuchten Parameter der Testflächen in Spelle.

	Tiefe [cm]	C [%] März 2011	C [%] Oktober 2011	C [%] Oktober 2012	N [%] März 2011	N [%] Oktober 2011	N [%] Oktober 2012	pH (CaCl ₂) März 2011	pH (CaCl ₂) Oktober 2011	pH (CaCl ₂) Oktober 2012	K [mg kg ⁻¹] März 2011	K [mg kg ⁻¹] Oktober 2011	K [mg kg ⁻¹] Oktober 2012	P [mg kg ⁻¹] März 2011	P [mg kg ⁻¹] Oktober 2011	P [mg kg ⁻¹] Oktober 2012
Zur Mühle	0-10	0,92±0,12	0,96±0,17	0,91±0,13	0,08±0,01	0,07±0,01	0,07±0,01	5,0±0,1	5,1±0,4	5,2±0,1	114,0±19,2	178,9±83,6	115,3±8,1	90,3±6,3	113,1±16,3	110,1±24,2
	10-30	0,86±0,07	0,78±0,08	0,85±0,04	0,07±0,01	0,06±0,0	0,06±0,01	5,1±0,1	4,9±0,3	4,7±0,1	72,5±21,2	54,0±15,9	79,2±20,3	102,4±6,1	114,2±15,7	114,8±20,5
	30-60	0,13±0,13	0,24±0,21	0,19±0,09	>0	>0	0,02±0,0	5,3±0,1	5,1±0,2	5,3±0,1	45,8±25,9	34,5±6,5	33,3±8,4	35,6±18,5	58,3±24,7	61,7±24,2
Referenz Zur Mühle	0-10	0,95±0,02	1,07±0,03	0,88±0,01	0,09	0,1	0,07	4,4	5,8	4,9	128,1±9,8	77,1±12,3	88,5±5,3	65,3±1,0	257,3±1,0	96,1±3,8
	10-30	0,78±0,01	1,09±0,03	0,82±0,01	0,06	0,09	0,06	4,7	5,8	4,8	54,4±0,6	80,3±13,3	58,3±7,8	66,2±0,6	273,3±6,7	93,6±1,4
	30-60	0,05±0,0	0,12±0,01	0,25±0,01	0,00	>0	0,00	5,4	5,4	5,1	37,5±15,4	58,9±14,3	31,2±0,5	7,3±1,2	28,8±1,6	44,6±0,6
Bramhof	0-10		2,76±0,01	1,97±0,0		0,17±0,0	0,13±0,0		5,1	5,1		140,9±15,3	131,3±0,1		100,9±7,8	111,6±3,4
	10-30		2,51±0,01	1,83±0,0		0,15±0,0	0,12±0,0		5,1	4,9		29,8±16,3	26,2±2,5		92,3±7,1	112,2±3,0
	30-60		0,43±0,0	0,63±0,0		0,01±0,0	0,03±0,0		4,7	5,2		11,2±17,3	12,5±0,4		14,8±1,9	25,4±0,3
Kranenmoorstraße	0-10		2,26±0,05	1,75±0,05		0,14±0,0	0,12±0,0		5,3	5,6		244,1±18,3	245,5±1,6		255,7±21,6	166,7±6,0
	10-30		2,05±0,0	1,68±0,02		0,12±0,0	0,11±0,0		5,4	5,8		128,1±19,3	138,9±2,9		224,9±20,7	225,4±4,5
	30-60		0,98±0,01	0,52±0,0		0,04±0,0	0,03±0,0		5,6	5,6		43,0±20,3	52,0±3,3		51,8±0,9	31,9±0,6

Tabelle 153: Heißwasserlöslicher Kohlenstoff [mg kg^{-1} Boden] auf der Fläche Zur Mühle und der Referenzfläche im Frühling 2011. Die Agrarhölzer wurden im Frühling 2011 nach der ersten Beprobung etabliert.

	Tiefe [cm]	C_{hw} [mg kg^{-1}] Boden
Zur Mühle	0-30	417,3±99,7
	30-60	136,9±66,6
Referenz Zur Mühle	0-30	502,6
	30-60	55,7

11.4 Anhang zu Kapitel 4.4.1 „Vegetation & Flora“

Die Gesamtartenliste der Pflanzen im Teilgebiet Haine und Rennertehausen – sowohl alphabetisch sortiert als auch nach den Arten gruppiert – ist der ELKE-Datenbank zu entnehmen.

Tabelle 154: Gesamtübersicht Vegetationsaufnahmen Haine 2011 und 2012 – Arten gruppiert nach Habitus.

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
Aufnahmefläche m ²			15	15	25	25	25	25	250	250	250	250	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Hangneigung °			3	3	4	4	1	1	5	5	25	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2	2
Exposition			W	W	SO	SO	NO	NO	S	S	SW	-	-	-	-	-	NO	NO	N	N	W	W
D° Baumschicht %									85	82	76	85										
Arten ges. (Baumschicht)									2	3	2	1										
D° Strauchschicht %									12	17	3	9		4		5				0,5	19	4
Arten ges. (Strauchschicht)									5	8	1	2		1		2				1	1	1
D° Krautschicht %			1,5	1	97	99	96	98	14	32	0,5	8	72	63	62	52	70	82	14	77	95	93
Arten ges. (Krautschicht)			4	8	23	28	19	24	7	21	5	14	24	32	16	18	20	36	7	27	21	30
D° Mooschicht %				3	1	6	28	35	6	7	2	6	1	23	5	24	15	12		9		2
D° Kultur (Acker) %			55	63																		
Arten ges. (Kultur / Acker)			1	1																		
D° Kultur (KUP) %													2	57	60	70	55	43	90	35		
Arten ges. (Kultur / KUP)													1	1	1	1	1	1	1	1		
D° Einsaat Blühstreifen %																					13	22
Arten ges. (Einsaat Blühstreifen)																					7	10
Arten ges.			5	9	23	28	19	24	13	26	5	15	25	33	17	20	21	36	8	28	29	41
Bäume (natürl. vorkommende u. forstlich o.a. eingebrachte Arten)																						
<i>Acer campestre</i>	WALD	84									r (KS)											
<i>Carpinus betulus</i>	WALD	8432							3	3 (BS) + (KS)												
<i>Fagus sylvatica</i>	WALD	8431								r (SS) r (KS)	4 (BS) + (SS) 2m (KS)	5 (BS) 1 (SS) 2m (KS)										
<i>Picea abies</i>	WALD	7312										r (KS)										
<i>Populus tremula</i>	WSG	x								r (BS) + (KS)												
<i>Quercus petraea</i>	WALD	8									2a (BS) + (KS)											
<i>Quercus robur</i>	WALD	8							4 (BS) + (SS)	3 (BS) + (KS)												
<i>Salix caprea</i>	WSG	6213											r (KS)	+ (KS)	r (SS)							
<i>Sorbus aucuparia</i>	WALD	x							r (SS)	r (SS) r (KS)		r (KS)										

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
Sträucher, Kletterpflanzen (natürl. vorkommende Arten, Anpflanzungen)																						
<i>Corylus avellana</i>	WALD	84								+												
<i>Crataegus laevigata</i>	HUG	841							2a	+												
<i>Crataegus monogyna</i>	HUG	841						r (KS)														
<i>Lonicera periclymenum</i>	HUG	84111								1		1										
<i>Lonicera xylosteum</i>	HUG	84							r	r												
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	HUG									1												
<i>Sambucus nigra</i>	HUG	x							+	2a (SS) 1 (KS)												
Süß- und Sauergräser, Binsengewächse																						
<i>Agrostis capillaris</i>	GRÜ	5			3	4	2m	2a					+	2b	1	1	2b	2b	2a	3		2a
<i>Alopecurus pratensis</i>	GRÜ	54			2a	2b	2a	2b									+	2a				+
<i>Apera spica-venti</i>	ACK	342												2a								
<i>Arrhenatherum elatius</i>	GRÜ	5421					3	3														
<i>Avena fatua</i>	ACK	34																+				
<i>Bromus hordeaceus</i>	GRÜ	x																+			+	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>	WSG	x														r						
<i>Dactylis glomerata</i>	GRÜ	x			2b	3	2a	2b					r			+	2a	1		1	1	2a
<i>Dactylis polygama</i>	WALD	8432							+	r												
<i>Deschampsia cespitosa</i>	GRÜ	x												+					r			+
<i>Deschampsia flexuosa</i>	WALD										1	1										
<i>Elymus repens</i>	RUD	361					2b	2b					1	2b	2a	2b	2b	+	1	2a		
<i>Festuca arundinacea</i>	GRÜ	3811										+										
<i>Festuca pratensis</i>	GRÜ	54				+																
<i>Festuca rubra</i>	GRÜ	54			2b	2b	2m	2m					1		+	+	2m					+
<i>Holcus lanatus</i>	GRÜ	54			+	1		+										2a				
<i>Lolium perenne</i>	GRÜ	5423			2a	2b															1	3
<i>Luzula luzuloides</i>	WALD	84311									1	+										
<i>Melica uniflora</i>	WALD	843								+		+										
<i>Phleum pratense</i>	GRÜ	5423					r	+														
<i>Poa annua</i>	KUT	x			r								1	+		+		1	+	+	2m	2a
<i>Poa chaixii</i>	SON	x			r																	
<i>Poa nemoralis</i>	WALD	84							1	2m		1										
<i>Poa pratensis</i>	GRÜ	54			1	1		1										2a		2a		
<i>Poa trivialis</i>	GRÜ	54																				+
<i>Trisetum flavescens</i>	GRÜ	542			2a	2a									+	r						

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12	
Kräuter u. Zwergsträucher																							
Achillea millefolium	GRÜ	542			2a	2a	+	1													1	1	
Achillea ptarmica	GRÜ	541																				r	
Aethusa cynapium	ACK	3331															r						
Alliaria petiolata (RUD)	SAU	353								1													
Anemone nemorosa	WALD	x							+			+											
Angelica sylvestris	GRÜ	541																					
Anthemis arvensis	ACK	34																					
Arabidopsis thaliana	TRO	521												1						1			
Bellis perennis	GRÜ	542			+	1																	
Campanula rapunculus	WSG	6112												+									
Campanula rotundifolia	WSG	x				+																	
Capsella bursa-pastoris	ACK	33											1	1						1	1	1	
Cardamine bulbifera	WALD											+											
Cardamine pratensis	GRÜ	x				+																	
Centaurea jacea	GRÜ	5			1	+																	
Cerastium holosteoides	GRÜ	54				1												r					
Chenopodium polyspermum	ACK	331												1				r					
Cirsium arvense	ACK	3					2a	2b					+	1	2a	1	1	1	1	1	r	1	1
Cirsium vulgare	RUD	35												+			r					r	
Conyza canadensis	RUD	333												+									
Crepis biennis	GRÜ	5421					2a	2b						+				r					
Epilobium angustifolium	WSG	621						r							1	2a	r			+			
Epilobium ciliatum	RUD	x											1	2m	2b	1	1	2m		1		r	
Epilobium spec.	SON						+						+						+				
Erodium cicutarium	TRO	52											2b	+									
Fallopia convolvulus	ACK	34	1	1									1	1				+			+		
Ficaria verna	SON	x							2a	2b													
Fragaria vesca	WSG	62													+	+							
Fumaria officinalis	ACK	3311											+										
Galeopsis tetrahit	WSG	x		+						1													
Galium album ssp. album	GRÜ	5421												r									
Galium aparine	RUD	35								+			1	1	1		1		+				
Geranium robertianum (RUD)	SAU	3532							1	2m													
Geum urbanum (RUD)	SAU	843								1								+	r				
Gnaphalium uliginosum	SON	311																		1			
Hieracium spec.	SON						r																
Hypericum perforatum	RUD	61													r	1				r			
Knautia arvensis	GRÜ	542			+	r																	
Lamium purpureum	ACK	331																			+	+	
Lapsana communis (RUD)	SAU	3532							1	1		+											
Lepidium campestre	ACK	3311													+								
Lotus corniculatus	GRÜ	5			+	+							2a	1									
Lysimachia nummularia	SON	x																				r	
Matricaria chamomilla	ACK	3421	r	1										1	1					1			
Myosotis arvensis	ACK	34					1	1					1	1	r		1	1			+	1	
Oxalis acetosella	WALD	x										+											

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
Kräuter u. Zwergsträucher																						
<i>Oxalis stricta</i>	ACK	331																+				
<i>Persicaria maculosa</i>	ACK	331											+					r			+	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	TRO	53			1	1																
<i>Plantago lanceolata</i>	GRÜ	54			2a	2a		+					r								+	+
<i>Plantago major</i>	KUT	371												+				+		1	1	2a
<i>Plantago uliginosa</i>	KUT	3811															r					r
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	KUT	3711		+																1		
<i>Ranunculus acris</i>	GRÜ	54			1	2m		+												1		+
<i>Ranunculus auricomus</i> agg.	SON	x								1												
<i>Ranunculus repens</i>	KUT	x				+											1			+	2b	3
<i>Rumex acetosa</i>	GRÜ	54			1	2m	2m	1														+
<i>Rumex crispus</i>	KUT	3811												+		+	+	+			1	+
<i>Sagina procumbens</i>	KUT	3711															2m	+				
<i>Sanguisorba officinalis</i>	GRÜ	54				+		r														
<i>Scorzonoides autumnalis</i>	GRÜ	5423			+	1																
<i>Senecio jacobaea</i>	GRÜ	5423					1	+										+				
<i>Senecio vulgaris</i>	ACK	33																r				
<i>Sonchus arvensis</i>	ACK	331																1				
<i>Sonchus asper</i>	ACK	331															r	+		2b		
<i>Stellaria media</i>	ACK	33															2m				2m	+
<i>Tanacetum vulgare</i>	RUD	3542																			r (E)	
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	GRÜ	x		r	2a	2a	3	3		+			2a	2a	2b	2b	2a	3	1	2b	3	2a
<i>Thlaspi arvense</i>	ACK	3311											1									
<i>Trifolium campestre</i>	TRO	52											1	+								
<i>Trifolium pratense</i>	GRÜ	54			+	1	+	1										1				
<i>Trifolium repens</i>	GRÜ	5423			1	2a							2a	1	+		+	2a			4	3
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	ACK	33											1			r		2m		+	1	
<i>Tussilago farfara</i>	RUD	3													+							
<i>Urtica dioica</i>	RUD	35								r				r						+		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	WALD	x										1										
<i>Verbascum thapsus</i>	WSG	621																			r (E)	
<i>Veronica persica</i>	ACK	331												r								
<i>Veronica serpyllifolia</i>	GRÜ	5423																+		+		
<i>Vicia hirsuta</i>	ACK	34	1	+			+	1						1				1		+	+	+
<i>Vicia sepium</i> (RUD)	SAU	x														+						
<i>Viola arvensis</i>	ACK	34	1	+									2m	+				1			1	+
<i>Viola reichenbachiana</i>	WALD	843								+		r										

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
Schachtelhalme u. Farne																						
<i>Dryopteris carthusiana</i>	WALD	x							+	r												
<i>Equisetum arvense</i>	ACK	x		+												+	2m	+				
Kulturpflanzen (Äcker, KUP's einschl. Einsaat Blühstreifen)																						
<i>Anthemis tinctoria</i>	RUD	3611																				1
<i>Cichorium intybus</i>	KUT	3																				+
<i>Fagopyrum esculentum</i>	ACK																					1
<i>Hordeum vulgare</i>	ACK		4																			
<i>Malva sylvestris</i>	RUD	3541																			+	1
<i>Malva sylvestris ssp. mauritiana</i>	RUD	3541																			2a	r
<i>Helianthus annuus</i>	ACK																					2a
<i>Medicago sativa</i>	WSG	x																			+	1
<i>Melilotus albus</i>	RUD	3542																			+	2a
<i>Melilotus officinalis</i>	RUD	3542																				+
<i>Onobrychis viciifolia</i>	TRO	5322																			r	1
<i>Populus (Max)</i>	SON												1	4 (KU) 1 (SS)			4	3 (KU) + (KS)	5	3 (KU) + (SS)	2b (SS)	+ (SS)
<i>Populus (Muhle Larssen)</i>	SON														4	4 (KU) 2a (SS)						
<i>Secale cereale</i>	ACK			4																		

Legende:

Typ (Habitatpräferenz / Formation):

ACK	Ackerarten
GRÜ	Grünlandarten
KUT	Arten der Kriech- u. Trittrasen
TRO	Arten der Trockenrasen, Sandrasen
RUD	Ruderalarten
WSG	Arten der walddnahen Staudenfluren
HUG	Arten der Hecken u. Gebüsche (Waldränder)
WALD	Waldarten
SON	Sonstige Arten

Vegetationsaufnahmen:

ACK	Acker (konventionell bewirtschaftet)
Wie	Wiese (Grünland)
BRA	Brache (vergraste Ackerbrache)
GEI	Gehölz(insel)
WAL	Wald
KU1 - 4	Kurzumtriebsplantage
KUV	Vorgewende Kurzumtriebsplantage (Blühstreifen)

Deckungsgrade Veg.aufnahmen (Aufnahmeskala nach WILMANN 1998):

r	1 Individuum
+	2 - 5 Individuen, D° < 5 %
1	6 - 50 Individuen, D° < 5 %
2m	> 50 Individuen, D° < 5 %
2a	Individuenzahl beliebig, D° 5 - 15 %
2b	Individuenzahl beliebig, D° 16 - 25 %
3	Individuenzahl beliebig, D° 26 - 50 %
4	Individuenzahl beliebig, D° 51 - 75 %
5	Individuenzahl beliebig, D° 76 - 100 %

weitere Abkürzungen:

BS	Baumschicht
E	Einsaat
KS	Krautschicht
KU	Kultur
SS	Strauchschicht

Tabelle 155: Gesamtübersicht Vegetationsaufnahmen Haine 2011 und 2012 – Arten gruppiert nach Soziologie.

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
Aufnahmefläche m ²			15	15	25	25	25	25	250	250	250	250	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Hangneigung °			3	3	4	4	1	1	5	5	25	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2	2
Exposition			W	W	SO	SO	NO	NO	S	S	SW	-	-	-	-	-	NO	NO	N	N	W	W
D° Baumschicht %									85	82	76	85										
Arten ges. (Baumschicht)									2	3	2	1										
D° Strauchschicht %									12	17	3	9		4		5				0,5	19	4
Arten ges. (Strauchschicht)									5	8	1	2		1		2				1	1	1
D° Krautschicht %			1,5	1	97	99	96	98	14	32	0,5	8	72	63	62	52	70	82	14	77	95	93
Arten ges. (Krautschicht)			4	8	23	28	19	24	7	21	5	14	24	32	16	18	20	36	7	27	21	30
D° Moosschicht %				3	1	6	28	35	6	7	2	6	1	23	5	24	15	12		9		2
D° Kultur (Acker) %			55	63																		
Arten ges. (Kultur / Acker)			1	1																		
D° Kultur (KUP) %													2	57	60	70	55	43	90	35		
Arten ges. (Kultur / KUP)													1	1	1	1	1	1	1	1		
D° Einsaat Blühstreifen %																					13	22
Arten ges. (Einsaat Blühstreifen)																					7	10
Arten ges.			5	9	23	28	19	24	13	26	5	15	25	33	17	20	21	36	8	28	29	41
3 Krautige Vegetation oft gestörter Plätze																						
<i>Cirsium arvense</i>	ACK	3					2a	2b					+	1	2a	1	1	1	1	r	1	1
<i>Tussilago farfara</i>	RUD	3													+							
<i>Cichorium intybus</i>	KUT	3																				+ (E)
311 O Cyperitalia - Mitteleurop. Zwergbinsenfluren																						
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	SON	311																		1		
33 K Chenopodieta - Hackunkraut- u. Ruderal-Ges.																						
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	ACK	33											1	1		r				1	1	1
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	ACK	33											1			r		2m		+	1	
<i>Stellaria media</i>	ACK	33															2m				2m	+
<i>Senecio vulgaris</i>	ACK	33																r				
331 O Polygono-Chenopodieta - Hackunkraut-Ges.																						
<i>Sonchus asper</i>	ACK	331															r	+		2b		
<i>Persicaria maculosa</i>	ACK	331											+					r			+	
<i>Chenopodium polyspermum</i>	ACK	331												1				r				
<i>Lamium purpureum</i>	ACK	331																			+	+
<i>Sonchus arvensis</i>	ACK	331																1				
<i>Oxalis stricta</i>	ACK	331																+				
<i>Veronica persica</i>	ACK	331												r								

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
3311 V Fumario-Euphorbion - Kalkacker-Ges.																						
Thlaspi arvense	ACK	3311											1									
Fumaria officinalis	ACK	3311											+									
Lepidium campestre	ACK	3311													+							
333 O Sisymbrietalia - kurzlebende Ruderal-Ges.																						
Conyza canadensis	RUD	333												+								
3331 V Sisymbrium - Wegrauken-Ges.																						
Aethusa cynapium	ACK	3331															r					
34 K Secalietea - Getreideunkraut-Ges.																						
Myosotis arvensis	ACK	34					1	1					1	1	r		1	1			+	1
Vicia hirsuta	ACK	34	1	+			+	1						1				1		+	+	+
Viola arvensis	ACK	34	1	+									2m	+				1			1	+
Fallopia convolvulus	ACK	34	1	1									1	1				+			+	
Avena fatua	ACK	34																+				
342 O Aperetalia																						
Apera spica-venti	ACK	342												2a								
3421 V Aphanion arvensis																						
Matricaria chamomilla	ACK	3421	r	1									3	1					1			
Aphanes arvensis	ACK	3421											1	r				r		1		
35 K Artemisietea - Stickstoff-Krautfluren																						
Galium aparine	RUD	35								+				1	1	1		1		+		
Cirsium vulgare	RUD	35												+			r					r
Urtica dioica	RUD	35								r				r						+		
353 O Glechometalia - Nitrophytische Saum- u. Verlichtungs-Ges.																						
Alliaria petiolata (RUD)	SAU	353								1												
3532 V Alliarion																						
Lapsana communis (RUD)	SAU	3532							1	1		+										
Geranium robertianum (RUD)	SAU	3532							1	2m												
3541 V Onopordion acanthii																						
Malva sylvestris ssp. mauritiana	RUD	3541																			2a (E)	r (E)
Malva sylvestris	RUD	3541																			+	1 (E)
3542 V Dauco-Melilotion																						
Melilotus albus	RUD	3542																			+	2a (E)
Melilotus officinalis	RUD	3542																				+
Tanacetum vulgare	RUD	3542																			r (E)	
361 O Agropyretalia intermediae-repentis - halbrud. Halbtrockenrasen																						
Elymus repens	RUD	361					2b	2b					1	2b	2a	2b	2b	+	1	2a		
3611 V Convolvulo-Agropyron																						
Anthemis tinctoria	RUD	3611																				1 (E)

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
371 O Plantaginetalia - Trittpflanzen-Ges.																						
<i>Plantago major</i>	KUT	371												+				+		1	1	2a
3711 V Polygonion avicularis																						
<i>Sagina procumbens</i>	KUT	3711															2m	+				
<i>Polygonum aviculare agg.</i>	KUT	3711		+																1		
3811 V Agropyro-Rumicion - Flutrasen																						
<i>Rumex crispus</i>	KUT	3811												+		+	+	+			1	+
<i>Plantago uliginosa</i>	KUT	3811															r					r
<i>Festuca arundinacea</i>	GRÜ	3811										+										
5 Anthropo-zoogene Heiden u. Rasen																						
<i>Agrostis capillaris</i>	GRÜ	5			3	4	2m	2a					+	2b	1	1	2b	2b	2a	3		2a
<i>Lotus corniculatus</i>	GRÜ	5			+	+							2a	1								
<i>Centaurea jacea</i>	GRÜ	5			1	+																
52 K Sedo-Scleranthetea - lockere Sand- u. Felsrasen																						
<i>Erodium cicutarium</i>	TRO	52											2b	+								
<i>Trifolium campestre</i>	TRO	52											1	+								
521 O Sedo-Scleranthetalia - Felsgrus- u. Felsband-Ges.																						
<i>Arabis thaliana</i>	TRO	521												1						1		
53 K Festuco-Brometea - Kalk-Magerrasen																						
<i>Pimpinella saxifraga</i>	TRO	53			1	1																
5322 O Corynephoretalia - Sandboden-Ges.																						
<i>Onobrychis viciifolia</i>	TRO	5322																			r (E)	1 (E)
54 K Molinio-Arrhenatheretea - Mähwiesen- u. Weide-Ges.																						
<i>Festuca rubra</i>	GRÜ	54			2b	2b	2m	2m					1		+	+	2m					+
<i>Alopecurus pratensis</i>	GRÜ	54			2a	2b	2a	2b									+	2a				+
<i>Plantago lanceolata</i>	GRÜ	54			2a	2a		+					r							+		+
<i>Poa pratensis</i>	GRÜ	54			1	1		1										2a		2a		
<i>Rumex acetosa</i>	GRÜ	54			1	2m	2m	1														+
<i>Ranunculus acris</i>	GRÜ	54			1	2m		+												1		+
<i>Trifolium pratense</i>	GRÜ	54			+	1	+	1										1				
<i>Holcus lanatus</i>	GRÜ	54			+	1		+										2a				
<i>Cerastium holosteoides</i>	GRÜ	54				1												r				
<i>Sanguisorba officinalis</i>	GRÜ	54				+		r														
<i>Festuca pratensis</i>	GRÜ	54				+																
<i>Poa trivialis</i>	GRÜ	54																				+
541 O Molinieta - Nass- u. Streuwiesen, nasse Hochstaudenfluren																						
<i>Achillea ptarmica</i>	GRÜ	541																				r
542 O Arrhenatheretalia - Fettwiesen u. -weiden																						
<i>Achillea millefolium</i>	GRÜ	542			2a	2a	+	1													1	1
<i>Trisetum flavescens</i>	GRÜ	542			2a	2a									+	r						
<i>Anthriscus sylvestris</i>	GRÜ	542				r	r	+														
<i>Bellis perennis</i>	GRÜ	542			+	1																
<i>Knautia arvensis</i>	GRÜ	542			+	r																

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
5421 V Arrhenatherion elatioris - Glatthaferwiesen																						
Crepis biennis	GRÜ	5421					2a	2b						+				r				
Arrhenatherum elatius	GRÜ	5421					3	3														
Galium album ssp. album	GRÜ	5421												r								
5423 V Cynosurion - Fettweiden																						
Trifolium repens	GRÜ	5423			1	2a							2a	1	+		+	2a			4	3
Lolium perenne	GRÜ	5423			2a	2b														1	3	
Senecio jacobaea	GRÜ	5423					1	+									+					
Scorzoneroides autumnalis	GRÜ	5423			+	1																
Veronica serpyllifolia	GRÜ	5423															+		+			
Phleum pratense	GRÜ	5423					r	+														
61 K Trifolio-Geranietea - Staudensäume an Gehölzen																						
Hypericum perforatum	RUD	61													r	1				r		
6112 V Geranion sanguinei - Blutstorchschnabel-Saum-Ges.																						
Campanula rapunculus	WSG	6112												+								
62 K Epilobietea - Waldlichtungsfluren																						
Fragaria vesca	WSG	62													+	+						
621 O Atropetalia																						
Epilobium angustifolium	WSG	621						r							1	2a	r			+		
Verbascum thapsus	WSG	621																			r (E)	
6213 V Sambuco-Salicion																						
Salix caprea	WSG	6213											r (KS)	+	(KS)	r (SS)						
7312 V Linnaeo-Piceion																						
Picea abies	WALD	7312										r (KS)										
8 Laubwälder u. verwandte Gebüsche																						
Quercus robur	WALD	8							4 (BS) + (SS)	3 (BS) + (KS)												
Quercus petraea	WALD	8									2a (BS) + (KS)											
84 K Querco-Fagetea - reichere Laubwälder																						
Poa nemoralis	WALD	84							1	2m		1										
Lonicera xylosteum	HUG	84							r	r												
Corylus avellana	WALD	84								+												
Acer campestre	WALD	84									r (KS)											
841 O Prunetalia spinosae - Schlehengebüsch?																						
Crataegus laevigata	HUG	841							2a	+												
Crataegus monogyna	HUG	841						r (KS)														
84111 UV Carpino-Prunion?																						
Lonicera periclymenum	HUG	84111								1		1										
843 O Fagetalia - frische Sommerwälder																						
Geum urbanum (RUD)	SAU	843								1									+	r		
Melica uniflora	WALD	843								+		+										
Viola reichenbachiana	WALD	843								+		r										

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
8431 V Fagion sylvaticae - Buchen- u. Buchenmischwälder																						
<i>Fagus sylvatica</i>	WALD	8431								r (SS) r (KS)	4 (BS) + (SS) 2m (KS)	5 (BS) 1 (SS) 2m (KS)										
84311 UV Luzulo-Fagenion - Hainsimsen-Buchenwälder																						
<i>Luzula luzuloides</i>	WALD	84311									1	+										
8432 V Carpinion betuli - Eichen-Hainbuchenwälder																						
<i>Carpinus betulus</i>	WALD	8432							3	3 (BS) + (KS)												
<i>Dactylis polygama</i>	WALD	8432							+	r												
Arten ohne pflanzensoziologische Zuordnung (indifferente Arten) und Kulturarten																						
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	GRÜ	x		r	2a	2a	3	3		+			2a	2a	2b	2b	2a	3	1	2b	3	2a
<i>Dactylis glomerata</i>	GRÜ	x			2b	3	2a	2b					r			+	2a	1		1	1	2a
<i>Poa annua</i>	KUT	x			r								1	+		+		1	+	+	2m	2a
<i>Populus</i> (Max)	SON												1 (KU)	4 (KU) 1 (SS)			4 (KU)	3 (KU) + (KS)	5 (KU)	3 (KU) + (SS)	2b (SS)	+ (SS)
<i>Epilobium ciliatum</i>	RUD	x											1	2m	2b	1	1	2m		1		r
<i>Ranunculus repens</i>	KUT	x				+											1			+	2b	3
<i>Equisetum arvense</i>	ACK	x		+												+	2m	+				
<i>Bromus hordeaceus</i>	GRÜ	x																+			+	+
<i>Epilobium spec.</i>	SON						+						+						+			
<i>Deschampsia cespitosa</i>	GRÜ	x												+						r		+
<i>Sorbus aucuparia</i>	WALD	x							r (SS)	r (SS) r (KS)		r (KS)										
<i>Populus</i> (Muhle Larssen)	SON														4 (KU)	4 (KU) 2a (SS)						
<i>Ficaria verna</i>	SON	x							2a	2b												
<i>Sambucus nigra</i>	HUG	x							+	2a (SS) 1 (KS)												
<i>Deschampsia flexuosa</i>	WALD										1	1										
<i>Galeopsis tetrahit</i>	WSG	x		+						1												
<i>Medicago sativa</i>	WSG	x																			+	1 (E)
<i>Anemone nemorosa</i>	WALD	x							+			+										
<i>Dryopteris carthusiana</i>	WALD	x							+	r												
<i>Hordeum vulgare</i>	ACK		4 (KU)																			
<i>Secale cereale</i>	ACK			4 (KU)																		
<i>Helianthus annuus</i>	ACK																					2a (E)
<i>Ranunculus auricomus</i> agg.	SON	x								1												
<i>Vaccinium myrtillus</i>	WALD	x										1										
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	HUG									1												
<i>Fagopyrum esculentum</i>	ACK																					1 (E)

Art	TYP	ELL_SOZ	ACK_11	ACK_12	WIE_11	WIE_12	BRA_11	BRA_12	GEI_11	GEI_12	WAL_11	WAL_12	KU1_11	KU1_12	KU2_11	KU2_12	KU3_11	KU3_12	KU4_11	KU4_12	KUV_11	KUV_12
Arten ohne pflanzensoziologische Zuordnung (indifferente Arten) und Kulturarten																						
<i>Populus tremula</i>	WSG	x								r (BS) + (KS)												
<i>Campanula rotundifolia</i>	WSG	x				+																
<i>Cardamine bulbifera</i>	WALD											+										
<i>Cardamine pratensis</i>	GRÜ	x				+																
<i>Oxalis acetosella</i>	WALD	x										+										
<i>Vicia sepium</i> (RUD)	SAU	x														+						
<i>Lysimachia nummularia</i>	SON	x																				r
<i>Calamagrostis epigejos</i>	WSG	x															r					
<i>Poa chaixii</i>	SON	x			r																	
<i>Hieracium spec.</i>	SON						r															

Legende:

Typ (Habitatpräferenz / Formation):

ACK	Ackerarten
GRÜ	Grünlandarten
KUT	Arten der Kriech- u. Trittrasen
TRO	Arten der Trockenrasen, Sandrasen
RUD	Ruderalarten
WSG	Arten der walddnahen Staudenfluren
HUG	Arten der Hecken u. Gebüsche (Waldränder)
WALD	Waldarten
SON	Sonstige Arten

Vegetationsaufnahmen:

ACK	Acker (konventionell bewirtschaftet)
Wie	Wiese (Grünland)
BRA	Brache (vergraste Ackerbrache)
GEI	Gehölz(insel)
WAL	Wald
KU1 - 4	Kurzumtriebsplantage
KUV	Vorgewende Kurzumtriebsplantage (Blühstreifen)

Deckungsgrade Veg.aufnahmen (Aufnahmeskala nach WILMANN 1998):

r	1 Individuum
+	2 - 5 Individuen, D° < 5 %
1	6 - 50 Individuen, D° < 5 %
2m	> 50 Individuen, D° < 5 %
2a	Individuenzahl beliebig, D° 5 - 15 %
2b	Individuenzahl beliebig, D° 16 - 25 %
3	Individuenzahl beliebig, D° 26 - 50 %
4	Individuenzahl beliebig, D° 51 - 75 %
5	Individuenzahl beliebig, D° 76 - 100 %

weitere Abkürzungen:

BS	Baumschicht
E	Einsaat
KS	Krautschicht
KU	Kultur
SS	Strauchschicht

Tabelle 156: Vegetationsaufnahmen Acker, KUPs und KUP-Vorgewende Haine 2011 und 2012.

Art	ACK 11	ACK 12	KU1 11	KU1 12	KU2 11	KU2 12	KU3 11	KU3 12	KU4 11	KU4 12	KUV 11	KUV 12
Anzahl Arten ges. (Krautschicht)	4	8	24	32	16	18	20	36	7	27	21	30
Anzahl Arten ges. (Strauchschicht)				1		2				1		
Anzahl Arten ges. (Kultur / Acker)	1	1										
Anzahl Arten ges. (Kultur / KUP)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Anzahl Arten ges. (Einsaat Blühstr.)											7	10
Anzahl Arten ges.	5	9	25	33	17	20	21	36	8	28	29	41
D° Krautschicht %	1,5	1	72	63	62	52	70	82	14	77	95	93
D° Strauchschicht %				4		5				0,5		
D° Kultur (Populus sp.) %			2	57	60	70	55	43	90	35	19	4
D° Kultur (Acker) %	55	63										
D° Einsaat Blühstreifen %											13	22
Wildkrautflora (Krautschicht):												
Achillea millefolium											1	1
Achillea ptarmica												r
Aethusa cynapium							r					
Agrostis capillaris			+	2b	1	1	2b	2b	2a	3		2a
Alopecurus pratensis							+	2a				+
Apera spica-venti				2a								
Aphanes arvensis			1	r				r		1		
Arabidopsis thaliana				1						1		
Avena fatua								+				
Bromus hord. ssp. hordeaceus								+			+	+
Calamagrostis epigejos						r						
Campanula rapunculus				+								
Capsella bursa-pastoris			1	1						1	1	1
Cerastium holosteoides								r				
Chenopodium polyspermum				1				r				
Cirsium arvense			+	1	2a	1	1	1	1	r	1	1
Cirsium vulgare				+			r					r
Conyza canadensis				+								
Crepis biennis				+				r				
Dactylis glomerata			r			+	2a	1		1	1	2a
Deschampsia cespitosa				+						r		+
Elymus repens			1	2b	2a	2b	2b	+	1	2a		
Epilobium angustifolium					1	2a	r			+		
Epilobium ciliatum			1	2m	2b	1	1	2m		1		r
Epilobium sp.			+						+			
Equisetum arvense		+				+	2m	+				r
Erodium cicutarium			2b	+								
Fallopia convolvulus	1	1	1	1				+			+	
Festuca rubra ssp. rubra			1		+	+	2m					+
Fragaria vesca					+	+						
Fumaria officinalis			+									
Galeopsis tetrahit		+										
Galium album ssp. album				r								
Galium aparine				1	1	1		1		+		
Geum urbanum									+	r		
Gnaphalium uliginosum										1		
Holcus lanatus								2a				
Hypericum perforatum					r	1				+		
Lamium purpureum											+	+
Lepidium campestre					+							
Lolium perenne											1	3
Lotus corniculatus ssp. corniculatus			2a	1								
Lysimachia nummularia												r
Matricaria chamomilla	r	+	3	1						1		
Myosotis arvensis			1	1	r		1	1			+	1
Oxalis stricta								+				
Persicaria maculosa			+					r			+	
Plantago lanceolata			r								+	+
Plantago major s.str.				+				+		1	1	2a
Plantago uliginosa							r					r
Poa annua			1	+		+		1	+	+	2m	2a
Poa pratensis ssp. pratensis								2a		2a		
Poa trivialis												+
Polygonum aviculare agg.		+								1		
Populus (Max), Ausläufer								+				
Ranunculus acris										1		+
Ranunculus repens							1			+	2b	3
Rumex acetosa												+
Rumex crispus				+		+	+	+			1	+
Sagina procumbens							2m	+				
Salix caprea				r	+							
Senecio jacobaea								1				
Senecio vulgaris								r				
Sonchus arvensis ssp. arvensis								1				
Sonchus asper							r	+		2b		
Stellaria media							2m				2m	+

[illegible]

Legende:

häufigste Gräser (4 Arten; in mehr als 40 % der Aufnahmen)

häufigste Wildkräuter u. -stauden (14 Arten; in mehr als 40 % der Aufnahmen)

Untersuchungsfläche:

ACK	Acker
KU1 - KU4	Kurzumtriebsplantagen
KUV	Vorgewende Kurzumtriebsplantage

Tabelle 157: Vegetationsaufnahmen Agrarholz-Fläche 1, Marpingen.

Bezeichnung	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.	1	1		1	1	
Biotoptyp-Code	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9
Datum	07.05.2011	02.08.2011	2011	21.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	30	39	57	44	43	67
Höhe Agrar-Hölzer (m)	bis 1,3	bis 1,5		bis 2	bis 2,5	
Deckung (%)						
Agrarhölzer	<10	<10		15	15	
Krautschicht	90	98		85	90	
Agrarhölzer						
<i>Populus spec.</i>	2a	2a	lf	2b	2b	lf
<i>Prunus spec.</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Salix spec.</i>	+	+	lf	+	+	lf
Krautschicht						
<i>Holcus lanatus</i>	4	3	f	3	3	f
<i>Hypericum maculatum</i>	2a	2a	f	2a	2a	f
<i>Trifolium pratense</i>	2a	2a	f	2a	2a	f
<i>Centaurea jacea</i>	2a	2m	f	2m	2m	f
<i>Cytisus scoparius</i>	2a	1	f	2a	2b	f-d
<i>Agrostis capillaris</i>	2m	2a	f	2a	2m	f
<i>Achillea millefolium</i>	2m	2a	f	2m	2m	f
<i>Phleum pratense</i>	2m	2a	f	2m	2m	f-d
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2m	2m	f	2m	2a	f
<i>Ranunculus repens</i>	2m	2m	f	2m	2m	f
<i>Rumex acetosella</i> agg.	2m	1	f	1	1	f
<i>Daucus carota</i>	1	2a	f	2m	2m	f
<i>Trifolium repens</i>	1	2a	f	2m	2m	f
<i>Solidago canadensis</i>	1	1	f	2m	2m	f
<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	f	1	1	f-d
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	+	f	+	+	f
<i>Veronica chamaedrys</i>	1		f	+	+	f
<i>Linaria vulgaris</i>	+	2m	f	2m	2m	f
<i>Lolium perenne</i>	+	2m	f	2m	2m	f
<i>Cerastium holosteoides</i>	+	1	f	1	+	f
<i>Carduus crispus</i>	+	1	lf	+	1	lf
<i>Plantago major</i>	+	1	lf	+	+	lf
<i>Lapsana communis</i>	+	1	lf	r	+	lf
<i>Rumex obtusifolius</i>	+	+	f	+	+	f
<i>Crepis capillaris</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Festuca pratensis</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Aethusa cynapium</i>	+	+	lf	+	r	s
<i>Picris hieracioides</i>		2a	f	2a	2a	f-l

Bezeichnung	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1	Agrarholz 1
Krautschicht						
<i>Campanula rapunculus</i>		1	f	+	1	f
<i>Elymus repens</i>		1	f	+	+	f
<i>Trifolium hybridum</i>		1	f	+	+	f
<i>Spergula arvensis</i>		1	lf	+	+	lf
<i>Epilobium angustifolium</i>		+	lf	+		lf
<i>Stachys arvensis</i>		+	lf			lf
<i>Pilosella aurantiaca</i>		r	r	2m	2m	lf
<i>Malva moschata</i>		r	s	+	+	s
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>		r	s			
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			f			f
<i>Galium aparine</i>			f			f
<i>Leucanthemum vulgare</i>			f			f
<i>Rubus fruticosus</i> agg.			f			f
<i>Rubus idaeus</i>			f			f
<i>Tripleurospermum inodorum</i>			f			f
<i>Vicia cracca</i>			f			f
<i>Vicia hirsuta</i>			f			f
<i>Vicia sepium</i>			f			f
<i>Solidago virgaurea</i>			f			lf
<i>Geranium dissectum</i>			lf			lf
<i>Knautia arvensis</i>			lf			lf
<i>Urtica dioica</i>			lf			lf
<i>Myosotis arvensis</i>			s			lf
<i>Taraxacum officinale</i>			s			lf
<i>Raphanus raphanistrum</i>			s			s
<i>Dianthus armeria</i>			s			
<i>Scrophularia spec.</i>				+	1	f
<i>Viola arvensis</i>				+	+	f
<i>Lotus corniculatus</i>				+	+	lf
<i>Senecio erucifolius</i>				+	+	lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>				+	+	s
<i>Origanum vulgare</i>				+	+	s
<i>Ranunculus spec.</i>				r	+	lf
<i>Mentha arvensis</i>						f
<i>Clinopodium vulgare</i>						lf
<i>Galium mollugo</i>						lf
<i>Plantago lanceolata</i>						lf
<i>Tragopogon pratensis</i>						lf
<i>Cyanus segetum</i>						s
<i>Epilobium spec.</i>						s
<i>Rubus spec.</i>						s

Tabelle 158: Vegetationsaufnahmen Agrarholz-Fläche 2, Marpingen.

Bezeichnung	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.	8	8		8	8	
Biotoptyp-Code	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9
Datum	07.05.2011	02.08.2011	2011	22.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	50 (10x5)	50 (10x5)		50 (10x5)	50 (10x5)	
Gesamt-Artenzahl	22	23	36	29	30	43
Höhe Agrar-Hölzer (m)	bis 0,15	bis 0,15		bis 0,15	bis 0,15	
Deckung (%)						
Agrarhölzer	2	2		<1	<1	
Krautschicht	10	90		95	98	
Störstellen/offener Boden	88	8		5	2	
Agrar-Hölzer						
<i>Salix spec.</i> (frische Steckhölzer)	1	1	f	r	r	s
Krautschicht						
<i>Chenopodium polyspermum</i>	2m	3	f	2m	2m	lf
<i>Lolium perenne</i>	2m	2m	f	1	2m	lf
<i>Spergula arvensis</i>	2m	2m	f	1	+	lf
<i>Trifolium hybridum</i>	1	2a	f	2b	2a	f-lf
<i>Linaria vulgaris</i>	1	2a	f	2a	2a	f
<i>Cyanus segetum</i>	1	2a	f	1	1	f
<i>Chenopodium spec.</i>	1	2a	f		+	s
<i>Daucus carota</i>	1	2m	f	3	4	d
<i>Trifolium pratense</i>	1	1	f	2m	2a	f
<i>Myosotis arvensis</i>	1	1	f	+	+	lf
<i>Oxalis stricta</i>	1	1	f	+	+	lf
<i>Avena sativa</i>	1	1	f	+	+	s-f
<i>Dactylis glomerata</i>	1	+	f			f
<i>Trifolium repens</i>	1		f	1	1	f
<i>Vicia tetrasperma</i>	1		f	+	+	lf
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1		f			s
<i>Brassica napus</i>	1		f			
<i>Vicia hirsuta</i>	1			+	+	lf
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	+	2a	l	+	+	lf
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	2m	lf	+	+	lf
<i>Aethusa cynapium</i>	+	+	lf			s
<i>Viola arvensis</i>		2a	f	+	+	f
<i>Chenopodium album</i>		2a	f	+	+	s
<i>Polygonum aviculare</i>		2m	f	+	+	s
<i>Crepis capillaris</i>		1	f	+		lf
<i>Galeopsis angustifolia</i>		1	f			lf
<i>Raphanus raphanistrum</i>		1	lf			
<i>Sonchus asper</i>		+	lf			lf
<i>Fallopia convolvulus</i>			f			l
<i>Fumaria officinalis</i>			f			lf

Bezeichnung	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2	Agrarholz 2
Krautschicht						
<i>Vicia cracca</i>			f			lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>			f			s
<i>Stellaria media</i>			f			s
<i>Medicago x varia</i>			f			
<i>Lamium purpureum</i>			f			
<i>Vicia sativa</i>			s			
<i>Stachys arvensis</i>			s			
<i>Phleum pratense</i>				2a	2a	lf
<i>Carduus crispus</i>				+	1	lf
<i>Hypericum perforatum</i>				+	+	f
<i>Achillea millefolium</i>				+	+	lf
<i>Holcus lanatus</i>				+	+	lf
<i>Silene latifolia</i>				+	+	lf
<i>Galium aparine</i>				+	+	s
<i>Malva moschata</i>				+	+	s
<i>Campanula rapunculus</i>					+	f
<i>Rumex obtusifolius</i>					r	s
<i>Vicia angustifolia</i>						lf
<i>Lapsana communis</i>						s

Tabelle 159: Vegetationsaufnahmen Miscanthus-Fläche, Marpingen.

Bezeichnung	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.	5	5		5	5	
Biotoptyp-Code	HJ8	HJ8	HJ8	HJ8	HJ8	HJ8
Datum	07.05.2011	02.08.2011	2011	22.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	36	41	66	42	41	66
Höhe Kulturpflanzen (m)	bis 1,4	bis 0,8		bis 1,7	bis 2,2	
Deckung (%)						
Kulturpflanzen	20	30		40	50	
Krautschicht	70	70		60	50	
Kulturpflanzen						
<i>Miscanthus sinensis</i>	2b	3	d	3	3	d
Krautschicht						
<i>Linaria vulgaris</i>	2a	2a	f	2a	2a	f
<i>Oxalis stricta</i>	2a	2a	f	2m	1	s
<i>Solanum nigrum</i>	2a	2a	f	+	+	s
<i>Cirsium arvense</i>	2a	2a	ld	2a	2b	ld
<i>Agrostis capillaris</i>	2m	2m	f	2m	2a	f
<i>Dactylis glomerata</i>	2m	2m	f	2m	2m	f
<i>Lolium perenne</i>	2m	2m	f	2m	2m	f
<i>Agrostis gigantea</i>	2m	2m	f	2m	2m	lf
<i>Holcus lanatus</i>	2m	2m	f	1	2m	f
<i>Elymus repens</i>	2m	2m	f	1	1	f
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	2m	2m	f	1	1	s
<i>Conyza canadensis</i>	1	2a	f	2m	2m	f
<i>Myosotis arvensis</i>	1	1	f	1	+	f
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Crepis capillaris</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Atriplex patula</i>	1	1	f	+	+	lf
<i>Geum urbanum</i>	1	1	f	+	+	s
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1	1	f	+	+	s
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	1	lf	+	+	lf
<i>Matricaria discoidea</i>	1	1	lf	+	+	s
<i>Viola arvensis</i>	1	1	lf	+		lf
<i>Carduus crispus</i>	1	+	f	1	1	f
<i>Daucus carota</i>	1	+	f	+	+	f
<i>Fumaria officinalis</i>	1	+	f	+	+	lf
<i>Taraxacum officinale</i>	1	+	lf	+	+	lf
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	+	lf	+	+	lf
<i>Senecio vulgaris</i>	1	+	lf	+		lf
<i>Poa trivialis</i>	1	+	lf			lf
<i>Epilobium spec.</i>	+	1	f	+	+	lf

Bezeichnung	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus	Miscanthus
Krautschicht						
<i>Vicia tetrasperma</i>	+	1	lf	+	+	lf
<i>Cirsium vulgare</i>	+	+	f	+	1	f
<i>Alliaria petiolata</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Hypericum maculatum</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Malva alcea</i>	+		lf			s
<i>Fallopia convolvulus</i>		1	f	+	+	lf
<i>Trifolium repens</i>		1	lf	+	+	lf
<i>Cyanus segetum</i>		1	s	+	+	s
<i>Equisetum arvense</i>		+	lf	+	+	lf
<i>Rumex obtusifolius</i>		+	lf	+	+	lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>		+	lf	+	+	s
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			f			f
<i>Cytisus scoparius</i>			f			f
<i>Phleum pratense</i>			f			f
<i>Picris hieracioides</i>			f			f
<i>Poa pratensis</i>			f			f
<i>Ranunculus repens</i>			f			f
<i>Rumex sanguineus</i>			f			f
<i>Senecio jacobaea</i>			f			f
<i>Solidago canadensis</i>			f			f
<i>Vicia cracca</i>			f			f
<i>Ranunculus spec.</i>			f			lf
<i>Sherardia arvensis</i>			f			
<i>Scorzoneroide autumnalis</i>			lf			lf
<i>Galeopsis angustifolia</i>			lf			s
<i>Senecio erucifolius</i>			lf			s
<i>Spergula arvensis</i>			lf			
<i>Artemisia vulgaris</i>			s			s
<i>Knautia arvensis</i>			s			s
<i>Centaurium erythraea</i>			s			
<i>Dianthus armeria</i>			s			
<i>Geranium dissectum</i>			s			
<i>Hieracium spec.</i>			s			
<i>Lamium purpureum</i>			s			
<i>Rumex acetosa</i>			s			
<i>Torilis japonica</i>			s			
<i>Scrophularia nodosa</i>				+	+	f
<i>Hypochoeris radicata</i>				+	+	lf
<i>Mentha arvensis</i>					+	f
<i>Campanula rapunculus</i>						lf
<i>Pilosella aurantiaca</i>						lf
<i>Solidago virgaurea</i>						lf
<i>Raphanus raphanistrum</i>						s
<i>Echium vulgare</i>						s-lf
<i>Cichorium intybus</i>						ss

Tabelle 160: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 1, Marpingen.

Bezeichnung	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahmen-Nr.	7	7		7	7	
Biotoptyp-Code	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)
Datum	07.05.2011	01.08.2011	2011	22.06.2012	02.08.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	50	20	60	44	46	68
Höhe Kulturpflanzen (m)	0,2	0,15		1,2	0,7	
Deckung (%)						
Kulturpflanzen	10	20		60	10	
Krautschicht	65	50		35	75	
Störstellen/offener Boden	25	30		5	15	
Kulturpflanzen						
<i>Secale cereale</i>	2a	2b	d	3	2b	d
<i>Vicia villosa</i>	1	1	f	1	+	f
<i>Vicia sativa</i>	1		f	2b	1	f
<i>Pisum sativum</i>						f-ld
<i>Avena sativa</i>						s
Krautschicht						
<i>Viola arvensis</i>	2a	1	f	2a	2a	f
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	2m	2b	f	2m	2a	f
<i>Cyanus segetum</i>	2m	2a	f	2b	2a	f-ld
<i>Myosotis arvensis</i>	2m	1	f	1	2m	f
<i>Spergula arvensis</i>	2m		f	+	2m	f
<i>Chenopodium spec.</i>	2m		f		+	lf
<i>Matricaria discoidea</i>	1	2m	f	2m	2m	f
<i>Vicia tetrasperma</i>	1	1	f	2m	1	f
<i>Atriplex patula</i>	1	1	f	+	+	lf
<i>Elymus repens</i>	1	1	f	+	+	lf
<i>Galeopsis angustifolia</i>	1	1	f	+	+	lf
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1	1	f		+	f
<i>Fumaria officinalis</i>	1	+	f	1	1	lf
<i>Fallopia convolvulus</i>	1	+	f	+	+	lf
<i>Anthemis arvensis</i>	1		f	1	2m	lf
<i>Crepis capillaris</i>	1		f	+	1	lf
<i>Persicaria lapathifolia</i>	1		f	+	1	lf
<i>Equisetum arvense</i>	1		f	+		f
<i>Galeopsis ladanum</i>	1		f	+		
<i>Cirsium arvense</i>	1		f		+	lf
<i>Linaria vulgaris</i>	1		f		+	lf
<i>Chenopodium rubrum</i>	1		f		+	lf
<i>Convolvulus arvensis</i>	1		f			f
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1		f			f
<i>Chenopodium polyspermum</i>	1		f			lf
<i>Geranium pusillum</i>	1		f			lf
<i>Cirsium palustre</i>	1		f			s
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	1	lf	+	+	lf

Bezeichnung	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1	Öko-Acker 1
Krautschicht						
<i>Dactylis glomerata</i>	+	1	lf	+	+	lf
<i>Aphanes arvensis</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Lamium purpureum</i>	+	+	lf		+	lf
<i>Stellaria media</i>	+		f	+	1	f
<i>Sonchus arvensis</i>	+		f	+	+	lf
<i>Oxalis stricta</i>	+		lf	+	1	f
<i>Bromus sterilis</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Cerastium holosteoides</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Daucus carota</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Hypericum perforatum</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Persicaria amphibia</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Ranunculus repens</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Trifolium repens</i>	+		lf	+	+	lf
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	+		lf	+	+	s
<i>Lapsana communis</i>	+		lf	+		s-lf
<i>Raphanus raphanistrum</i>	+		lf	+		
<i>Cirsium vulgare</i>	+		lf		+	lf
<i>Plantago major</i>	+		lf		+	s
<i>Trifolium hybridum</i>	+		lf			lf
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+		lf			s
<i>Veronica spec.</i>		1	f	+		
<i>Poa annua</i>		+	f		+	lf
<i>Holcus lanatus</i>		+	lf	+		lf
<i>Polygonum aviculare</i>			f			f
<i>Rumex obtusifolius</i>			f			f
<i>Scleranthus annuus</i>			f			f
<i>Senecio vulgaris</i>			f			f
<i>Sherardia arvensis</i>			f			lf
<i>Veronica agrestis</i>			f			lf
<i>Vicia hirsuta</i>			f			lf
<i>Setaria pumila</i>			f			
<i>Draba verna</i>			lf			lf
<i>Phleum pratense</i>				2m	1	lf
<i>Vicia cf. pannonica</i>				1	+	f
<i>Gnaphalium uliginosum</i>				+	2m	f
<i>Lolium perenne</i>				+	1	s-lf
<i>Agrostis capillaris</i>				+	+	lf
<i>Vicia angustifolia</i>				+	+	lf
<i>Anagallis spec.</i>						lf
<i>Lotus corniculatus</i>						lf
<i>Misopates orontium</i>						s

Tabelle 161: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 2, Marpingen.

Bezeichnung	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Aufnahme-Nr.	9		9	9	
Biotoptyp-Code	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)	HA6 (öko)
Datum	06.05.2011	2011	22.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	50 (10x5)		50 (10x5)	50 (10x5)	
Gesamt-Artenzahl	37	45	29	37	51
Höhe Kulturpflanzen (m)	bis 0,15		bis 0,7	bis 0,10	
Deckung (%)					
Kulturpflanzen	4	-	80	5	
Krautschicht	40		20	40	
Störstellen/offener Boden	56		-	55	
Kulturpflanzen					
<i>Avena sativa</i>	1	f			lf
<i>Pisum sativum</i>	2m	f			f
<i>Secale cereale</i>			2b	2a	f
<i>Vicia spec.</i>			4	1	d
Krautschicht					
<i>Cerastium holosteoides</i>	2m	f	1	2m	lf
<i>Spergula arvensis</i>	2m	f	1	1	f
<i>Galium aparine</i>	2m	f	+	1	f
<i>Viola arvensis</i>	2m	f	+	+	f
<i>Matricaria discoidea</i>	2m	f		+	lf
<i>Vicia hirsuta</i>	1	f	2m	2m	lf
<i>Holcus lanatus</i>	1	f	1	2a	f
<i>Lolium perenne</i>	1	f	1	2m	lf
<i>Trifolium hybridum</i>	1	f	1	1	lf
<i>Elymus repens</i>	1	f	1	+	f
<i>Bryonia dioica</i>	1	f	+	1	f
<i>Poa pratensis</i>	1	f	+	1	lf
<i>Convolvulus arvensis</i>	1	f	+	+	f
<i>Dactylis glomerata</i>	1	f	+	+	f
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1	f	+	+	lf
<i>Matricaria chamomilla</i>	1	f	+	+	lf
<i>Trifolium repens</i>	1	f	+	+	lf
<i>Draba verna</i>	1	f	+		f
<i>Aethusa cynapium</i>	1	f	+		
<i>Fumaria officinalis</i>	1	f		1	f
<i>Chenopodium spec.</i>	1	f		+	f
<i>Atriplex patula</i>	1	f		+	lf

Bezeichnung	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2	Öko-Acker 2
Krautschicht					
<i>Lamium purpureum</i>	1	f		+	s
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	1	f			s-lf
<i>Vicia tetrasperma</i>	+	lf	+	+	f
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	lf	r	+	lf
<i>Chaenorhinum minus</i>	+	lf		+	lf
<i>Crepis capillaris</i>	+	lf		+	lf
<i>Poa annua</i>	+	lf		+	lf
<i>Polygonum aviculare</i>	+	lf		+	lf
<i>Persicaria lapathifolia</i>	+	lf		+	lf
<i>Sherardia arvensis</i>	+	lf		r	s
<i>Galeopsis angustifolia</i>	+	lf			f
<i>Lamium amplexicaule</i>	+	lf			lf
<i>Poa compressa</i>	+	lf			
<i>Cyanus segetum</i>		f	2m	1	f
<i>Cirsium arvense</i>		f			f
<i>Veronica serpyllifolia</i>		f			f
<i>Conyza canadensis</i>		f			s-lf
<i>Euphorbia spec.</i>		f			
<i>Cardamine hirsuta</i>		lf			lf
<i>Veronica persica</i>		lf			lf
<i>Geum urbanum</i>		lf			
<i>Tripleurospermum inodorum</i>			2a	1	f
<i>Phleum pratense</i>			2m	2a	lf
<i>Oxalis stricta</i>			+	+	f
<i>Carduus crispus</i>			+	+	lf
<i>Myosotis arvensis</i>			+	+	lf
<i>Rumex acetosa</i>			+		s
<i>Misopates orontium</i>					s
<i>Persicaria amphibia</i>					s

Tabelle 162: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 3, Marpingen.

Bezeichnung	Öko-Acker 3	Öko-Acker 3	Öko-Acker 3	Öko-Acker 3
Lfd. Nr.	1	2	3	4
Aufnahme-Nr.	10		10	
Biotoptyp-Code	HA6	HA6 (öko)	HA6	HA6 (öko)
Datum	06.05.2011	2011	23.06.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	50 (10x5)		50 (10x5)	
Gesamt-Artenzahl	21	27	25	35
Höhe Kulturpflanzen (m)	0,9		1,4	
Deckung (%)				
Kulturpflanzen	75		80	
Krautschicht	15		20	
Störstellen/offener Boden	10		-	
Kulturpflanzen				
<i>Hordeum vulgare</i>	4	d		
<i>Secale cereale</i>			3	d
<i>Vicia spec.</i>			4	d
Krautschicht				
<i>Cyanus segetum</i>	2m	f	2m	f
<i>Elymus repens</i>	2m	f	2m	f
<i>Myosotis arvensis</i>	1	f	1	f
<i>Aphanes arvensis</i>	1	f	1	lf
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	f	+	f
<i>Fumaria officinalis</i>	1	f	+	f
<i>Spergula arvensis</i>	1	f	+	f
<i>Veronica serpyllifolia</i>	1	f	+	f
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	f	+	lf
<i>Galium aparine</i>	1	f	+	lf
<i>Sherardia arvensis</i>	1	f	+	lf
<i>Lamium purpureum</i>	1	f		f
<i>Stellaria media</i>	1	f		f
<i>Poa annua</i>	1	f		lf-s
<i>Dactylis glomerata</i>	1	lf	1	lf
<i>Cardamine hirsuta</i>	+	lf	+	lf
<i>Lolium perenne</i>	+	lf	+	lf
<i>Aethusa cynapium</i>	+	lf	r	s
<i>Veronica spec.</i>	+	lf		lf
<i>Draba verna</i>	+	lf		s
<i>Matricaria discoidea</i>	+	s	+	s
<i>Viola arvensis</i>		f	+	f
<i>Chaenorhinum minus</i>		f		f
<i>Vicia hirsuta</i>		f		f
<i>Vicia tetrasperma</i>		lf		f
<i>Holcus lanatus</i>		lf		lf

Bezeichnung	Öko-Acker 3	Öko-Acker 3	Öko-Acker 3	Öko-Acker 3
Krautschicht				
<i>Epilobium spec.</i>		lf		
<i>Phleum pratense</i>			+	f
<i>Tripleurospermum inodorum</i>			+	f
<i>Convolvulus arvensis</i>			+	lf
<i>Linaria vulgaris</i>			+	lf
<i>Trifolium repens</i>			+	lf
<i>Polygonum spec.</i>			r	s
<i>Daucus carota</i>				lf
<i>Crepis capillaris</i>				s

Tabelle 163: Vegetationsaufnahmen Öko-Acker 4, Marpingen.

Bezeichnung	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Aufnahme-Nr.	16		16	16	
Biotoptyp-Code	HA8 (öko)	HA8 (öko)	HA8 (öko)	HA8 (öko)	HA8 (öko)
Datum	02.08.2011	2011	21.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	31	40	38	36	48
Höhe Kulturpflanzen (m)			bis 1,6 m	bis 1,7 m	
Deckung (%)					
Kulturpflanzen			2	4	
Krautschicht	90		98	98	
Störstellen/offener Boden	10		2	2	
Agrarhölzer					
<i>Populus spec.</i>			+	1	f
<i>Salix spec.</i>			+	1	f
<i>Prunus spec.</i>			r	r	ss
Krautschicht					
<i>Linaria vulgaris</i>	2b	f	2a	2a	f
<i>Chenopodium album</i>	2a	f	1	1	f
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	2a	f	1	+	f
<i>Viola arvensis</i>	2a	f	+	+	f
<i>Chenopodium polyspermum</i>	2a	ld	+	+	lf-s
<i>Holcus lanatus</i>	2m	f	3	3	f-ld
<i>Picris hieracioides</i>	2m	f	2a	3	f-ld
<i>Phleum pratense</i>	2m	f	2a	2b	f-ld
<i>Cyanus segetum</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Cirsium arvense</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Spergula arvensis</i>	2m	f	+	+	f
<i>Chenopodium spec.</i>	2m	f			
<i>Carduus crispus</i>	1	f	2m	2a	f
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	f	1	1	f
<i>Elymus repens</i>	1	f	1	1	f
<i>Trifolium pratense</i>	1	f	1	1	f
<i>Trifolium repens</i>	1	f	1	1	f
<i>Lolium perenne</i>	1	f	1	+	f
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1	f	1	+	lf
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	f	+	1	f
<i>Daucus carota</i>	1	f	+	+	f
<i>Lapsana communis</i>	1	f	+	+	lf
<i>Fumaria officinalis</i>	1	f	+	+	lf-s
<i>Galeopsis angustifolia</i>	1	f	+		s
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	f			f
<i>Chenopodium rubrum</i>	1	f			s
<i>Crepis capillaris</i>	1	lf	+	1	lf
<i>Polygonum aviculare</i>	+	f	+	+	lf-s

Bezeichnung	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4	Öko-Acker 4
Krautschicht					
<i>Poa annua</i>	+	f			
<i>Stachys arvensis</i>	+	f			
<i>Aphanes arvensis</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Aethusa cynapium</i>	+	lf	+		
<i>Matricaria discoidea</i>		f			
<i>Plantago major</i>		f			
<i>Stellaria media</i>		f			
<i>Veronica agrestis</i>		f			
<i>Lotus corniculatus</i>		ld			
<i>Veronica persica</i>		ld			
<i>Ranunculus repens</i>		lf			lf
<i>Poa pratensis</i>		lf			
<i>Trifolium hybridum</i>		lf			
<i>Agrostis capillaris</i>			2m	2m	lf
<i>Cytisus scoparius</i>			+	1	f
<i>Myosotis arvensis</i>			+	+	f
<i>Scrophularia nodosa</i>			+	+	f
<i>Achillea millefolium</i>			+	+	lf
<i>Solidago canadensis</i>			+	+	lf
<i>Melilotus officinalis</i>			+	+	lf-s
<i>Geum urbanum</i>			+		lf
<i>Campanula rapunculus</i>				+	lf
<i>Gnaphalium uliginosum</i>					f
<i>Hypericum perforatum</i>					f
<i>Rubus fruticosus agg.</i>					lf
<i>Rumex obtusifolius</i>					lf
<i>Agrostis gigantea</i>					lf-s
<i>Conyza canadensis</i>					lf-s
<i>Clinopodium vulgare</i>					s

Tabelle 164: Vegetationsaufnahmen Birken-Eichenwald, Marpingen.

Bezeichnung	Birken-Eichenwald	Birken-Eichenwald	Birken-Eichenwald
Lfd. Nr.	1	2	3
Aufnahme-Nr.	6	6	
Biotoptyp-Code	AB2	AB2	AB2
Datum	07.05.2011	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	1000 (20x50)	1000 (20x50)	
Gesamt-Artenzahl	27	29	35
Deckung (%)			
Baumschicht	75	70	
Strauchschicht	45	50	
Krautschicht	80	75	
Baumschicht			
<i>Quercus robur</i>	3	3	lf-d
<i>Betula pendula</i>	2a	2a	lf
<i>Prunus avium</i>	1	1	lf
<i>Carpinus betulus</i>	+	+	lf
Strauchschicht			
<i>Corylus avellana</i>	3	3	f
<i>Lonicera xylosteum</i>	1	2a	lf
<i>Sambucus nigra</i>	1	1	lf
<i>Prunus padus</i>	+	+	s
<i>Prunus avium</i>	+	+	lf
<i>Lonicera periclymenum</i>			f
Krautschicht			
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	3	3	ld-d
<i>Galeopsis tetrahit</i>	2b	2b	ld
<i>Lonicera periclymenum</i>	2a	2m	f
<i>Rubus idaeus</i>	2m	2m	lf
<i>Athyrium filix-femina</i>	1	1	f
<i>Dryopteris dilatata</i>	1	1	f
<i>Oxalis acetosella</i>	1	1	f
<i>Stellaria holostea</i>	1	1	f
<i>Urtica dioica</i>	1	1	f
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	+	f
<i>Sorbus aucuparia</i>	1	+	f
<i>Anemone nemorosa</i>	1	+	lf
<i>Poa nemoralis</i>	1	+	lf
<i>Luzula luzuloides</i>	1	+	s
<i>Milium effusum</i>	1	+	s
<i>Quercus robur</i>	1	+	f
<i>Carex sylvatica</i>	+	+	lf
<i>Pteridium aquilinum</i>	+	+	lf
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	+	s
<i>Lapsana communis</i>	+	+	s

Bezeichnung	Birken-Eichenwald	Birken-Eichenwald	Birken-Eichenwald
Krautschicht			
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	+	S
<i>Frangula alnus</i>		+	S
<i>Festuca gigantea</i>		+	S-lf
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>			lf
<i>Melampyrum pratense</i>			lf
<i>Teucrium scorodonia</i>			lf
<i>Lamium purpureum</i>			S
<i>Veronica officinalis</i>			S

Tabelle 165: Vegetationsaufnahmen Gehölzstreifen, Marpingen.

Bezeichnung	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Aufnahme-Nr.	12		12	12	
Biotoptyp-Code	BD3	BD3	BD3	BD3	BD3
Datum	01.08.2011	2011	21.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	250 (25x10)		250 (25x10)	250 (25x10)	
Gesamt-Artenzahl	28	39	33	34	40
Deckung (%)					
Baumschicht	55		60	60	
Strauchschicht	96		95	95	
Krautschicht	8		10	10	
Baumschicht					
<i>Betula pendula</i>	2a	f	2b	2b	f-ld
<i>Prunus avium</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Prunus domestica</i>	2a	f	2b	2b	f
<i>Salix caprea</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Fraxinus excelsior</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Juglans regia</i>	r	lf	1	1	lf
Strauchschicht					
<i>Cornus sanguinea</i>	2b	d	3	3	f-ld
<i>Crataegus spec.</i>	2a	f	2b	2b	f
<i>Prunus avium</i>	2a	f	2b	2b	lf
<i>Acer platanoides</i>	1	f	1	1	lf
<i>Acer pseudoplatanus</i>	1	f	1	1	lf
<i>Prunus spinosa</i>	1	f	2m	2m	lf
<i>Betula pendula</i>	1	f	1	2m	lf
<i>Malus domestica</i>	+	f	+	+	f
<i>Acer campestre</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Euonymus europaea</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Rosa canina</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Sorbus intermedia</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Viburnum lantana</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Viburnum opulus</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Deutzia scabra</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Cytisus scoparius</i>	+	lf	1	2m	lf
<i>Fraxinus excelsior</i>	+	lf	+	+	f
<i>Juglans regia</i>	+	lf	+	+	f
<i>Prunus domestica</i>	+	lf	+	1	lf
<i>Corylus avellana</i>		f			f
<i>Sambucus nigra</i>		f			
<i>Crataegus monogyna</i>					f-ld

Bezeichnung	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen	Gehölz- streifen
Krautschicht					
<i>Cornus sanguinea</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Crataegus monogyna</i>	1	f	1	1	f
<i>Veronica montana</i>	1	lf	1	+	lf
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	1	lf	2m	2a	lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>	+	f	+	+	f
<i>Geranium robertianum</i>	+	f	+	+	f
<i>Geum urbanum</i>	+	f	+	+	f
<i>Glechoma hederacea</i>	+	f	+	+	f
<i>Fraxinus excelsior</i>	+	f	+	+	f
<i>Epilobium montanum</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Euonymus europaeus</i>	+	lf	+	+	f
<i>Acer platanoides</i>	+	lf	+	+	s
<i>Acer campestre</i>	r	lf	r	+	s
<i>Quercus robur</i>		f	r	r	f
<i>Poa nemoralis</i>		f	+	+	f
<i>Alliaria petiolata</i>		f			f
<i>Arrhenatherum elatius</i>		f			f
<i>Carpinus betulus</i>		f			f
<i>Anthriscus sylvestris</i>		f			lf
<i>Phleum pratense</i>		f			lf
<i>Crataegus laevigata</i>		f			
<i>Lonicera periclymenum</i>		f			
<i>Prunus spinosa</i>		f			f
<i>Dactylis glomerata</i>			+	+	lf
<i>Tanacetum vulgare</i>			+	+	lf
<i>Galium aparine</i>			+	1	f
<i>Campanula rapunculus</i>				r	s

Tabelle 166: Vegetationsaufnahmen Grünlandbrache, Marpingen.

Bezeichnung	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.	3	3		3	3	
Biotoptyp-Code	EE1	EE1	EE1	EE1	EE1	EE1
Datum	07.05.2011	02.08.2011	2011	21.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	35	39	57	43	46	60
Deckung (%)						
Strauchschicht	<1	1		1	1	
Krautschicht	100	100		98	98	
Strauchschicht						
<i>Prunus spinosa</i>	+	+	+	+	+	lf
<i>Betula pendula</i>	r	r	r	r	r	r
<i>Prunus avium</i>	r	r	r	r	r	r
Krautschicht						
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	3	d	2b	3	ld-d
<i>Hypericum maculatum</i>	2a	2a	f	2a	2a	f
<i>Holcus lanatus</i>	2a	2a	f	2m	2a	f
<i>Agrostis capillaris</i>	2m	2a	f	2a	2a	f
<i>Phleum pratense</i>	2m	2a	f	2a	2a	f
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2m	2a	f	2a	2m	f
<i>Achillea millefolium</i>	1	2m	f	2m	2m	f
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	f	2m	2m	f
<i>Linaria vulgaris</i>	1	1	f	1	2m	f
<i>Daucus carota</i>	1	1	f	1	2m	lf
<i>Festuca pratensis</i>	1	1	f	1	1	f
<i>Plantago lanceolata</i>	1	1	f	1	1	f
<i>Poa pratensis</i>	1	1	f	1	1	f
<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	f	1	1	lf
<i>Trifolium medium</i>	1	1	f	1	1	lf
<i>Centaurea jacea</i>	1	1	f	+	1	f
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Rumex acetosa</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Veronica officinalis</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Vicia sepium</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Hypochoeris radicata</i>	1	1	lf	+	1	lf
<i>Rumex acetosella agg.</i>	1	1	lf	+	+	lf
<i>Festuca rubra</i>	+	1	f	1	1	f
<i>Galium album</i>	+	1	f	1	1	f
<i>Stellaria graminea</i>	+	1	lf	2m	2m	lf
<i>Cerastium holosteoides</i>	+	+	lf	+	+	f

Bezeichnung	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache	Grünland- brache
Krautschicht						
<i>Cirsium vulgare</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Prunella vulgaris</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Hieracium laevigatum</i>	+	+	s	+	+	lf
<i>Rumex obtusifolius</i>	+	+	s	+	+	s-lf
<i>Poa trivialis</i>	+	+	s		+	lf
<i>Malva moschata</i>	r	+	s	+	+	s
<i>Campanula rapunculus</i>		1	f	+	1	f
<i>Pimpinella saxifraga</i>		1	f	+	+	f
<i>Tragopogon pratensis</i>		1	f	+	+	f
<i>Heracleum sphondylium</i>		+	s	+	+	s
<i>Senecio jacobaea</i>			f	+	+	f
<i>Trifolium repens</i>			f	+	+	f
<i>Knautia arvensis</i>			f		+	f
<i>Origanum vulgare</i>			f			f
<i>Rosa spec.</i>			f			f
<i>Anthriscus sylvestris</i>			f			lf
<i>Festuca nigrescens</i>			f			lf
<i>Picris hieracioides</i>			f			lf
<i>Agrimonia eupatoria</i>			lf	+	+	lf
<i>Luzula campestris</i>			lf			lf
<i>Ranunculus repens</i>			lf			lf
<i>Veronica chamaedrys</i>			lf			lf
<i>Vicia cracca</i>			lf			lf
<i>Hieracium spec.</i>			lf			lf
<i>Lolium perenne</i>			lf			s-lf
<i>Carduus crispus</i>			s			s
<i>Atriplex patula</i>			s			
<i>Dianthus armeria</i>			s			
<i>Solidago virgaurea</i>			ss			s
<i>Ranunculus spec.</i>				+	+	lf
<i>Rhinantus minor</i>				r	+	lf
<i>Vicia tetrasperma</i>					+	s
<i>Leontodon hispidus</i>						lf
<i>Geum urbanum</i>						s- lf
<i>Vicia angustifolia</i>						ss

Tabelle 167: Vegetationsaufnahmen Obstbaumbrache, Marpingen.

Bezeichnung	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Aufnahme-Nr.	11		11	11	
Biotoptyp-Code	HK9	HK9	HK9	HK9	HK9
Datum	01.08.2011	2011	22.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	24 (8x3)		24 (8x3)	24 (8x3)	
Gesamt-Artenzahl	25	31	26	30	40
Deckung (%)					
Baumschicht	75		75	75	
Strauchschicht	20		20	20	
Krautschicht	75		80	75	
Baumschicht					
<i>Prunus domestica</i>	3	d	3	3	d
<i>Malus domestica</i>	2a	f	2b	2b	f
<i>Prunus avium juligana</i>	2a	f	2a	2a	f
Strauchschicht					
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	1	f	2m	2a	f
<i>Prunus domestica</i>	1	f	1	2m	f-lf
<i>Crataegus monogyna</i>	1	f	1	1	f
<i>Fagus sylvatica</i>	+	f	+	r	lf
<i>Euonymus europaea</i>	+	lf	+	+	lf
Krautschicht					
<i>Fragaria vesca</i>	2b	d	2b	3	d
<i>Rubus idaeus</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Valeriana excelsa</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Dactylis glomerata</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Geranium robertianum</i>	2m	f	2a	2a	f
<i>Poa nemoralis</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	1	f	2m	2a	f
<i>Geum urbanum</i>	1	f	2m	2m	f
<i>Agrimonia procera</i>	1	f	1	1	f
<i>Epilobium montanum</i>	1	f	1	1	f
<i>Veronica montana</i>	1	f	1	1	f
<i>Vicia sepium</i>	1	f	+	1	lf
<i>Galium album</i>	1	f	+	+	f
<i>Circaea lutetiana</i>	1	l	2m	2a	lf
<i>Poa trivialis</i>	1	l		+	lf
<i>Lapsana communis</i>	+	f	+	+	f
<i>Quercus robur</i>	+	f	+	+	f
<i>Euonymus europaeus</i>	+	f	+	+	f
<i>Fraxinus excelsior</i>	+	l	+	+	lf
<i>Lonicera periclymenum</i>	+	l	+	+	lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>		f			f
<i>Rosa spec.</i>		f			f

Bezeichnung	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache	Obstbaum- brache
Krautschicht					
<i>Scrophularia nodosa</i>		f			f
<i>Acer pseudoplatanus</i>		s			s
<i>Cardamine flexuosa</i>		s			s-lf
<i>Urtica dioica</i>		s			s-lf
<i>Campanula rapunculus</i>			+	+	s-lf
<i>Galium aparine</i>			+	+	s-lf
<i>Prunus spinosa</i>				+	s
<i>Viburnum lantana</i>				+	s
<i>Carpinus betulus</i>				+	ss
<i>Hieracium laevigatum</i>					lf
<i>Lysimachia punctata</i>					lf
<i>Campanula rotundifolia</i>					ls
<i>Clinopodium vulgare</i>					ls

Tabelle 168: Vegetationsaufnahmen Wiese 1, Marpingen.

Bezeichnung	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Aufnahme-Nr.	4	4		4	4	
Biotoptyp-Code	EA2	EA2	EA2	EA2	EA2	EA2
Datum	07.05.2011	02.08.2011	2011	21.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	31	34	51	38	38	63
Deckung (%)						
Krautschicht	95	100		95	98	
Moosschicht	2	2		2	2	
Krautschicht						
<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	3	d	2b	3	d
<i>Agrostis capillaris</i>	2a	2a	f	2b	2b	f-lf
<i>Trifolium repens</i>	2a	2a	f	2a	2b	f
<i>Dactylis glomerata</i>	2a	2a	f	2a	2a	f
<i>Hypochoeris radicata</i>	2a	2a	f	2a	2m	f
<i>Festuca pratensis</i>	2m	2a	f	2a	2a	f
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2m	2m	f	2m	2a	f
<i>Lolium perenne</i>	2m	2m	f	2m	2m	f
<i>Trifolium pratense</i>	2m	2m	f	1	2m	f
<i>Plantago lanceolata</i>	1	2m	f	2m	2m	f
<i>Holcus lanatus</i>	1	1	f	2m	2m	f
<i>Galium album</i>	1	1	f	1	1	f
<i>Hypericum maculatum</i>	1	1	f	1	1	f
<i>Poa pratensis</i>	1	1	f	1	1	f
<i>Phleum pratense</i>	1	1	f	1	1	f-lf
<i>Daucus carota</i>	1	1	f	+	1	f
<i>Centaurea jacea</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Taraxacum officinale</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Tragopogon pratensis</i>	1	1	f	+	+	f
<i>Senecio jacobaea</i>	1	+	lf	1	+	lf
<i>Scorzoneroide autumnalis</i>	1	+	lf	+	1	lf
<i>Vicia sepium</i>	+	1	lf	+	1	lf
<i>Vicia cracca</i>	+	1	lf	+	1	s-lf
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	1	lf	+	+	lf
<i>Rumex acetosa</i>	+	1	lf	+	+	lf
<i>Vicia hirsuta</i>	+	1	lf	+	+	lf
<i>Knautia arvensis</i>	+	1	lf		+	lf
<i>Anthriscus sylvestris</i>	+	+	l		+	lf
<i>Rumex obtusifolius</i>	+	+	lf	+	+	lf
<i>Carduus crispus</i>	+	+	lf	+	+	s
<i>Luzula campestris</i>	+		lf	+		lf
<i>Crepis capillaris</i>		1	f	+	+	f

Bezeichnung	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1	Wiese 1
Krautschicht						
<i>Campanula rapunculus</i>		1	lf	1	1	lf
<i>Hypericum perforatum</i>		1	lf	+	1	lf
<i>Malva moschata</i>		r	s			s
<i>Lotus corniculatus</i>			f	+	1	f
<i>Elymus repens</i>			f			f
<i>Linaria vulgaris</i>			f			f
<i>Ranunculus repens</i>			f			f
<i>Trifolium medium</i>			f			f
<i>Trisetum flavescens</i>			f			f
<i>Poa trivialis</i>			f			lf
<i>Rumex acetosella</i> agg.			f			lf
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>			f			s-lf
<i>Bromus sterilis</i>			lf			lf
<i>Cerastium holosteoides</i>			lf			lf
<i>Leucanthemum vulgare</i>			lf			lf
<i>Veronica chamaedrys</i>			lf			lf
<i>Tanacetum vulgare</i>			lf			s-lf
<i>Cirsium spec.</i>			lf			
<i>Picris hieracioides</i>			ls			ls
<i>Achillea millefolium</i>				+	+	lf
<i>Vicia angustifolia</i>				+	+	lf
<i>Vicia tetrasperma</i>				+	+	lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>				+	+	lf
<i>Myosotis arvensis</i>				r		
<i>Festuca rubra</i>						f
<i>Cirsium palustre</i>						lf
<i>Crepis biennis</i>						lf
<i>Cynosurus cristatus</i>						lf
<i>Leontodon hispidus</i>						lf
<i>Pilosella officinarum</i>						lf
<i>Cyanus segetum</i>						r
<i>Rosa canina</i>						r
<i>Agrimonia eupatoria</i>						s

Tabelle 169: Vegetationsaufnahmen Wiese 2, Marpingen.

Bezeichnung	Wiese 2	Wiese 2	Wiese 2	Wiese 2	Wiese 2
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Nr.	13		13	13	
Biototyp-Code	EA1	EA1	EA1	EA1	EA1
Datum	02.08.2011	2011	22.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	27	34	28	27	45
Deckung (%)					
Krautschicht	98		95	98	
Krautschicht					
<i>Trifolium pratense</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Trifolium repens</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Achillea millefolium</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Galium album</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Plantago lanceolata</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Phleum pratense</i>	2a	f	2m	2m	f
<i>Rumex acetosa</i>	2a	f	2m	2m	f
<i>Holcus lanatus</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Poa pratensis</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Dactylis glomerata</i>	2m	f	2m	2m	f-lf
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2m	f	20	20	f-lf
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	f	2m	2m	f
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	f	2m	2m	f
<i>Centaurea jacea</i>	1	f	1	2m	f
<i>Lotus corniculatus</i>	1	f	1	2m	f
<i>Festuca pratensis</i>	1	f	1	1	f
<i>Heracleum sphondylium</i>	1	f	1	1	f
<i>Lolium multiflorum</i>	1	f	1	1	f
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	f	1	+	f
<i>Scorzoneroides autumnalis</i>	1	f	+	1	f
<i>Hypochoeris radicata</i>	1	f	+	1	f-lf
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	f	+	1	lf
<i>Ranunculus spec.</i>	1	f	+	+	f
<i>Knautia arvensis</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Leontodon hispidus</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Tragopogon pratensis</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Luzula campestris</i>	+	lf	+		lf
<i>Agrimonia eupatoria</i>		f			f
<i>Alchemilla vulgaris</i>		f			f
<i>Crepis capillaris</i>		f			f
<i>Veronica chamaedrys</i>		f			f
<i>Vicia sepium</i>		f			f
<i>Ajuga reptans</i>		f			lf
<i>Vicia cracca</i>		f			lf

Bezeichnung	Wiese 2	Wiese 2	Wiese 2	Wiese 2	Wiese 2
Krautschicht					
<i>Vicia tetrasperma</i>			+	+	If
<i>Campanula rapunculus</i>					If
<i>Colchicum autumnale</i>					If
<i>Cynosurus cristatus</i>					If
<i>Stellaria graminea</i>					If
<i>Bromus hordeaceus</i>					S
<i>Picris hieracioides</i>					S
<i>Rhinanthus minor</i>					S
<i>Cichorium intybus</i>					SS
<i>Cirsium palustre</i>					SS
<i>Tanacetum vulgare</i>					SS

Tabelle 170: Vegetationsaufnahmen Weide, Marpingen.

Bezeichnung	Weide	Weide	Weide	Weide	Weide
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Nr.	17		17	17	
Biotoptyp-Code	EB0	EB0	EB0	EB0	EB0
Datum	02.08.2011	2011	23.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	30	45	29	30	64
Deckung (%)					
Krautschicht	99		99	95	
Krautschicht					
<i>Agrostis capillaris</i>	2b	ld	2b	2b	f-ld
<i>Trifolium medium</i>	2a	f	2b	2a	f
<i>Festuca rubra</i>	2a	f	2a	2b	f-ld
<i>Festuca nigrescens</i>	2a	f	2a	2a	f
<i>Achillea millefolium</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Stellaria graminea</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Festuca pratensis</i>	2a	ld	2a	2a	f-ld
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	2m	f	2a	2a	f
<i>Lotus corniculatus</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Scorzoneroide autumnalis</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Trifolium repens</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Centaurea jacea</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Luzula campestris</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Rumex acetosa</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Rumex acetosella agg.</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Veronica chamaedrys</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Dactylis glomerata</i>	1	f	2m	1	f
<i>Crepis capillaris</i>	1	f	1	1	f
<i>Holcus lanatus</i>	1	f	1	1	f
<i>Hypochoeris radicata</i>	1	f	1	1	f
<i>Plantago lanceolata</i>	1	f	1	1	f
<i>Ranunculus spec.</i>	1	f	1	1	f
<i>Galium album</i>	1	f	1	+	f
<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	f	1	+	f
<i>Campanula rotundifolia</i>	1	f	+	1	f
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1	f	+	1	f
<i>Tragopogon pratensis</i>	+	f	+	+	f
<i>Malva moschata</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Rosa canina</i>	+	lf	+	+	lf-s
<i>Thymus pulegioides</i>	+	lf		+	lf
<i>Carduus crispus</i>		f			f
<i>Cerastium holosteoides</i>		f			f
<i>Heracleum sphondylium</i>		f			f
<i>Knautia arvensis</i>		f			f

Bezeichnung	Weide	Weide	Weide	Weide	Weide
Krautschicht					
<i>Pilosella officinarum</i>		f			f
<i>Poa trivialis</i>		f			f
<i>Veronica officinalis</i>		f			f
<i>Vicia cracca</i>		f			f
<i>Vicia sepium</i>		f			f
<i>Carex leporina</i>		f			s-lf
<i>Hieracium laevigatum</i>		lf			s-lf
<i>Ononis repens</i>		s			s
<i>Senecio jacobaea</i>		s			s-lf
<i>Chenopodium polyspermum</i>		s			
<i>Cirsium vulgare</i>					f-lf
<i>Urtica dioica</i>					f-lf
<i>Bellis perennis</i>					lf
<i>Cirsium arvense</i>					lf
<i>Cynosurus cristatus</i>					lf
<i>Leontodon hispidus</i>					lf
<i>Solidago virgaurea</i>					lf
<i>Achillea ptarmica</i>					s
<i>Agrimonia eupatoria</i>					s
<i>Centaurium erythraea</i>					s
<i>Crataegus monogyna</i>					s
<i>Daucus carota</i>					s
<i>Poa annua</i>					s
<i>Prunus spinosa</i>					s
<i>Alchemilla xanthochlora</i>					s-lf
<i>Campanula rapunculus</i>					s-lf
<i>Cirsium palustre</i>					s-lf
<i>Plantago major</i>					s-lf
<i>Atriplex patula</i>					ss
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>					ss
<i>Quercus robur</i>					ss

Tabelle 171: Vegetationsaufnahmen Streuobstwiese, Marpingen.

Bezeichnung	Streuobst- weide	Streuobst- weide	Streuobst- weide	Streuobst- weide	Streuobst- weide
Lfd. Nr.	1	2	3	4	5
Aufnahme-Nr.	14		14	14	
Biotoptyp-Code	HK3	HK3	HK3	HK3	HK3
Datum	01.08.2011	2011	22.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)		25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	43	46	45	46	53
Deckung (%)					
Baumschicht	5		5	5	
Krautschicht	98		98	95	
Baumschicht					
<i>Malus domestica</i>	2a	lf	2a	2a	lf
<i>Viscum album</i>			r	r	ss
Krautschicht					
<i>Agrostis capillaris</i>	2a	f	2a	2b	f-lf
<i>Leontodon hispidus</i>	2a	f	2a	2m	lf
<i>Achillea millefolium</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Pimpinella saxifraga</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Trifolium pratense</i>	2a	f	2m	2a	f
<i>Rumex acetosa</i>	2m	f	2a	2m	f
<i>Festuca pratensis</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Leontodon (Scorzoneroideae) autumnalis</i>	2m	f	2m	2a	f
<i>Festuca rubra</i>	2m	f	2m	2a	f-lf
<i>Holcus lanatus</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Hypochoeris radicata</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Lotus corniculatus</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Plantago lanceolata</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Trifolium repens</i>	2m	f	2m	2m	f
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	1	f	2m	2m	f
<i>Cynosurus cristatus</i>	1	f	1	2m	f
<i>Centaurea jacea</i>	1	f	1	1	f
<i>Cerastium holosteoides</i>	1	f	1	1	f
<i>Lolium perenne</i>	1	f	1	1	f
<i>Phleum pratense</i>	1	f	1	1	f
<i>Ranunculus acris</i>	1	f	1	1	f
<i>Stellaria graminea</i>	1	f	1	1	f
<i>Trifolium medium</i>	1	f	1	1	f
<i>Campanula rotundifolia</i>	1	f	+	1	f
<i>Crepis capillaris</i>	1	f	+	+	f
<i>Knautia arvensis</i>	1	f	+	+	f
<i>Linaria vulgaris</i>	1	f	+	+	f
<i>Lolium multiflorum</i>	1	f	+	+	f
<i>Poa trivialis</i>	1	f	+	+	lf-s

Bezeichnung	Streuobst- weide	Streuobst- weide	Streuobst- weide	Streuobst- weide	Streuobst- weide
Krautschicht					
<i>Ranunculus spec.</i>	1	f			f
<i>Poa compressa</i>	+	l	+		
<i>Luzula campestris</i>	+	lf	1	+	lf
<i>Briza media</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Campanula rapunculus</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Hieracium laevigatum</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Pilosella aurantiaca</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Vicia sepium</i>	+	lf	+	+	lf
<i>Carduus crispus</i>	+	lf	+	+	lf-s
<i>Plantago major</i>	+	lf	+	+	lf-s
<i>Senecio jacobaea</i>	+	lf		+	lf
<i>Potentilla erecta</i>	+	lf			lf
<i>Galeopsis tetrahit</i>	+	lf			
<i>Veronica chamaedrys</i>		f	+	+	f
<i>Hypericum perforatum</i>		f	r	+	f
<i>Poa annua</i>		f			s
<i>Ranunculus repens</i>			1	1	fl
<i>Fragaria vesca</i>			+	+	lf
<i>Vicia tetrasperma</i>				+	s
<i>Rumex acetosella</i> agg.					f
<i>Pilosella officinarum</i>					lf
<i>Taraxacum officinale</i>					lf
<i>Bromus hordeaceus</i>					s
<i>Malva moschata</i>					ss

Tabelle 172: Vegetationsaufnahmen Saum, Marpingen.

Bezeichnung	Saum	Saum	Saum	Saum
Lfd. Nr.	1	2	3	4
Aufnahme-Nr.	15	15	15	
Biotoptyp-Code	KC2	KC2	KC2	KC2
Datum	02.08.2011	22.06.2012	01.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	30 (2x15)	22,5 (1,5x15)	22,5 (1,5x15)	
Gesamt-Artenzahl	19	23	24	27
Deckung (%)				
Krautschicht	98	98	95	
Krautschicht				
<i>Lolium perenne</i>	2b	2b	2b	f
<i>Phleum pratense</i>	2b	2b	2b	f
<i>Dactylis glomerata</i>	2b	3	3	f-d
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2a	2b	2b	f-d
<i>Poa pratensis</i>	2a	1	1	f
<i>Cirsium arvense</i>	1	2m	2m	f
<i>Agrostis gigantea</i>	1	2m	2m	lf
<i>Agrostis capillaris</i>	1	1	2m	f
<i>Poa trivialis</i>	1	1	+	lf-s
<i>Centaurea jacea</i>	1	+	+	f
<i>Daucus carota</i>	1	+	+	lf
<i>Hypericum perforatum</i>	1	+	+	lf
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1	+	+	s
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	1	+		
<i>Atriplex patula</i>	1		r	ss
<i>Vicia sativa</i>	1			
<i>Vicia tetrasperma</i>	1			lf-s
<i>Carduus crispus</i>	+	+	+	lf
<i>Hordeum vulgare</i>	+			
<i>Euphorbia helioscopia</i>	+			
<i>Echium vulgare</i>		1	+	s
<i>Cyanus segetum</i>		+	+	lf
<i>Galium album</i>		+	+	lf
<i>Tragopogon pratensis</i>		+	+	lf
<i>Anthemis tinctoria</i>		+	+	s
<i>Erodium cicutarium</i>		r	+	lf-s
<i>Galeopsis tetrahit</i>		r		s
<i>Raphanus raphanistrum</i>		r		
<i>Rumex obtusifolius</i>			+	lf
<i>Gnaphalium uliginosum</i>			+	lf-s
<i>Conyza canadensis</i>			r	lf
<i>Oxalis spec.</i>				ss

Tabelle 173: Vegetationsaufnahmen Konventioneller Acker, Marpingen.

Bezeichnung	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker
Lfd. Nr.	1	2	3	4
Aufnahme-Nr.	18	18	18	
Biotoptyp-Code	HA6 (konv.)	HA6 (konv.)	HA6 (konv.)	HA6 (konv.)
Datum	02.08.2011	23.06.2012	02.09.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5)	25 (5x5)	25 (5x5)	
Gesamt-Artenzahl	15	20		25
Höhe Kulturpflanzen (m)	0,1 m	0,8	0,1	
Deckung (%)				
Kulturpflanzen	80	95	5*	
Krautschicht	90	15	0	
Störstellen/offener Boden	10	2	95	
Kulturpflanzen				
<i>Avena sativa</i>	+	5	2m ⁰	d
<i>Hordeum vulgare</i>	5			
<i>Secale cereale</i>		+		s
Krautschicht				
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	4	1		f
<i>Cyanus segetum</i>	2a	2m		f
<i>Agrostis capillaris</i>	2a	2m		lf
<i>Viola arvensis</i>	2a	1		lf
<i>Vicia tetrasperma</i>	2a	+		f
<i>Holcus lanatus</i>	2a	+		lf
<i>Agrostis gigantea</i>	2m	+		s
<i>Lolium perenne</i>	1	+		f
<i>Oxalis stricta</i>	1	+		f
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	+		lf
<i>Anagallis arvensis</i>	1	+		s
<i>Aphanes arvensis</i>	+	+		lf
<i>Sonchus asper</i>	+			s
<i>Phleum pratense</i>		1		f
<i>Lapsana communis</i>		+		f
<i>Veronica serpyllifolia</i>		+		f
<i>Galium aparine</i>		+		lf
<i>Poa annua</i>		+		s
<i>Veronica filiformis</i>		+		s-lf
<i>Convolvulus arvensis</i>				lf
<i>Carduus crispus</i>				s
<i>Cirsium vulgare</i>				s-lf
<i>Sherardia arvensis</i>				s-lf

* Stoppelhäcksel

Im Juni 2012 gut entwickelt, im September 2012 frisch geerntet, deshalb keine Aufnahme.

Tabelle 174: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Marpingen 2011/2012.

	Acker		Grünland		Kriech-, Trittrassen		Trockenrasen, Heiden		Ruderal- standorte		waldnahe Staudenfluren		Hecken, Gebüsche		Wald		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Agrarholz	21	25,3	23	27,7	5	6,0	5	6,0	14	16,9	10	12,0	2	2,4	0	0,0	3	3,6	83	100
Öko-Acker	38	38,8	18	18,4	7	7,1	2	2,0	17	17,3	4	4,1	2	2,0	1	1,0	9	9,2	98	100
Miscanthus	20	27,0	21	28,4	4	5,4	3	4,1	15	20,3	5	6,8	1	1,4	2	2,7	3	4,1	74	100
Birken-Eichenwald	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	7,1	2	7,1	2	7,1	21	75,0	0	0,0	28	100
Gehölzstreifen	0	0,0	5	18,5	0	0,0	0	0,0	7	25,9	2	7,4	6	22,2	7	25,9	0	0,0	27	100
Grünland-Brache	2	2,4	33	39,3	2	2,4	6	7,1	13	15,5	13	15,5	3	3,6	11	13,1	1	1,2	84	100
Wiese	4	5,3	42	56,0	3	4,0	7	9,3	11	14,7	6	8,0	1	1,3	0	0,0	1	1,3	75	100
Weide	4	4,9	39	48,1	3	3,7	11	13,6	9	11,1	10	12,3	3	3,7	2	2,5	0	0,0	81	100
Saum	8	26,7	11	36,7	1	3,3	2	6,7	5	16,7	1	3,3	0	0,0	0	0,0	2	6,7	30	100
konventioneller Acker	9	39,1	8	34,8	1	4,3	0	0,0	5	21,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	23	100

Tabelle 175: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Marpingen 2011.

	Acker		Grünland		Kriech-, Trittrassen		Trockenrasen, Heiden		Ruderal- standorte		waldnahe Staudenfluren		Hecken, Gebüsche		Wald		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Agrarholz 2	14	56,0	6	24,0	2	8,0	0	0,0	2	8,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,0	25	100
Agrarholz 1	3	7,9	14	36,8	4	10,5	3	7,9	8	21,1	4	10,5	1	2,6	0	0,0	1	2,6	38	100
Öko-Acker 4	12	37,5	8	25,0	2	6,3	0	0,0	6	18,8	1	3,1	0	0,0	0	0,0	3	9,4	32	100
Öko-Acker 3	11	52,4	4	19,0	2	9,5	1	4,8	2	9,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,8	21	100
Öko-Acker 2	13	37,1	7	20,0	4	11,4	1	2,9	5	14,3	1	2,9	0	0,0	0	0,0	4	11,4	35	100
Öko-Acker 1	22	44,9	8	16,3	5	10,2	0	0,0	8	16,3	2	4,1	0	0,0	0	0,0	4	8,2	49	100
Miscanthus	14	34,1	12	29,3	2	4,9	1	2,4	10	24,4	1	2,4	0	0,0	0	0,0	1	2,4	41	100
Birken-Eichenwald	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	9,5	2	9,5	2	9,5	15	71,4	0	0,0	21	100
Gehölzstreifen	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	30,8	1	7,7	4	30,8	4	30,8	0	0,0	13	100
Streuobst-Brache	0	0,0	4	20,0	0	0,0	0	0,0	5	25,0	3	15,0	3	15,0	5	25,0	0	0,0	20	100
Grünland-Brache	0	0,0	23	63,9	1	2,8	4	11,1	4	11,1	2	5,6	0	0,0	2	5,6	0	0,0	36	100
Wiese 2	0	0,0	22	81,5	0	0,0	3	11,1	1	3,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,7	27	100
Wiese 1	1	2,9	25	71,4	1	2,9	2	5,7	4	11,4	2	5,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	35	100
Streuobst-Weide	0	0,0	25	59,5	1	2,4	6	14,3	5	11,9	4	9,5	0	0,0	1	2,4	0	0,0	42	100
Weide	0	0,0	20	69,0	0	0,0	5	17,2	0	0,0	3	10,3	0	0,0	0	0,0	1	3,4	29	100
Saum	6	33,3	9	50,0	0	0,0	0	0,0	3	16,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	18	100
konventioneller Acker	8	61,5	5	38,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	13	100

Tabelle 176: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Marpingen 2012.

	Acker		Grünland		Kriech-, Trittrassen		Trockenrasen, Heiden		Ruderal- standorte		waldnahe Staudenfluren		Hecken, Gebüsche		Wald		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Agrarholz 2	11	37,9	8	27,6	3	10,3	0	0,0	6	20,7	1	3,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	29	100
Agrarholz 1	3	7,1	15	35,7	4	9,5	3	7,1	9	21,4	5	11,9	1	2,4	0	0,0	2	4,8	42	100
Öko-Acker 4	11	30,6	10	27,8	1	2,8	0	0,0	9	25,0	2	5,6	1	2,8	1	2,8	1	2,8	36	100
Öko-Acker 3	11	47,8	6	26,1	1	4,3	0	0,0	4	17,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,3	23	100
Öko-Acker 2	15	39,5	9	23,7	4	10,5	1	2,6	5	13,2	1	2,6	0	0,0	0	0,0	3	7,9	38	100
Öko-Acker 1	21	42,9	9	18,4	4	8,2	1	2,0	7	14,3	1	2,0	0	0,0	0	0,0	6	12,2	49	100
Miscanthus	15	35,7	12	28,6	2	4,8	1	2,4	9	21,4	1	2,4	0	0,0	1	2,4	1	2,4	42	100
Birken-Eichenwald	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	8,7	2	8,7	2	8,7	17	73,9	0	0,0	23	100
Gehölzstreifen	0	0,0	1	5,3	0	0,0	0	0,0	6	31,6	2	10,5	4	21,1	6	31,6	0	0,0	19	100
Streuobst-Brache	0	0,0	4	16,0	0	0,0	0	0,0	6	24,0	4	16,0	5	20,0	6	24,0	0	0,0	25	100
Grünland-Brache	1	2,3	27	62,8	1	2,3	4	9,3	4	9,3	3	7,0	0	0,0	2	4,7	1	2,3	43	100
Wiese 2	1	3,6	22	78,6	0	0,0	3	10,7	1	3,6	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	3,6	28	100
Wiese 1	3	7,5	26	65,0	1	2,5	3	7,5	4	10,0	3	7,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	40	100
Streuobst-Weide	1	2,2	25	55,6	2	4,4	5	11,1	5	11,1	6	13,3	0	0,0	1	2,2	0	0,0	45	100
Weide	0	0,0	20	69,0	0	0,0	5	17,2	0	0,0	3	10,3	0	0,0	0	0,0	1	3,4	29	100
Saum	6	22,2	11	40,7	1	3,7	2	7,4	5	18,5	1	3,7	0	0,0	0	0,0	1	3,7	27	100
konventioneller Acker	8	42,1	8	42,1	1	5,3	0	0,0	2	10,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	19	100

Tabelle 177: Gesamt-Deckungsgradsummen der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Marpingen im Vergleich zum konventionellen Acker.

	Krautschicht [%]	Agrarhölzer [%]	sonstige Kulturarten [%]
F11: Agrarholz 1	144,55	10,55	0
S11: Agrarholz 1	169,58	10,55	0
F12: Agrarholz 1	145,17	20,55	0
S12: Agrarholz 1	158,46	20,55	0
F11: Agrarholz 2	42,15	2,5	0
S11: Agrarholz 2	131,65	2,5	0
F12: Agrarholz 2	103,85	0,06	0
S12: Agrarholz 2	126,41	0,06	0
F11: Öko-Acker 1	88,05	0	15
S11: Öko-Acker 1	59,3	0	22,5
F12: Öko-Acker 1	70,5	0	60
S12: Öko-Acker 1	82,35	0	23,05
F11: Öko-Acker 2	68,55	0	6
F12: Öko-Acker 2	44,36	0	82,5
S12: Öko-Acker 2	61,56	0	12,5
F11: Öko-Acker 3	42,25	0	62,5
F12: Öko-Acker 3	23,42	0	100
S11: Öko-Acker 4	121,25	0	0
F12: Öko-Acker 4	111,95	1,16	0
S12: Öko-Acker 4	161,35	5,06	0
F11: Miscanthus	112,8	0	20
S11: Miscanthus	119,15	0	37,5
F12: Miscanthus	68,9	0	37,5
S12: Miscanthus	84,85	0	37,5
S11: konventioneller Acker	127,1	0	88,05
F12: konventioneller Acker	21,65	0	88,05

Tabelle 178: Prozentualer Anteil der Deckungssummen [%] der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Marpingen im Vergleich zum konventionellen Acker.

	Acker	Grünland	Kriech-, Trittrassen	Trockenrasen, Heiden	Ruderal- standorte	waldnahe Staudenfluren	Hecken, Gebüsch	Wald	Sonstige
F11: Agrarholz 1	0,4	71,7	3,2	9,3	6,3	1,7	6,9	0,0	0,4
S11: Agrarholz 1	2,1	61,4	5,3	7,4	20,1	1,8	1,5	0,0	0,3
F12: Agrarholz 1	1,1	59,0	3,5	11,0	15,7	1,9	6,9	0,0	0,8
S12: Agrarholz 1	0,7	52,9	3,3	10,1	15,9	2,6	12,6	0,0	1,9
F11: Agrarholz 2	50,2	32,0	5,9	0,0	11,9	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Agrarholz 2	70,7	6,9	10,3	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0	1,9
F12: Agrarholz 2	12,4	19,9	19,8	0,0	47,9	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: Agrarholz 2	8,7	21,9	8,4	0,0	60,6	0,4	0,0	0,0	0,0
F11: Öko-Acker 1	57,8	11,0	4,7	0,0	11,6	3,5	0,0	0,0	11,4
S11: Öko-Acker 1	75,4	9,4	6,8	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	4,2
F12: Öko-Acker 1	75,2	10,4	5,7	0,8	3,9	0,8	0,0	0,0	3,1
S12: Öko-Acker 1	67,3	12,4	6,3	0,7	4,0	0,7	0,0	0,0	8,6
F11: Öko-Acker 2	38,9	24,1	10,4	3,6	16,8	3,6	0,0	0,0	2,4
F12: Öko-Acker 2	51,5	29,8	5,6	1,2	10,6	1,2	0,0	0,0	0,0
S12: Öko-Acker 2	29,2	50,6	6,7	0,0	10,8	0,9	0,0	0,0	1,8
F11: Öko-Acker 3	58,2	19,1	7,2	1,3	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Öko-Acker 3	53,0	22,4	2,3	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,3
S11: Öko-Acker 4	47,1	18,1	0,9	0,0	27,6	2,1	0,0	0,0	4,1
F12: Öko-Acker 4	14,2	56,0	0,5	0,0	25,7	2,2	0,5	0,5	0,5
S12: Öko-Acker 4	12,3	46,2	0,3	0,0	38,5	0,7	1,5	0,3	0,0
F11: Miscanthus	43,5	28,8	2,2	0,5	24,5	0,0	0,0	0,0	0,5
S11: Miscanthus	42,6	26,1	2,6	0,5	25,8	0,5	0,0	0,0	2,1
F12: Miscanthus	34,8	29,5	1,6	0,8	30,8	0,8	0,0	0,8	0,8
S12: Miscanthus	35,9	32,8	1,3	0,6	27,3	0,6	0,0	0,6	0,6
S11: konventioneller Acker	77,6	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: konventioneller Acker	49,4	43,0	2,5	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabelle 179: Vegetationsaufnahmen Agrarholz-Fläche, Spelle.

Bezeichnung	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz
	Inger Weide	Inger Weide	Eberesche	Eberesche	Tordis Weide	Gesamt	Inger Weide	Inger Weide	Eberesche	Eberesche	Tordis Weide	Tordis Weide	Gesamt
Lfd. Nr.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
Aufnahme-Nr.	E3	E3	E4	E4	E5		E3	E3	E4	E4	E5	E5	
Biotoptyp	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9		HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	HJ9	
Datum	27.05.2011	07.07.2011	27.05.2011	07.07.2011	07.07.2011	2011	26.05.2012	23.07.2012	26.05.2012	23.07.2012	26.05.2012	23.07.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	30 (5x6 m)	30 (5x6 m)	30 (5x6m)	30 (5x6m)	30 (5x6m)		30 (5x6 m)	30 (5x6 m)	30 (5x6m)	30 (5x6m)	30 (5x6m)	30 (5x6m)	
Gesamt-Artenzahl	7,0	5,0	5,0	6,0	7,0	29,0	14,0	16,0	9,0	12,0	13,0	18,0	60,0
Deckung (%)													
Strauchschicht (Agrarhölzer)	-	-	-	-	-		25,0	40,0	40,0	45,0	60,0	70,0	
Krautschicht (Gesamt)	35,0	35,0	35,0	60,0	80,0		65,0	50,0	50,0	50,0	40,0	45,0	
Krautschicht (Agrarhölzer)	5,0	10,0	10,0	20,0	10,0		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
Krautschicht (Sonstige Kulturarten)	<1	-	<1	-	-		-	-	-	-	-	<1	
Krautschicht (Sonstige)	30,0	30,0	30,0	45,0	80,0		60,0	50,0	45,0	45,0	35,0	40,0	
Moosschicht	-	-	-	-	-		-	15,0	-	5,0	-	15,0	
Strauchschicht Agrarhölzer													
<i>Salix (Inger)</i>							2b	3,0					ld
<i>Sorbus aucuparia</i>									3,0	3,0			ld
<i>Salix Tordis</i>											4,0	4,0	ld
<i>Alnus glutinosa</i>													lf
<i>Betula pendula</i>													ld
<i>Populus (Max)</i>													ld
Krautschicht													
Agrarhölzer													
<i>Salix (Inger)</i>	1,0	2a				lf/ld	2a	2a					lf/ld
<i>Salix Tordis</i>					2a	lf/ld					2a	2a	lf/ld
<i>Sorbus aucuparia</i>			2a	2b		lf/ld			2a	2a			lf/ld
Sonstige Kulturarten													
<i>Secale cereale</i>	+		1,0			lf							lf/ld
<i>Phacelia tanacetifolia</i>						ld						1,0	ld
<i>Helianthus annuus</i>						f							lf
<i>Trigonella spec.</i>						f							f
<i>Lupinus angustifolius</i>						lf							lf
<i>Fagopyrum esculentum</i>						ld							lf/ld
<i>Malva sylvestris ssp. Mauretania</i>						f							f
<i>Linum usitatissimum</i>						lf							lf
<i>Brassica napus</i>						lf							lf
<i>Avena sativa</i>													f
<i>Borago officinalis</i>													f
<i>Ornithopus sativus</i>													f
<i>Raphanus sativus ssp. oleiferus</i>													lf
<i>Sinapis alba</i>													lf

Bezeichnung	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz	Agrarholz
	Inger Weide	Inger Weide	Eberesche	Eberesche	Tordis Weide	Gesamt	Inger Weide	Inger Weide	Eberesche	Eberesche	Tordis Weide	Tordis Weide	Gesamt
Sonstige													
<i>Chenopodium album</i>	2b	2a	2b	3,0	3,0	ld	2a	2a	2m	1,0	2a	1,0	ld
<i>Stellaria media</i>	1,0	2a	1,0	2a	2b	ld	2m	1,0	2a	1,0	2m	1,0	ld
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	1,0				1,0	f	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	f
<i>Fallopia convolvulus</i>	+		1,0	1,0		f	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	f
<i>Spergula arvensis</i>	+				1,0	f	1,0		1,0	1,0	1,0		f
<i>Setaria viridis</i>		1,0		1,0	1,0	f	1,0	1,0			1,0	1,0	f
<i>Solanum nigrum</i>		1,0		1,0		f				1,0		1,0	f
<i>Viola arvensis</i>					1,0	lf		1,0				1,0	lf/f
<i>Sanguisorba minor</i>						f							f
<i>Geranium pusillum</i>						ld	1,0	1,0	1,0	2m	1,0	1,0	ld
<i>Setaria verticillata</i>						lf	1,0	2a			1,0	2a	lf/ld
<i>Tripleurospermum inodorum</i>						lf			1,0	1,0	1,0	1,0	lf/f
<i>Sinapis arvensis</i>						lf							lf
<i>Plantago major</i>						lf							lf
<i>Elymus repens</i>							2b	2a	2b	61,0	2a	2b	ld
<i>Conyza canadensis</i>							1,0	2a	1,0	1,0	1,0	1,0	f
<i>Rumex acetosella</i>							1,0	1,0					f
<i>Taraxacum officinale</i>							1,0	+				+	lf
<i>Rumex sanguineus</i>							+	1,0					lf
<i>Apera spica-venti</i>								1,0		1,0			lf
<i>Sonchus oleraceus</i>								1,0				1,0	lf
<i>Cirsium arvense</i>											1,0	1,0	lf
<i>Galinsoga quadriradiata</i>												1,0	lf
<i>Plantago lanceolata</i>													f
<i>Daucus carota</i>													f
<i>Festuca pratensis</i>													ld
<i>Sorbus aucuparia</i>													ld
<i>Melilotus officinalis</i>													lf
<i>Polygonum aviculare</i>													lf
<i>Poa trivialis</i>													lf
<i>Lotus corniculatus</i>													lf
<i>Melilotus albus</i>													lf
<i>Artemisia vulgaris</i>													lf
<i>Cirsium vulgare</i>													lf
<i>Dactylis glomerata</i>													lf
<i>Echium vulgare</i>													lf
<i>Epilobium roseum</i>													lf
<i>Persicaria maculosa</i>													lf
<i>Rorippa sylvestris</i>													lf
<i>Rumex obtusifolius</i>													lf
<i>Senecio sylvaticus</i>													lf
<i>Achillea millefolium</i>													

Tabelle 180: Vegetationsaufnahmen Blühstreifen, Spelle.

Bezeichnung	Blühstreifen 1	Blühstreifen 1	Blühstreifen 2	Blühstreifen 2	Blühstreifen 3	Blühstreifen 1	Blühstreifen 1	Blühstreifen 2	Blühstreifen 2	Blühstreifen 3	Blühstreifen 3
Lfd. Nr.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
Aufnahme-Nr.	E1	E1	E2	E2	E2a	E1	E1	E2	E2	E2a	E2a
Biotoptyp	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3	KC3
Datum	25.05.2011	07.07.2011	25.05.2011	07.07.2011	07.07.2011	26.05.2012	23.07.2012	26.05.2012	23.07.2012	26.05.2012	23.07.2012
Aufnahmefläche (m²)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)
Gesamt-Artenzahl	6,0	15,0	2,0	11,0	10,0	17,0	16,0	13,0	17,0	8,0	13,0
Deckung (%)											
Kulturarten											
Krautschicht Sonstige	10,0	75,0	1,0	90,0	100,0	80,0	90,0	100,0	100,0	95,0	100,0
Krautschicht (Gesamt)	10,0	75,0	1,0	90,0	100,0	80,0	90,0	100,0	100,0	95,0	100,0
Krautschicht (Kulturarten)	<1	15,0	-	35,0	30,0	20,0	20,0	15,0	30,0	10,0	15,0
Krautschicht (Sonstige)	10,0	65,0	1,0	65,0	80,0	70,0	90,0	90,0	80,0	90,0	90,0
Moosschicht	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Krautschicht											
Kulturart											
<i>Secale cereale</i>	+	+			1,0	2b	2b	2b	3,0	2a	2a
<i>Fagopyrum esculentum</i>		2a		2b	2b		1,0		1,0		1,0
<i>Phacelia tanacetifolia</i>		2a		2b	2a	2a		1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Trigonella spec.</i>		1,0		1,0	1,0						
<i>Helianthus annuus</i>		1,0		1,0		1,0		1,0		1,0	
<i>Lupinus angustifolius</i>		1,0		1,0							
<i>Malva sylvestris ssp. mauretania</i>				1,0	1,0						+
<i>Linum usitatissimum</i>				1,0	1,0						

Bezeichnung	Blühstreifen 1	Blühstreifen 1	Blühstreifen 2	Blühstreifen 2	Blühstreifen 3	Blühstreifen 1	Blühstreifen 1	Blühstreifen 2	Blühstreifen 2	Blühstreifen 3	Blühstreifen 3
Sonstige											
<i>Chenopodium album</i>	2a	3,0	1,0	3,0	4,0		1,0				
<i>Stellaria media</i>	1,0	2a	+	2b	3,0	1,0	1,0		1,0		
<i>Geranium pusillum</i>	+	2a			1,0	2a	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Sinapis arvensis</i>	r	1,0			1,0						
<i>Fallopia convolvulus</i>	r							1,0			
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		1,0		1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Setaria viridis</i>		1,0		1,0							
<i>Sanguisorba minor</i>		1,0				+	1,0	+	1,0		
<i>Spergula arvensis</i>		1,0									
<i>Plantago major</i>		+									
<i>Festuca pratensis</i>						3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0
<i>Elymus repens</i>						1,0	2b		1,0		1,0
<i>Conyza canadensis</i>						1,0	2a		1,0		
<i>Achillea millefolium</i>						1,0	1,0	1,0	1,0		1,0
<i>Rumex acetosella</i>						1,0	1,0	1,0	1,0		
<i>Tripleurospermum inodorum</i>						1,0	1,0	1,0	1,0		
<i>Plantago lanceolata</i>						1,0	1,0	1,0		1,0	1,0
<i>Melilotus officinalis</i>						1,0	1,0				1,0
<i>Taraxacum officinale</i>						+					
<i>Sonchus oleraceus</i>						+					
<i>Polygonum aviculare</i>							1,0				
<i>Poa trivialis</i>								1,0	1,0		
<i>Daucus carota</i>									1,0		1,0
<i>Apera spica-venti</i>									1,0		
<i>Lotus corniculatus</i>									+		
<i>Melilotus albus</i>										1,0	1,0

Tabelle 181: Vegetationsaufnahmen Wald-Bestand, Spelle.

Bezeichnung	Kiefern-Bestand	Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Lärchen-Bestand	Lärchen-Bestand	Mischwald	Kiefern-Bestand	Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Lärchen-Bestand	Lärchen-Bestand	Mischwald
Lfd. Nr.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
Aufnahme-Nr.	W1	W1	W2	W2	W3	W3		W1	W1	W2	W2	W3	W3	
Biotoptyp-Code	AK1	AK1	AK1	AK1	AS0	AS0		AK1	AK1	AK1	AK1	AS0	AS0	
Datum	25.05.2011	07.07.2011	25.05.2011	07.07.2011	25.05.2011	07.07.2011	2011	26.05.2012	23.07.2012	25.05.2012	23.07.2012	25.05.2012	23.07.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	24 (4x6m)	24,0	25 (5x5m)	25,0	24 (6x4 m)	24,0		24 (4x6m)	24 (4x6m)	25 (5x5m)	25 (5x5m)	24 (6x4 m)	24 (6x4 m)	
Gesamt-Artenzahl	3,0	4,0	10,0	12,0	15,0	16,0	34,0	5,0	5,0	11,0	10,0	15,0	16,0	33,0
Deckung (%)														
Baumschicht	80,0	90,0	65,0	70,0	70,0	70,0		75,0	90,0	60,0	85,0	65,0	75,0	
Strauchschicht														
Krautschicht	< 1	1,0	60,0	65,0	70,0	70,0		< 1	1,0	60,0	60,0	70,0	95,0	
Moosschicht	50,0	60,0	35,0	40,0	35,0	50,0		40,0	40,0	30,0	25,0	40,0	40,0	
Baumschicht														
<i>Pinus sylvestris</i>	3,0	3,0	2a	2a	[]	[]	ld	3,0	3,0	2a	2b	[]	[]	ld
<i>Prunus serotina</i>	3,0	3,0					ld	3,0	3,0					ld
<i>Quercus robur</i>			3,0	3,0			f			3,0	4,0			f
<i>Betula pendula</i>	[]	[]					f	[]	[]					f
<i>Larix kaempferi</i>					4,0	4,0	ld					4,0	4,0	ld
<i>Betula pubescens</i>					r	r	f					r	r	f
Strauchschicht														
<i>Frangula alnus</i>							f							f
<i>Ilex aquifolium</i>							lf							lf

Bezeichnung	Kiefern-Bestand	Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Lärchen-Bestand	Lärchen-Bestand	Mischwald	Kiefern-Bestand	Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Eichen-Kiefern-Bestand	Lärchen-Bestand	Lärchen-Bestand	Mischwald
Krautschicht														
<i>Dryopteris dilatata</i>	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	1,0	ld	1,0	1,0	3,0	3,0	1,0	1,0	ld
<i>Prunus serotina</i>	+	+	1,0	1,0		1,0	lf			2a	1,0		+	lf
<i>Sorbus aucuparia</i>		+	+	+	+	+	f	+	+	+	1,0	1,0	1,0	f
<i>Deschampsia flexuosa</i>			1,0	1,0	2b	2b	ld	1,0	1,0	1,0	1,0	2b	2b	ld
<i>Ceratocarpus claviculata</i>			1,0	1,0	1,0	1,0	f			1,0		2a	2a	f
<i>Mycelis muralis</i>			1,0	1,0	+	+	lf			1,0	1,0	+	1,0	lf
<i>Lonicera periclymenum</i>			1,0	1,0			lf			1,0	1,0			lf
<i>Frangula alnus</i>			+	+			lf			1,0	1,0			lf
<i>Rubus fruticosus agg.</i>				1,0	1,0	1,0	ld			+	1,0	1,0	1,0	ld
<i>Taraxacum officinale</i>				1,0			lf							lf
<i>Galium aparine</i>					3,0	2a	ld					2a	2m	ld
<i>Holcus lanatus</i>					2a	2a	ld					2a	4,0	ld
<i>Senecio viscosus</i>					1,0	1,0	f					1,0	2m	f
<i>Stellaria media</i>					1,0	1,0	f					1,0	2m	f
<i>Galeopsis pubescens</i>					1,0	1,0	lf					1,0	1,0	lf
<i>Quercus robur</i>					+	1,0	lf					+	+	lf
<i>Blechnum spicant</i>					+	+	lf					+	+	lf
<i>Digitalis purpurea</i>							f							f
<i>Rumex acetosella</i>							f							f
<i>Agrostis stolonifera</i>							lf							lf
<i>Calystegia sepium</i>							lf							lf
<i>Chelidonium majus</i>							lf							lf
<i>Epilobium palustre</i>							lf							lf
<i>Galeobdolon luteum</i>							lf							lf
<i>Hedera helix</i>							lf							lf
<i>Rumex acetosa</i>							lf							lf
<i>Senecio jacobaea</i>							lf							lf
<i>Urtica dioica</i>							lf							lf
<i>Digitalis grandiflora</i>							lf							

Tabelle 182: Vegetationsaufnahmen Gehölzstreifen, Spelle.

Bezeichnung	Baumhecke 1	Baumhecke 1	Baumhecke 2	Baumhecke 2	BaumheckeGesamt	Baumhecke 1	Baumhecke 1	Baumhecke 2	Baumhecke 2	Baumhecke Gesamt
Lfd. Nr.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Aufnahme-Nr.	H1	H1	H2	H2		H1	H1	H2	H2	
Biotoptyp-Code	BD6	BD6	BD6	BD6	BD6	BD6	BD6	BD6	BD6	BD6
Datum	25.05.2011	07.07.2011	27.05.2011	07.07.2011	2011	26.05.2012	23.07.2012	26.05.2012	23.07.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	24 (8x3)	24 (8x3)	24 (8x3)	24 (8x3)		24 (8x3)	24 (8x3)	24 (8x3)	24 (8x3)	
Gesamt-Artenzahl	12,0	15,0	15,0	16,0	42,0	14,0	14,0	16,0	19,0	42,0
Deckung (%)										
Baumschicht	60,0	65,0	75,0	80,0		60,0	65,0	75,0	80,0	
Strauchschicht	20,0	20,0	15,0	15,0		20,0	20,0	15,0	15,0	
Krautschicht	65,0	70,0	60,0	80,0		60,0	65,0	65,0	85,0	
Baumschicht										
<i>Populus tremula</i>	3,0	3,0			ld	3,0	3,0			ld
<i>Quercus rubra</i>	2a	2a			ld	2a	2a			ld
<i>Alnus glutinosa</i>	2a	2b			ld	2a	2b			ld
<i>Betula pubescens</i>			2b	3,0	lf			2b	3,0	lf
<i>Quercus robur</i>			2a	2b	f			2a	2b	f
<i>Sorbus aucuparia</i>			2a	2b	f			2a	2b	lf
Strauchschicht										
<i>Humulus lupulus</i>	2b	2b	2a	2a	lf	2b	2b	2a	2a	lf
<i>Quercus rubra</i>	1,0	1,0			lf	1,0	1,0			lf
<i>Alnus glutinosa</i>	1,0	1,0			lf	1,0	1,0			lf
<i>Amelanchier ovalis</i>					lf					lf
<i>Corylus avellana</i>					lf					lf
<i>Rosa canina</i>					lf					lf
<i>Salix cinerea</i>			1,0	1,0	lf			1,0	1,0	lf
<i>Sambucus nigra</i>					lf					f

Bezeichnung	Baumhecke 1	Baumhecke 1	Baumhecke 2	Baumhecke 2	BaumheckeGesamt	Baumhecke 1	Baumhecke 1	Baumhecke 2	Baumhecke 2	Baumhecke Gesamt
Krautschicht										
<i>Humulus lupulus</i>	3,0	2a	2a	2b	ld	3,0	2b	2a	2a	ld
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	2b	2b	2b	2b	ld	2a	2b	2a	2b	ld
<i>Dactylis glomerata</i>	2a	1,0	1,0	1,0	ld		1,0	2a	2a	ld
<i>Glechoma hederacea</i>	2m	2a	1,0	2a	ld	2m	2a	1,0	1,0	ld
<i>Galium aparine</i>	1,0	1,0	1,0	1,0	ld	1,0	1,0	1,0	1,0	ld
<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	+	1,0	1,0	1,0	ld	1,0	1,0	1,0	1,0	ld
<i>Fallopia dumetorum</i>	+	1,0		1,0	f	1,0	1,0		1,0	f
<i>Urtica dioica</i>	+	+	1,0	1,0	f	1,0	1,0	2b	3,0	f
<i>Artemisia vulgaris</i>		1,0			f		1,0	1,0	1,0	f
<i>Galeobdolon luteum</i>		1,0			lf					lf
<i>Quercus robur</i>		+	+	+	s					
<i>Lolium perenne</i>			1,0	1,0	lf			1,0	1,0	lf
<i>Aegopodium podagraria</i>			1,0	+	f				1,0	f
<i>Galeopsis pubescens</i>			+	1,0	lf	1,0	1,0	2m	1,0	lf
<i>Ceratocarpus claviculata</i>			+	+	lf			1,0	1,0	lf
<i>Holcus lanatus</i>					f	2a				f
<i>Poa trivialis</i>					f			1,0	1,0	f
<i>Arrhenatherum elatius</i>					f					f
<i>Bromus sterilis</i>					f					f
<i>Geranium pusillum</i>					f					f
<i>Rumex obtusifolius</i>					f					f
<i>Tanacetum vulgare</i>					f					f
<i>Anthriscus sylvestris</i>					ld					ld
<i>Phalaris arundinacea</i>					lf				1,0	lf
<i>Agrostis stolonifera</i>					lf					lf
<i>Dryopteris filix-mas</i>					lf					lf
<i>Equisetum arvense</i>					lf					lf
<i>Lysimachia vulgaris</i>					lf					lf
<i>Polygonatum multiflorum</i>					lf					lf
<i>Sisymbrium officinale</i>					lf					lf
<i>Geranium molle</i>					lf					
<i>Populus tremula</i>						1,0	1,0			lf
<i>Plantago major</i>										lf

Tabelle 183: Vegetationsaufnahmen Grünland-Saum, Spelle.

Bezeichnung	Grünland-Saum	Grünland-Saum	Grünland-Saum	Grünland-Saum	Grünland-Saum
Lfd. Nr.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Aufnahme-Nr.	G1		G1	G1	
Biotoptyp-Code	KB2	KB2	KB2	KB2	KB2
Datum	07.07.2011	2011	26.05.2012	23.07.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	24 (8x3)		24 (8x3)	24 (8x3)	
Gesamt-Artenzahl	11,0	27,0	13,0	15,0	32,0
Deckung (%)					
Krautschicht	100,0		100,0	100,0	
Krautschicht					
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	3,0	ld	2a	2b	ld
<i>Agrostis capillaris</i>	3,0	ld	1,0	3,0	ld
<i>Rumex acetosella</i>	2a	ld	1,0	1,0	ld
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1,0	f	1,0	2a	f
<i>Achillea millefolium</i>	1,0	f	1,0	1,0	f
<i>Dactylis glomerata</i>	1,0	f	1,0	1,0	f
<i>Holcus mollis</i>	1,0	f	1,0	1,0	f
<i>Tanacetum vulgare</i>	1,0	f	1,0	1,0	f
<i>Alopecurus geniculatus</i>	1,0	lf	2a	1,0	lf
<i>Hieracium laevigatum</i>	1,0	lf	1,0	1,0	lf
<i>Quercus robur</i>	1,0	lf	1,0	1,0	lf
<i>Anthriscus sylvestris</i>		f			f
<i>Calystegia sepium</i>		f			f
<i>Heracleum sphondylium</i>		f			f
<i>Lolium perenne</i>		f			f
<i>Rumex obtusifolius</i>		f			f
<i>Urtica dioica</i>		f			f
<i>Phalaris arundinacea</i>		ld			ld
<i>Angelica sylvestris</i>		lf			lf
<i>Chenopodium album</i>		lf			lf
<i>Lupinus polyphyllus</i>		lf			lf
<i>Lysimachia vulgaris</i>		lf			lf
<i>Stachys palustris</i>		lf			lf
<i>Stellaria graminea</i>		lf			lf
<i>Tripleurospermum inodorum</i>		lf			lf
<i>Valeriana officinalis</i>		lf			lf
<i>Vicia cracca</i>		lf			lf
<i>Festuca ovina agg.</i>			3,0	2a	ld
<i>Poa pratensis</i>			1,0	1,0	lf
<i>Elymus caninus</i>				2a	lf
<i>Poa trivialis</i>				1,0	lf
<i>Scirpus sylvaticus</i>					lf

Tabelle 184: Vegetationsaufnahmen Konventioneller Acker, Spelle.

Bezeichnung	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker	Konventioneller Acker
Lfd. Nr.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Aufnahme-Nr.	A1	A1		A1	A1	
Biotoptyp-Code	HA3a	HA3a	HA3a	HA3a	HA3a	HA3a
Datum	27.05.2011	07.07.2011	2011	26.05.2012	23.07.2012	2012
Aufnahmefläche (m²)	24 (6x4)	24 (6x4)		24 (6x4)	24 (6x4)	
Gesamt-Artenzahl	4,0	6,0	10,0	4,0	7,0	12,0
Deckung (%)						
Kulturpflanzen	30,0	55,0		15,0	65,0	
Sonstige	10,0	15,0		10,0	55,0	
Kulturpflanzen						
<i>Zea mays</i>	3,0	4,0	ld	2b	4,0	ld
Sonstige						
<i>Setaria viridis</i>	1,0	1,0	f		3,0	f
<i>Chenopodium album</i>	1,0	1,0	f		1,0	f
<i>Geranium pusillum</i>	1,0		f	+	1,0	f
<i>Elymus repens</i>		1,0	f	1,0	2b	f
<i>Stellaria media</i>		1,0	f	1,0	1,0	f
<i>Solanum nigrum</i>		+	lf		1,0	lf
<i>Conium maculatum</i>			lf			lf
<i>Persicaria maculosa</i>			lf			lf
<i>Setaria verticillata</i>			lf			lf
<i>Artemisia vulgaris</i>						lf
<i>Viola arvensis</i>						lf

Tabelle 185: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen Spelle 2011/2012.

	Acker		Grünland		Kriech-, Trittrassen		Trockenrasen, Heiden		Ruderalstandorte		waldnahe Staudenfluren		Hecken, Gebüsche		Wald		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Agrarholz	17	38,6	7	15,9	4	9,1	3	6,8	8	18,2	1	2,3	0	0,0	4	9,1	0	0,0	44	100
Blühstreifen	11	42,3	6	23,1	2	7,7	2	7,7	5	19,2	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	26	100
Wald-Bestand	1	3,4	5	17,2	1	3,4	1	3,4	6	20,7	3	10,3	2	6,9	9	31,0	1	3,4	29	100
Baumhecke	3	9,1	6	18,2	3	9,1	0	0,0	12	36,4	2	6,1	2	6,1	4	12,1	1	3,0	33	100
Grünland-Saum	2	6,5	16	51,6	2	6,5	2	6,5	3	9,7	0	0,0	1	3,2	4	12,9	1	3,2	31	100
konventioneller Acker	8	72,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	27,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	11	100

Tabelle 186: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Spelle 2011.

	Acker		Grünland		Kriech-, Trittrassen		Trockenrasen, Heiden		Ruderal- standorte		waldnahe Staudenfluren		Hecken, Gebüsche		Wald		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Agrarholz gesamt	8	88,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	11,1	0	0,0	9	100
Agrarholz: Eberesche	5	83,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	16,7	0	0,0	6	100
Agrarholz: Tordis-Weide	6	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	100
Agrarholz: Inger-Weide	7	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	100
Blühstreifen gesamt	8	80,0	0	0,0	1	10,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	100
Blühstreifen 3	4	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	100
Blühstreifen 2	4	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	4	100
Blühstreifen 1	8	80,0	0	0,0	1	10,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	100
Wald gesamt	1	6,3	2	12,5	0	0,0	0	0,0	3	18,8	1	6,3	2	12,5	6	37,5	1	6,3	16	100
Eichen-Kiefern-Bestand	0	0,0	1	11,1	0	0,0	0	0,0	1	11,1	1	11,1	2	22,2	4	44,4	0	0,0	9	100
Lärchen-Bestand	1	7,1	1	7,1	0	0,0	0	0,0	3	21,4	1	7,1	1	7,1	6	42,9	1	7,1	14	100
Kiefern-Bestand	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	100,0	0	0,0	3	100
Baumhecke gesamt	0	0,0	2	13,3	0	0,0	0	0,0	8	53,3	1	6,7	2	13,3	2	13,3	0	0,0	15	100
Baumhecke 2	0	0,0	2	15,4	0	0,0	0	0,0	7	53,8	1	7,7	2	15,4	1	7,7	0	0,0	13	100
Baumhecke 1	0	0,0	1	9,1	0	0,0	0	0,0	6	54,5	0	0,0	2	18,2	2	18,2	0	0,0	11	100
Grünland-Saum	0	0,0	4	36,4	1	9,1	1	9,1	1	9,1	0	0,0	1	9,1	3	27,3	0	0,0	11	100
konventioneller Acker	5	83,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	16,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	100

Tabelle 187: Verteilung der Arten auf ökologische Artengruppen in den Untersuchungsflächen Spelle 2012.

	Acker		Grünland		Kriech-, Trittrassen		Trockenrasen, Heiden		Ruderal- standorte		waldnahe Staudenfluren		Hecken, Gebüsche		Wald		Sonstige		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Agrarholz gesamt	15	71,4	1	4,8	0	0,0	1	4,8	2	9,5	0	0,0	0	0,0	2	9,5	0	0,0	21	100
Agrarholz: Eberesche	9	75,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	16,7	0	0,0	0	0,0	1	8,3	0	0,0	12	100
Agrarholz: Tordis-Weide	14	82,4	1	5,9	0	0,0	0	0,0	2	11,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	17	100
Agrarholz: Inger-Weide	11	68,8	1	6,3	0	0,0	1	6,3	2	12,5	0	0,0	0	0,0	1	6,3	0	0,0	16	100
Blühstreifen gesamt	8	36,4	6	27,3	1	4,5	2	9,1	5	22,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	22	100
Blühstreifen 3	2	22,2	3	33,3	0	0,0	0	0,0	4	44,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	100
Blühstreifen 2	6	37,5	5	31,3	0	0,0	2	12,5	3	18,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	16	100
Blühstreifen 1	6	37,5	4	25,0	1	6,3	2	12,5	3	18,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	16	100
Wald gesamt	1	6,3	1	6,3	0	0,0	0	0,0	3	18,8	1	6,3	2	12,5	7	43,8	1	6,3	16	100
Eichen-Kiefern-Bestand	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	11,1	1	11,1	2	22,2	5	55,6	0	0,0	9	100
Lärchen-Bestand	1	7,1	1	7,1	0	0,0	0	0,0	3	21,4	1	7,1	1	7,1	6	42,9	1	7,1	14	100
Kiefern-Bestand	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	100,0	0	0,0	3	100
Baumhecke gesamt	0	0,0	3	17,6	0	0,0	0	0,0	9	52,9	2	11,8	2	11,8	0	0,0	1	5,9	17	100
Baumhecke 2	0	0,0	2	13,3	0	0,0	0	0,0	9	60,0	1	6,7	2	13,3	0	0,0	1	6,7	15	100
Baumhecke 1	0	0,0	2	16,7	0	0,0	0	0,0	7	58,3	1	8,3	2	16,7	0	0,0	0	0,0	12	100
Grünland-Saum	0	0,0	6	40,0	1	6,7	2	13,3	1	6,7	0	0,0	1	6,7	4	26,7	0	0,0	15	100
konventioneller Acker	5	83,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	16,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	6	100

Tabelle 188: Gesamt-Deckungsgradsummen der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Spelle im Vergleich zum konventionellen Acker.

	Krautschicht [%]	Agrarhölzer [%]	sonstige Kulturarten [%]
F11: Blühstreifen 1	13,2	0,0	0,6
S11: Blühstreifen 1	70,6	0,0	28,1
F12: Blühstreifen 1	71,7	0,0	32,5
S12: Blühstreifen 1	95,0	0,0	22,5
F11: Blühstreifen 2	3,1	0,0	0,0
S11: Blühstreifen 2	62,5	0,0	52,5
F12: Blühstreifen 2	83,1	0,0	25,0
S12: Blühstreifen 2	68,1	0,0	42,5
S11: Blühstreifen 3	105,0	0,0	40,0
F12: Blühstreifen 3	72,5	0,0	15,0
S12: Blühstreifen 3	82,5	0,0	15,6
F11: Inger-Weide	26,1	2,5	0,6
S11: Inger-Weide	25,0	10,0	0,0
F12: Inger-Weide	56,6	30,0	0,0
S12: Inger-Weide	65,6	47,5	0,0
F11: Eberesche	35,0	10,0	2,5
S11: Eberesche	75,0	20,0	0,0
F12: Eberesche	56,0	40,0	0,0
S12: Eberesche	98,5	45,0	0,0
S11: Tordie-Weide	67,5	10,0	0,0
F12: Tordie-Weide	46,0	72,5	0,0
S12: Tordie-Weide	63,1	72,5	2,5
F11: konventioneller Acker	7,5	0,0	37,5
S11: konventioneller Acker	10,6	0,0	62,5
F12: konventioneller Acker	5,6	0,0	20,0
S12: konventioneller Acker	67,5	0,0	62,5

Tabelle 189: Prozentualer Anteil der Deckungssummen [%] der Artengruppen der Energie-Pflanzungen in Spelle im Vergleich zum konventionellen Acker.

	Acker	Grünland	Kriech-, Trittrassen	Trockenrasen, Heiden	Ruderal- standorte	waldnahe Staudenfluren	Hecken, Gebüsche	Wald	Sonstige
F11: Blühstreifen 1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Blühstreifen 1	95,7	0,0	0,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Blühstreifen 1	25,2	60,1	0,0	4,3	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: Blühstreifen 1	13,2	44,7	2,6	5,3	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0
F11: Blühstreifen 2	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Blühstreifen 2	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Blühstreifen 2	12,0	84,3	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: Blühstreifen 2	18,4	63,3	0,0	7,3	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Blühstreifen 3	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Blühstreifen 3	6,9	89,7	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: Blühstreifen 3	6,1	81,8	0,0	0,0	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0
F11: Inger-Weide	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Inger-Weide	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Inger-Weide	50,4	4,4	0,0	4,4	39,8	0,0	0,0	1,0	0,0
S12: Inger-Weide	61,0	0,8	0,0	3,8	30,5	0,0	0,0	3,8	0,0
F11: Eberesche	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Eberesche	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Eberesche	51,1	0,0	0,0	0,0	48,9	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: Eberesche	26,6	0,0	0,0	0,0	73,5	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: Tordie-Weide	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: Tordie-Weide	72,8	0,0	0,0	0,0	27,2	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: Tordie-Weide	63,4	0,9	0,0	0,0	35,7	0,0	0,0	0,0	0,0
F11: konventioneller Acker	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S11: konventioneller Acker	76,3	0,0	0,0	0,0	23,7	0,0	0,0	0,0	0,0
F12: konventioneller Acker	55,0	0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S12: konventioneller Acker	70,4	0,0	0,0	0,0	29,6	0,0	0,0	0,0	0,0

11.5 Anhang zu Kapitel 4.4.3 „Laufkäfer & Spinnen“

11.5.1 Dokumentation der Zuordnung der Laufkäfer- und Spinnenarten zu ökologischen Typen (ÖT) und Habitatpräferenzen (SP) nach GAC (2009), modifiziert

- Die beiden Ackertypen 9.1 (Äcker auf Sandböden) und 9.2 (Äcker auf anderen Böden) werden zum gemeinsamen Symbol ACK als Habitatpräferenz zusammengefasst. Dafür wird als Ökotyp im Falle 9.1 (x) und im Falle 9.2 (h) gesetzt.
- Das gleiche gilt für die beiden Weinbergtypen 9.3 WBS (Weinberge mit typischen Begleitstrukturen auf Sandböden) und 9.4 WBA (Weinberge mit typischen Begleitstrukturen auf anderen Böden). Sie wurden zu WBE (Weinberge allgemein) zusammengefasst.
- Der Ökotyp für alle vegetationsarmen Uferhabitate 3.1 (Kiesufer), 3.2 (Sandufer) und 3.3 (Tonufer) wird auf (h) gesetzt, da Uferhabitate aufgrund der Gewässernähe sowohl nass als auch aufgrund des offenen Charakters und somit von der Sonne beschienen und vor allem für die tagaktiven Arten auch trocken sein können. Für 3.4 (Schlamm) wird der Ökotyp h festgesetzt.
- Für Binnenlandsalzstellen (1.5) wird mit der gleichen Begründung wie oben für vegetationsarme Ufer der Ökotyp (h) festgesetzt.
- Kommt eine Art zwar schwerpunktmäßig in nassen oder trockenen Habitaten vor, hat aber (weitere) Hauptvorkommen in trockeneren/nasseren offenen Habitaten, so wird der Ökotyp geklammert, z. B. (h). Hat eine Art als Schwerpunkt ein offenes Habitat, besitzt jedoch noch Hauptvorkommen in Wäldern, so wird dem Ökotyp ein (w) assoziiert, z. B. h (w). Besitzt die Art einen Schwerpunkt in offenen/bewaldeten Habitaten nasser bzw. trockener Ausprägung und besitzt sie Hauptvorkommen in trockeneren/nasseren Waldtypen, so wird der Ökotyp doppelt geklammert: (x)(w), (h)(w).
- Der Ökotyp eu bezeichnet in der Regel alle offenen Habitate, gleich welcher Feuchtestufe, Schwerpunkt ist dann OHA = offene Habitate. Ausnahmen werden dann zugelassen, wenn aus den Sammelerfahrungen der Autoren ein Schwerpunkt eindeutig gegeben ist. Der Ökotyp w umfasst alle bewaldeten Habitate, gleich welchen Feuchtigkeitsgrades, Schwerpunkt ist dann WAL = Waldhabitate (allgemein).
Kommt eine Art eurytop sowohl in offenen Habitaten als auch in Wäldern vor, und ist keine Habitatpräferenz aus den bisherigen Sammeldaten ersichtlich, so wird sie mit OHP = ohne (erkennbare) Habitatpräferenz bezeichnet. Die Schwerpunkte 6.1 (trockenere Wälder) und 6.4 (azidophile Wälder) werden zu SWA = saure Wälder zusammengefasst. Der Ökotyp ist (x) w.
- Montane Wälder (6.2) werden grundsätzlich als feucht eingestuft, daher wird der Ökotyp auf (h) w festgesetzt.
- Die Schwerpunkt-vorkommen 5 (Feucht- und Nasswälder, Waldsäume sonstiger Standorte) und 5.1 (Sumpf- und Bruchwald, Weidenbüsche nasser Standorte u. a. (inkl. Vorwaldinitialien nährstoffreicher Moore)) werden zu Nasswälder = NWA zusammengefasst.
- Die Habitatpräferenzen 9.5 (Grünland, Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen im planaren und submontanen Bereich)) und 9.6 (Grünland, Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen im montanen Bereich)) werden zu WEI zusammengefasst, da aus den untersuchten Standorten die Höhenstufe eindeutig hervorgeht.
- Bei Hochmoorarten (Hochmoore sind einerseits nass, auf den Sphagnumpolstern aber auch heiß und trocken), welche auch in anderen feuchten Habitaten vorkommen (Niedermooren, nassen Hochstaudenfluren, Nasswiesen, etc.) wird der Ökotyp h festgesetzt, bei Hauptvorkommen, die neben Hochmooren überwiegend trockene Habitate bezeichnen (Sandtrockenrasen, Kalktrockenrasen, etc.) der Ökotyp x. Bei Arten, die in ihren Hauptvorkommen eine Pattsituation zwischen nassen und trockenen Habitaten aufweisen, bleibt die Zuordnung zu einem Ökotyp zunächst offen.
- Rohböden (8.1), Pioniergesellschaften (9.7) und ausdauernde Ruderalfluren (9.8) werden als offene Standorte gewertet. Je nach überwiegender weiteren Hauptvorkommen werden die Ökotypen als x bzw. (x), wenn überwiegend Präferenzen in trockenen bzw. als h bzw. (h), wenn überwiegend Präferenzen in nassen/feuchten Habitaten vorliegen. Bei ausschließlichen

Schwerpunktvorkommen in einem der Habitate 8.1, 9.7, oder 9.8 bleibt die Zuordnung zu einem Ökotyp zunächst offen.

- Die Habitatpräferenzen 8 (Roh- und Skelettböden sowie andere Sonderstandorte) und 8.1 (Roh- und Skelettböden (nicht auespezifisch, z. B. Rutschungen)) werden zu ROB = Rohböden zusammengefasst.
- Arten, die in den Mittelgebirgen und/oder den Alpen Felsklüfte bewohnen, wird das Schwerpunkt vorkommen Blockhalden = BHA zugeordnet (z. B. *Wubanooides uralensis ssp. lithodytes*).

11.5.2 Tabellen

Tabelle 190: Liste der ökologischen Typen.

Arten unbewaldeter Standorte	
h	hygrobiont/-phil
(h)	überwiegend hygrophil
eu	euryöke Freiflächenart
x	xerobiont/-phil
(x)	überwiegend xerophil
hal	halobiont/-phil
Arten bewaldeter Standorte	
w	euryöke Waldart
(w)	überwiegend in Wäldern
hw	in Feucht- und Nasswäldern
(h)w	in Edellaubwäldern
(x)w	in trockenen Laub- und Nadelwäldern
arb	arboricol (auf Bäumen und Sträuchern)
R	an/unter Rinde
Arten bewaldeter und unbewaldeter Standorte	
h(w)	je nach Schwerpunkt vorkommen: überwiegend in Feucht- und Nasswäldern oder auf nassen Freiflächen
(h)(w)	je nach Schwerpunkt vorkommen: in mittelfeuchten Wäldern oder auf Freiflächen
(x)(w)	je nach Schwerpunkt vorkommen: in trockenen Laub- und Nadelwäldern oder auf Freiflächen
Spezielle Habitate	
Blüt	auf Blüten lauernd
trog	troglobiont/-phil
th	thermophil, (an Standorten mit hoher Insolation)
syn	synantrop im engeren Sinne
Wasser	lebt ständig unter Wasser
myrm	myrmecobiont/-phil

Tabelle 191: Liste der Schwerpunktorkommen.

Kürzel	Beschreibung
1 KÜS	Küstenbiotope und Binnenlandsalzstellen
1.1 SPÜ	Spülsäume, Gezeiten- und Windwatt
1.2 SAS	Sand- und Kiesstrände (inkl. Reine Sandkliffs, Primär- und Weißdünen)
1.3 GES	Geröll- und Blockstrände, Kreide- und Geschiebemergel-Kliffs
1.4 SAG	Salzgrünland (Quellerfluren und Brackröhrichte)
1.5 SAL	Binnenlandsalzstellen
2 GEB	Gebirgsbiotope
2.1 SAW	Subalpine und alpine Wiesen, Weiden, Rasen und Heiden
2.2 BHA	Steinschuttfuren, Schneetälchen, Kare, Lawinenrinnen und Blockschutthalde
2.3 SAH	Subalpine Hochstauden und Gebüsche (z. B. Grünerlen- und Latschengebüsche)
3 OUF	Vegetationsarme (offene) Ufer, Bänke und Aufschwemmungen
3.1 KUF	Geröll, Schotter, Kies
3.2 SUF	Sand
3.3 TUF	Schluff, Lehm, Ton
3.4 SCH	organisches Material (Schlamm, Schlick)
4 ONH	Vegetationsreiche Ufer, Sümpfe, Moore, Feucht- und Sumpfheiden
4.0 VUF	vegetationsreiche Ufer
4.1 HMO	Hoch- und Übergangsmoore (inkl. Moorwald)
4.2 NHE	Feucht- und Sumpfheiden (z. B. Erika-Heide)
4.3 NMO	nährstoffarme Niedermoores, Kleinseggen Sümpfe
4.4 ROE	Großseggenriede, Röhrichte
4.5 NHF	feuchte und nasse Hochstaudenfluren
4.6 NWI	Feucht- und Nassgrünland (Wiesen, Weiden)
5 NWA	Feucht- und Nasswälder, Waldsäume sonstiger Standorte
5.1 NWA	Sumpf- und Bruchwald, Weidengebüsche nasser Standorte u. a. (inkl. Vorwaldstadien nährstoffreicher Moore)
5.2 AWA	Auwald
6 WAL	Wälder, Vorwälder und Lichtungen/Waldsäume sonstiger Standorte
6.1 TWA	trockenwarme Wälder und Gebüsche sowie offenere, historische Waldnutzungsformen (Hute-, Mittel-, Niederwald)
6.2 MWA	montane bis subalpine Wälder
6.3 FWA	mesophile Falllaub- und Tannenwälder und Forste
6.4 SWA	azidophile Laub- und Nadelwälder und Forste
6.5 VWA	Vorwälder und offene Strukturen in Wäldern (Schlagfluren, Säume, Lichtungen, Alleen, Einzelbäume)
7 OTH	Trockene, an größeren Gehölzen freie oder arme Standorte
7.1 STR	trockene Sandheiden, Sandmagerrasen inkl. Initialstadien sowie offene Sandflächen (z. B. auf Binnendünen)
7.2 KTR	kalkreiche Trocken- und Halbtrockenrasen (inkl. Felsfluren, Steinschutt, Initialstadien)
7.3 ZHE	Zwergstrauchheiden und Magerrasen auf sonnigen, trockenen und kalkarmen Standorten (inkl. Felsfluren, Steinschutt und Initialstadien)
8 ROB	Roh- und Skelettböden sowie andere Sonderstandorte
8.1 ROB	Roh- und Skelettböden (nicht auespezifisch z. B. Rutschungen)
8.2 HÖH	Höhlen, Tierbauten, Felsspalten, Gemäuer, Keller
8.3 MÜD	sonstige Sonderstandorte (z. B. verrottende organische Materialien/Mülldeponien)
9 KUL	Biotope der weitgehend offenen Kulturlandschaft mittlerer Standorte
9.1 ACS	Äcker (mit typischen Begleitstrukturen) auf Sandböden
9.2 ACA	Äcker (mit typischen Begleitstrukturen) auf anderen Böden
9.12 ACK	Äcker ohne Differenzierung der Bodenart
9.3 WBE	Weinberge (mit typischen Begleitstrukturen) auf Sandböden
9.4 WBE	
9.5 WEI	Grünland, Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im planaren bis submontanen Bereich
9.6 WEI	Grünland, Wiesen, Weiden (mit typischen Begleitstrukturen) im montanen Bereich
9.7 PIO	kurzelebige Ruderalfluren und Pioniergesellschaften
9.8 RUD	ausdauernde Ruderalfluren
OHA	offene Habitate bevorzugend (eurytope Freiflächenarten, feuchteunabhängig)
OHP	ohne (erkennbare) Habitatpräferenz (sowohl offene als auch bewaldete Habitate bewohnend, feuchteunabhängig)
D	Daten defizitär
x	keine aktuellen Nachweise
-	kommt im betrachteten Großnaturreaum nicht vor
?	Habitatpräferenz unbekannt

Tabelle 192: Liste der am Modellstandort Allendorf erfassten Webspinnen mit Angabe der ökologischen Typen (OeT) und Schwerpunktvorkommen (SP); * = Art wurde ausschließlich mit Richtungsfallen erfasst.

Art	OeT	SP
<i>Agroeca proxima</i>	x	OTH
<i>Agyneta decora</i>	h	RUD
<i>Allomengea vidua</i>	h	NWI
<i>Alopecosa accentuata*</i>	x	OTH
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WEI
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA
<i>Alopecosa taeniata*</i>	(h)w	MWA
<i>Amaurobius fenestralis</i>	(h)w	FWA
<i>Anyphaena accentuata</i>	(h)w	FWA
<i>Araeoncus humilis</i>	(x)	ACK
<i>Araneus quadratus</i>	(h)	KUL
<i>Araniella cucurbitina*</i>	(x)(w)	VWA
<i>Arctosa leopardus*</i>	h	ONH
<i>Asthenargus paganus*</i>	(h)w	MWA
<i>Aulonia albimana</i>	x	OTH
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK
<i>Bathypantes parvulus</i>	eu	RUD
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	h(w)	FWA
<i>Centromerus dilutus</i>	(h)w	FWA
<i>Centromerus incilium</i>	(h)(w)	VWA
<i>Centromerus pabulator*</i>	(x)w	SWA
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	eu	OHA
<i>Cicurina cicur</i>	(h)(w)	VWA
<i>Clubiona comta</i>	(x)w	SWA
<i>Clubiona diversa*</i>	(h)	OHA
<i>Clubiona lutescens*</i>	h	ONH
<i>Clubiona neglecta*</i>	h	VUF
<i>Clubiona pallidula*</i>	(h)(w)	WAL
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD
<i>Clubiona terrestris</i>	(x)w	SWA
<i>Cnephlocotes obscurus</i>	(h)	RUD
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK
<i>Diaea dorsata</i>	(x)w	FWA
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD
<i>Diplocephalus cristatus*</i>	(h)	WIE
<i>Diplocephalus latifrons</i>	(h)w	FWA
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA
<i>Drassodes cupreus*</i>	eu	OHA

Art	OeT	SP
<i>Drassodes lapidosus</i>	eu	OTH
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA
<i>Enoplognatha ovata</i>	(x)(w)	VWA
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(x)	WEI
<i>Episinus angulatus</i>	(h)(w)	WAL
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK
<i>Erigonella hiemalis</i>	(h)	RUD
<i>Euophrys frontalis</i> *	(x)w	WAL
<i>Evarcha arcuata</i>	eu	OHA
<i>Evarcha falcata</i>	(x)(w)	OTH
<i>Floronia bucculenta</i>	(h)w	FWA
<i>Gonatium hilare</i> *	(h)w	MWA
<i>Gongylidiellum latebricola</i> *	(h)w	WAL
<i>Hahnia helveola</i>	(h)w	FWA
<i>Hahnia nava</i>	(x)(w)	OHP
<i>Hahnia pusilla</i> *	(h)(w)	FWI
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(x)w	FWA
<i>Histocona torpida</i>	(h)w	MWA
<i>Inermocoelotes inermis</i>	(h)w	MWA
<i>Labulla thoracica</i>	(h)w	MWA
<i>Lathys humilis</i> *	(h)w	FWA
<i>Leptorhoptrum robustum</i> *	hw	NWA
<i>Linyphia triangularis</i>	(x)(w)	OHP
<i>Malthonica picta</i>	(x)(w)	FWA
<i>Mangora acalypha</i>	eu	OHP
<i>Maso sundevalli</i>	(h)w	FWA
<i>Meioneta affinis</i>	(h)	OHA
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP
<i>Micaria pulicaria</i>	eu	OHA
<i>Micrargus herbigradus</i>	(x)w	WAL
<i>Microlinyphia pusilla</i>	(h)	OHA
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA
<i>Mioxena blanda</i>	x	OHA
<i>Monocephalus fuscipes</i>	(h)w	MWA
<i>Neottiura bimaculata</i>	(h)	OHA
<i>Neriene clathrata</i>	(h)(w)	VWA
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI
<i>Oedothorax retusus</i>	h	WEI
<i>Ostearius melanopygius</i>	(x)	PIO

Art	OeT	SP
<i>Ozyptila praticola</i>	(x)w	FWA
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA
<i>Pachygnatha listeri*</i>	(h)w	FWA
<i>Palliduphantes ericaeus*</i>	h	NHE
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(h)w	FWA
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA
<i>Pardosa nigriceps</i>	x	STR
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA
<i>Pelecopsis parallela</i>	(h)	OHA
<i>Philodromus cespitum*</i>	(x)w	SWA
<i>Phrurolithus festivus</i>	(x)	OTH
<i>Phrurolithus minimus*</i>	x	STR
<i>Phylloneta impressa*</i>	(x)	RUD
<i>Pirata piraticus*</i>	h	ONH
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD
<i>Piratula hygrophila</i>	h(w)	NWA
<i>Piratula latitans</i>	h	ONH
<i>Pisaura mirabilis</i>	(h)	OHA
<i>Pocadicnemis juncea</i>	h	OHA
<i>Pocadicnemis pumila</i>	(h)(w)	WAL
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK
<i>Porrhomma oblitum</i>	h	VUF
<i>Robertus arundineti</i>	eu	OHA
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL
<i>Segestria senoculata</i>	(x)w	SWA
<i>Steatoda phalerata*</i>	x	STR
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(x)(w)	VWA
<i>Styloctetor stativus*</i>	h	NWI
<i>Talavera aequipes*</i>	x	STR
<i>Tallusia experta</i>	h(w)	RUD
<i>Tapinocyba insecta</i>	(h)w	FWA
<i>Tapinocyba praecox</i>	x	BRA
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA
<i>Tenuiphantes mengei</i>	h(w)	WAL
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	FWA
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(x)w	FWA

Art	OeT	SP
<i>Theridion varians</i> *	(x)	OTH
<i>Thyreosthenius biovatus</i> *	x	STR
<i>Tiso vagans</i>	(h)	WEI
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL
<i>Trochosa spinipalpis</i>	h	NWI
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD
<i>Troxochrus scabriculus</i>	x	STR
<i>Walckenaeria acuminata</i>	(h)w	FWA
<i>Walckenaeria antica</i>	(x)(w)	VWA
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(h)w	FWA
<i>Walckenaeria corniculans</i>	(h)w	FWA
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(h)w	FWA
<i>Walckenaeria cuspidata</i> *	hw	NWA
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(x)w	FWA
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH
<i>Walckenaeria obtusa</i>	(h)w	FWA
<i>Walckenaeria unicornis</i>	h(w)	ONH
<i>Walckenaeria vigilax</i>	h	ACK
<i>Xysticus audax</i> *	x	STR
<i>Xysticus bifasciatus</i>	x	RUD
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL
<i>Xysticus erraticus</i> *	(x)	OTH
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA
<i>Xysticus lanio</i>	(h)w	FWA
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA
<i>Zelotes clivicola</i>	(x)w	SWA
<i>Zelotes latreillei</i>	(x)	OTH
<i>Zelotes longipes</i> *	x	STR
<i>Zelotes subterraneus</i>	(x)(w)	FWA
<i>Zora silvestris</i> *	(x)(w)	SWA
<i>Zora spinimana</i>	eu	OHP

Tabelle 193: Liste der am Modellstandort Allendorf erfassten Weberknechte mit Angabe der ökologischen Typen (OeT) und Schwerpunktorkommen (SP); * = Art wurde ausschließlich mit Richtungsfallen erfasst.

Art	OeT	SP
<i>Lacinius dentiger</i> *	(h)w	FWA
<i>Lacinius ephippiatus</i> *	(h)w	FWA
<i>Lophopilio palpinalis</i> *	(h)w	FWA
<i>Nemastoma lugubre</i> *	(h)w	FWA
<i>Oligolophus tridens</i> *	(h)(w)	FWA
<i>Phalangium opilio</i> *	(x)	ACK
<i>Rilaena triangularis</i> *	(h)(w)	KUL

Tabelle 194: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Acker (ACK) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	1499	72,6
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	140	6,8
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	133	6,4
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	46	2,2
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	36	1,7
<i>Trochosa rucicola</i>	eu	KUL	31	1,5
<i>Walckenaeria vigilax</i>	h	ACK	29	1,4
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	24	1,2
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	24	1,2
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	12	0,6
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	12	0,6
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	10	0,5
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	9	0,4
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	5	0,2
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	5	0,2
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	5	0,2
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	5	0,2
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	4	0,2
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	4	0,2
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	4	0,2
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	4	0,2
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	3	0,1
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	2	0,1
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	2	0,1
<i>Inermocoelotes inermis</i>	(h)w	MWA	2	0,1
<i>Araeoncus humilis</i>	(x)	ACK	1	0,05
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	1	0,05
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA	1	0,05
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	1	0,05
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	1	0,05
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	1	0,05
<i>Monocephalus fuscipes</i>	(h)w	MWA	1	0,05
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	1	0,05
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	1	0,05
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	1	0,05
<i>Robertus arundineti</i>	eu	OHA	1	0,05
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	1	0,05
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	1	0,05
<i>Walckenaeria obtusa</i>	(h)w	FWA	1	0,05
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	1	0,05
Gesamtergebnis			2065	100,0

Tabelle 195: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Brache (BRA) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	373	44,6
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	90	10,8
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	84	10
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	46	5,5
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	44	5,3
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	37	4,4
<i>Erigonella hiemalis</i>	(h)	RUD	21	2,5
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	17	2
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	17	2
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	16	1,9
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	13	1,6
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	10	1,2
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	10	1,2
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	7	0,8
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	5	0,6
<i>Bathypantes parvulus</i>	eu	RUD	4	0,5
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	4	0,5
<i>Xysticus bifasciatus</i>	x	RUD	4	0,5
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	3	0,4
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	3	0,4
<i>Zelotes latreillei</i>	(x)	OTH	3	0,4
<i>Araneus quadratus</i>	(h)	KUL	2	0,2
<i>Agyneta decora</i>	h	RUD	1	0,1
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WEI	1	0,1
<i>Aulonia albimana</i>	x	OTH	1	0,1
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Cicurina cicur</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Evarcha arcuata</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Floronia bucculenta</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	1	0,1
<i>Malthonica picta</i>	(x)(w)	FWA	1	0,1
<i>Micaria pulicaria</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Neottiura bimaculata</i>	(h)	OHA	1	0,1
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	1	0,1
<i>Pisaura mirabilis</i>	(h)	OHA	1	0,1
<i>Pocadicnemis juncea</i>	h	OHA	1	0,1
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	1	0,1
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(x)(w)	VWA	1	0,1
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	1	0,1
<i>Walckenaeria unicornis</i>	h(w)	ONH	1	0,1
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	1	0,1
Gesamtergebnis			836	100,0

Tabelle 196: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Gehölzinsel (GEI) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	53	27,3
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA	49	25,3
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	22	11,3
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	12	6,2
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	9	4,6
<i>Ozyptila praticola</i>	(x)w	FWA	7	3,6
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	5	2,6
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	5	2,6
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	4	2,1
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(h)w	FWA	4	2,1
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	2	1
<i>Enoplognatha ovata</i>	(x)(w)	VWA	2	1
<i>Neriere clathrata</i>	(h)(w)	VWA	2	1
<i>Anyphaena accentuata</i>	(h)w	FWA	1	0,5
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA	1	0,5
<i>Clubiona compta</i>	(x)w	SWA	1	0,5
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	1	0,5
<i>Erigonella hiemalis</i>	(h)	RUD	1	0,5
<i>Evarcha falcata</i>	(x)(w)	OTH	1	0,5
<i>Histoipona torpida</i>	(h)w	MWA	1	0,5
<i>Linyphia triangularis</i>	(x)(w)	OHP	1	0,5
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	1	0,5
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	1	0,5
<i>Ostearius melanopygius</i>	(x)	PIO	1	0,5
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	1	0,5
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	1	0,5
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	FWA	1	0,5
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	1	0,5
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	1	0,5
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	1	0,5
<i>Zelotes subterraneus</i>	(x)(w)	FWA	1	0,5
Gesamtergebnis			194	100,0

Tabelle 197: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU1 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	204	26,8
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	98	12,9
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	60	7,9
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	58	7,6
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	43	5,7
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	41	5,4
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	41	5,4
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	33	4,3
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	32	4,2
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	24	3,2
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	21	2,8
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	10	1,3
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	10	1,3
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	9	1,2
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	9	1,2
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	8	1,1
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	7	0,9
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	7	0,9
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WIE	4	0,5
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	4	0,5
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	3	0,4
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	3	0,4
<i>Agyneta decora</i>	h	RUD	2	0,3
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	2	0,3
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	2	0,3
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	2	0,3
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	2	0,3
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	2	0,3
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	2	0,3
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	1	0,1
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	1	0,1
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	1	0,1
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Troxochrus scabriculus</i>	x	STR	1	0,1
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Walckenaeria obtusa</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Walckenaeria unicornis</i>	h(w)	ONH	1	0,1
<i>Xysticus bifasciatus</i>	x	RUD	1	0,1
<i>Zelotes latreillei</i>	(x)	OTH	1	0,1
Gesamtergebnis			760	100,0

Tabelle 198: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU2 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	356	23,1
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	309	20,1
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	247	16
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	147	9,6
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	120	7,8
<i>Trochosa ruficola</i>	eu	KUL	81	5,3
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	56	3,6
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	36	2,3
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	29	1,9
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	21	1,4
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	15	1
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	15	1
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	13	0,8
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	12	0,8
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	11	0,7
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	10	0,6
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WEI	7	0,5
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	7	0,5
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	7	0,5
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA	6	0,4
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	5	0,3
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	4	0,3
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	4	0,3
<i>Piratula latitans</i>	h	ONH	3	0,2
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	3	0,2
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	2	0,1
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	2	0,1
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(x)(w)	VWA	2	0,1
<i>Agyneta decora</i>	h	RUD	1	0,1
<i>Aulonia albimana</i>	x	OTH	1	0,1
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	1	0,1
<i>Micaria pulicaria</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Neriere clathrata</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	1	0,1
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Walckenaeria obtusa</i>	(h)w	FWA	1	0,1
Gesamtergebnis			1539	100,0

Tabelle 199: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU3 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	98	28,8
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	34	10
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	25	7,4
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	22	6,5
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	22	6,5
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	20	5,9
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	17	5
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	12	3,5
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	10	2,9
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	10	2,9
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	9	2,6
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	6	1,8
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	6	1,8
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	6	1,8
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	6	1,8
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	6	1,8
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	4	1,2
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	3	0,9
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	3	0,9
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	3	0,9
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	3	0,9
<i>Bathyphantes gracilis</i>	(x)	ACK	2	0,6
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	2	0,6
<i>Neriere clathrata</i>	(h)(w)	VWA	2	0,6
<i>Aulonia albimana</i>	x	OTH	1	0,3
<i>Bathyphantes parvulus</i>	eu	RUD	1	0,3
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA	1	0,3
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	1	0,3
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA	1	0,3
<i>Drassodes lapidosus</i>	eu	OTH	1	0,3
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	1	0,3
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	1	0,3
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(h)w	FWA	1	0,3
Gesamtergebnis			340	100,0

Tabelle 200: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU4 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	67	17,1
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	51	13
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	45	11,5
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	41	10,5
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	26	6,6
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	23	5,9
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	20	5,1
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	19	4,9
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	15	3,8
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	14	3,6
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	10	2,6
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA	9	2,3
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	7	1,8
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	7	1,8
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	5	1,3
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	4	1
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	3	0,8
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	3	0,8
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	3	0,8
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	2	0,5
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	2	0,5
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	2	0,5
<i>Cicurina cicur</i>	(h)(w)	VWA	1	0,3
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	1	0,3
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	1	0,3
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	1	0,3
<i>Neriere clathrata</i>	(h)(w)	VWA	1	0,3
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	1	0,3
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	1	0,3
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	1	0,3
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	1	0,3
<i>Pisaura mirabilis</i>	(h)	OHA	1	0,3
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	1	0,3
<i>Walckenaeria acuminata</i>	(h)w	FWA	1	0,3
<i>Zelotes subterraneus</i>	(x)(w)	FWA	1	0,3
Gesamtergebnis			391	100,0

Tabelle 201: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Vorgewende (KUV) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	522	49,5
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	97	9,2
<i>Trochosa ruficollis</i>	eu	KUL	89	8,4
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	75	7,1
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	74	7
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	71	6,7
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	53	5
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	10	0,9
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	7	0,7
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	6	0,6
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	5	0,5
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	5	0,5
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	5	0,5
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	5	0,5
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	4	0,4
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	4	0,4
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	4	0,4
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	3	0,3
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	2	0,2
<i>Porrothomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	2	0,2
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	2	0,2
<i>Walckenaeria vigilax</i>	h	ACK	2	0,2
<i>Araeoncus humilis</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Aulonia albimana</i>	x	OTH	1	0,1
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	1	0,1
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Micaria pulicaria</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	1	0,1
Gesamtergebnis			1054	100,0

Tabelle 202: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Wald (WAL) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	27	19,9
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	20	14,7
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	18	13,2
<i>Inermocoelotes inermis</i>	(h)w	MWA	14	10,3
<i>Histoipona torpida</i>	(h)w	MWA	12	8,8
<i>Pardosa lugubris</i> s.l.	(h)(w)	VWA	6	4,4
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	5	3,7
<i>Amaurobius fenestralis</i>	(h)w	FWA	4	2,9
<i>Anyphaena accentuata</i>	(h)w	FWA	4	2,9
<i>Walckenaeria corniculans</i>	(h)w	FWA	4	2,9
<i>Malthonica picta</i>	(x)(w)	FWA	3	2,2
<i>Hahnha helveola</i>	(h)w	FWA	2	1,5
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(x)w	FWA	2	1,5
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	2	1,5
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	FWA	2	1,5
<i>Zelotes clivicola</i>	(x)w	SWA	2	1,5
<i>Clubiona terrestris</i>	(x)w	SWA	1	0,7
<i>Diaea dorsata</i>	(x)w	FWA	1	0,7
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA	1	0,7
<i>Enoplognatha ovata</i>	(x)(w)	VWA	1	0,7
<i>Labulla thoracica</i>	(h)w	MWA	1	0,7
<i>Ozyptila praticola</i>	(x)w	FWA	1	0,7
<i>Segestria senoculata</i>	(x)w	SWA	1	0,7
<i>Walckenaeria vigilax</i>	h	ACK	1	0,7
<i>Xysticus lanio</i>	(h)w	FWA	1	0,7
Gesamtergebnis			136	100,0

Tabelle 203: Liste der im Jahr 2011 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Wiese (WIE) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	851	46
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	369	19,9
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WIE	196	10,6
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	83	4,5
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	72	3,9
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	58	3,1
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	45	2,4
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	26	1,4
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	23	1,2
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	20	1,1
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(x)	WIE	17	0,9
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	16	0,9
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	12	0,6
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	9	0,5
<i>Trochosa ruficollis</i>	eu	KUL	8	0,4
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	5	0,3
<i>Tiso vagans</i>	(h)	WIE	5	0,3
<i>Bathyphegus gracilis</i>	(x)	ACK	4	0,2
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	4	0,2
<i>Clubiona terrestris</i>	(x)w	SWA	3	0,2
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	3	0,2
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	3	0,2
<i>Xysticus bifasciatus</i>	x	RUD	3	0,2
<i>Araeoncus humilis</i>	(x)	ACK	2	0,1
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	2	0,1
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	2	0,1
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	1	0,1
<i>Histoipa torpida</i>	(h)w	MWA	1	0,1
<i>Meioneta affinis</i>	(h)	OHA	1	0,1
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	1	0,1
<i>Oedothorax retusus</i>	h	WIE	1	0,1
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	1	0,1
<i>Pardosa nigriceps</i>	x	STR	1	0,1
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	1	0,1
<i>Tenuiphantes menzei</i>	h(w)	WAL	1	0,1
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	1	0,1
Gesamtergebnis			1851	100,0

Tabelle 204: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Acker (ACK) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	952	58,4
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	206	12,6
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	121	7,4
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	57	3,5
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	40	2,5
<i>Trochosa ruficola</i>	eu	KUL	34	2,1
<i>Walckenaeria vigilax</i>	h	ACK	31	1,9
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	30	1,8
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	24	1,5
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	21	1,3
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	12	0,7
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	12	0,7
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	12	0,7
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	11	0,7
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA	10	0,6
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	8	0,5
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	7	0,4
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	6	0,4
<i>Tallusia experta</i>	h(w)	RUD	6	0,4
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	4	0,2
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	4	0,2
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	3	0,2
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	3	0,2
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	3	0,2
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	3	0,2
<i>Araeoncus humilis</i>	(x)	ACK	2	0,1
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	2	0,1
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(x)	WEI	1	0,1
<i>Erigonella hiemalis</i>	(h)	RUD	1	0,1
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Pelecopsis parallela</i>	(h)	OHA	1	0,1
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	1	0,1
Gesamtergebnis			1630	100,0

Tabelle 205: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Brache (BRA) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	190	31,1
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	91	14,9
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	56	9,2
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	40	6,6
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	38	6,2
<i>Cnephlocotes obscurus</i>	(h)	RUD	28	4,6
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	21	3,4
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	15	2,5
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	14	2,3
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	12	2
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	9	1,5
<i>Erigonella hiemalis</i>	(h)	RUD	9	1,5
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	8	1,3
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	8	1,3
<i>Bathypantes parvulus</i>	eu	RUD	7	1,1
<i>Tallusia experta</i>	h(w)	RUD	7	1,1
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	6	1
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	5	0,8
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	5	0,8
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	4	0,7
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	3	0,5
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	3	0,5
<i>Zelotes latreillei</i>	(x)	OTH	3	0,5
<i>Aulonia albimana</i>	x	OTH	2	0,3
<i>Piratula latitans</i>	h	ONH	2	0,3
<i>Tiso vagans</i>	(h)	WIE	2	0,3
<i>Zora spinimana</i>	eu	OHP	2	0,3
<i>Agyneta decora</i>	h	RUD	1	0,2
<i>Araneus quadratus</i>	(h)	KUL	1	0,2
<i>Centromerus incilium</i>	(h)(w)	VWA	1	0,2
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Microlinyphia pusilla</i>	(h)	OHA	1	0,2
<i>Mioxena blanda</i>	x	OHA	1	0,2
<i>Neottiura bimaculata</i>	(h)	OHA	1	0,2
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	1	0,2
<i>Piratula hygrophila</i>	h(w)	NWA	1	0,2
<i>Pisaura mirabilis</i>	(h)	OHA	1	0,2
<i>Pocadicnemis juncea</i>	h	OHA	1	0,2
<i>Pocadicnemis pumila</i>	(h)(w)	WAL	1	0,2
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA	1	0,2
<i>Porrhomma oblitum</i>	h	VUF	1	0,2
<i>Tapinocyba insecta</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Tapinocyba praecox</i>	x	BRA	1	0,2
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Walckenaeria antica</i>	(x)(w)	VWA	1	0,2
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	1	0,2
Gesamtergebnis			610	100,0

Tabelle 206: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Gehölzinsel (GEI) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Diplocephalus picipus</i>	(h)w	FWA	142	50,7
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	46	16,4
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	22	7,9
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	9	3,2
<i>Ozyptila praticola</i>	(x)w	FWA	9	3,2
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	6	2,1
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	5	1,8
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	3	1,1
<i>Tapinocyba insecta</i>	(h)w	FWA	3	1,1
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	FWA	3	1,1
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	2	0,7
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	2	0,7
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	2	0,7
<i>Monocephalus fuscipes</i>	(h)w	MWA	2	0,7
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	2	0,7
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	2	0,7
<i>Xysticus lanio</i>	(h)w	FWA	2	0,7
<i>Agroeca proxima</i>	x	OTH	1	0,4
<i>Agyneta decora</i>	h	RUD	1	0,4
<i>Clubiona comta</i>	(x)w	SWA	1	0,4
<i>Clubiona terrestris</i>	(x)w	SWA	1	0,4
<i>Diplocephalus latifrons</i>	(h)w	FWA	1	0,4
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	1	0,4
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(x)w	FWA	1	0,4
<i>Histoipona torpida</i>	(h)w	MWA	1	0,4
<i>Maso sundevalli</i>	(h)w	FWA	1	0,4
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	1	0,4
<i>Micrargus herbigradus</i>	(x)w	WAL	1	0,4
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	1	0,4
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	1	0,4
<i>Tallusia experta</i>	h(w)	RUD	1	0,4
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(x)w	FWA	1	0,4
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	1	0,4
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(x)w	FWA	1	0,4
<i>Zelotes subterraneus</i>	(x)(w)	FWA	1	0,4
Gesamtergebnis			280	100,0

Tabelle 207: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU1 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	131	19,3
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	106	15,6
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	70	10,3
<i>Trochosa ruficollis</i>	eu	KUL	63	9,3
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	60	8,8
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	44	6,5
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	35	5,1
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	21	3,1
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	19	2,8
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	17	2,5
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	16	2,4
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	10	1,5
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	10	1,5
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	8	1,2
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	7	1
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	7	1
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WIE	5	0,7
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	5	0,7
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	5	0,7
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	5	0,7
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	5	0,7
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	5	0,7
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA	4	0,6
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	4	0,6
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	3	0,4
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	3	0,4
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	2	0,3
<i>Hahnina nava</i>	(x)(w)	OHP	1	0,1
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	1	0,1
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	1	0,1
<i>Micaria pulicaria</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Pisaura mirabilis</i>	(h)	OHA	1	0,1
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	1	0,1
<i>Tallusia experta</i>	h(w)	RUD	1	0,1
<i>Trochosa spinipalpis</i>	h	NWI	1	0,1
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	1	0,1
Gesamtergebnis			680	100,0

Tabelle 208: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU2 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	101	20,4
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	94	19
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	65	13,2
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	44	8,9
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	27	5,5
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	24	4,9
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	14	2,8
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	10	2
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	9	1,8
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	9	1,8
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	9	1,8
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	7	1,4
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	6	1,2
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	6	1,2
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	6	1,2
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	5	1
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	5	1
<i>Porrhomma errans</i>	(h)(w)	VWA	5	1
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	5	1
<i>Bathyphantes gracilis</i>	(x)	ACK	4	0,8
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	4	0,8
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	4	0,8
<i>Bathyphantes parvulus</i>	eu	RUD	3	0,6
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	3	0,6
<i>Porrhomma oblitum</i>	h	VUF	3	0,6
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	3	0,6
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	2	0,4
<i>Piratula latitans</i>	h	ONH	2	0,4
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	2	0,4
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	2	0,4
<i>Allomengea vidua</i>	h	NWI	1	0,2
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Episinus angulatus</i>	(h)(w)	WAL	1	0,2
<i>Floronia bucculenta</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Hahnina nava</i>	(x)(w)	OHP	1	0,2
<i>Oedothorax retusus</i>	h	WEI	1	0,2
<i>Phrurolithus festivus</i>	(x)	OTH	1	0,2
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(x)(w)	VWA	1	0,2
<i>Tiso vagans</i>	(h)	WEI	1	0,2
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	1	0,2
Gesamtergebnis			494	100,0

Tabelle 209: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU3 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	88	17,7
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	83	16,7
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	67	13,5
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	40	8
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	37	7,4
<i>Trochosa ruficola</i>	eu	KUL	31	6,2
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	26	5,2
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	18	3,6
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	17	3,4
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	16	3,2
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	14	2,8
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	8	1,6
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	8	1,6
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	5	1
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	5	1
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	4	0,8
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	4	0,8
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	3	0,6
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	2	0,4
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	(h)	RUD	2	0,4
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	2	0,4
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	2	0,4
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	2	0,4
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	2	0,4
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	1	0,2
<i>Floronia bucculenta</i>	(h)w	FWA	1	0,2
<i>Mangora acalypha</i>	eu	OHP	1	0,2
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	1	0,2
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	1	0,2
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	1	0,2
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(x)	ACK	1	0,2
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	1	0,2
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	h(w)	ONH	1	0,2
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	1	0,2
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	1	0,2
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	1	0,2
Gesamtergebnis			498	100,0

Tabelle 210: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Agrarholzfläche KU4 (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	187	24,2
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	166	21,5
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	137	17,7
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	61	7,9
<i>Trochosa ruficola</i>	eu	KUL	43	5,6
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	38	4,9
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	25	3,2
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	18	2,3
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	14	1,8
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	11	1,4
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	10	1,3
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	9	1,2
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	8	1
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WIE	6	0,8
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	6	0,8
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	4	0,5
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	3	0,4
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	3	0,4
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	3	0,4
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	2	0,3
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	2	0,3
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	2	0,3
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	2	0,3
<i>Bathypantes parvulus</i>	eu	RUD	1	0,1
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	eu	OHA	1	0,1
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	1	0,1
<i>Clubiona terrestris</i>	(x)w	SWA	1	0,1
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	1	0,1
<i>Linyphia triangularis</i>	(x)(w)	OHP	1	0,1
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Oedothorax retusus</i>	h	WIE	1	0,1
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(h)w	FWA	1	0,1
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	1	0,1
<i>Troxochrus scabriculus</i>	x	STR	1	0,1
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	1	0,1
Gesamtergebnis			772	100,0

Tabelle 211: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Vorgewende (KUV) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	661	38,2
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	333	19,3
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	228	13,2
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	137	7,9
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	83	4,8
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	61	3,5
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	52	3
<i>Pachygnatha clercki</i>	h	OHA	38	2,2
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	31	1,8
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	23	1,3
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WEI	22	1,3
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	10	0,6
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	10	0,6
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	6	0,3
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	4	0,2
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	3	0,2
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	3	0,2
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	3	0,2
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	2	0,1
<i>Clubiona reclusa</i>	(x)	RUD	2	0,1
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	2	0,1
<i>Oedothorax fuscus</i>	(h)	NWI	2	0,1
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	2	0,1
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	2	0,1
<i>Diplostyla concolor</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	1	0,1
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(x)	WEI	1	0,1
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	1	0,1
<i>Oedothorax retusus</i>	h	WEI	1	0,1
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Pirata uliginosus</i>	h	RUD	1	0,1
<i>Porrothomma errans</i>	(h)(w)	VWA	1	0,1
<i>Tiso vagans</i>	(h)	WEI	1	0,1
Gesamtergebnis			1729	100,0

Tabelle 212: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunktorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen im Wald (WAL) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Diplocephalus picinus</i>	(h)w	FWA	76	29,7
<i>Microneta viaria</i>	(h)w	FWA	51	19,9
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(h)w	FWA	32	12,5
<i>Inermocoelotes inermis</i>	(h)w	MWA	12	4,7
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(x)w	FWA	12	4,7
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	11	4,3
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	11	4,3
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	7	2,7
<i>Pardosa saltans</i>	(h)(w)	VWA	6	2,3
<i>Clubiona terrestris</i>	(x)w	SWA	4	1,6
<i>Tapinocyba insecta</i>	(h)w	FWA	4	1,6
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(x)w	FWA	3	1,2
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(h)w	FWA	3	1,2
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	h(w)	FWA	2	0,8
<i>Hahnina helveola</i>	(h)w	FWA	2	0,8
<i>Histoipona torpida</i>	(h)w	MWA	2	0,8
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(h)w	FWA	2	0,8
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	2	0,8
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(x)w	FWA	2	0,8
<i>Centromerus dilutus</i>	(h)w	FWA	1	0,4
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	1	0,4
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	1	0,4
<i>Nerienne clathrata</i>	(h)(w)	VWA	1	0,4
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	1	0,4
<i>Pardosa lugubris</i>	(h)(w)	VWA	1	0,4
<i>Pardosa lugubris s.l.</i>	(h)(w)	VWA	1	0,4
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	1	0,4
<i>Robertus lividus</i>	(x)w	FWA	1	0,4
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	1	0,4
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(h)w	FWA	1	0,4
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	1	0,4
Gesamtergebnis			256	100,0

Tabelle 213: Liste der im Jahr 2012 erfassten Webspinnen, mit Angaben zum ökologischen Typ, Schwerpunkt-vorkommen (SP), absoluten und prozentualen Individuenzahlen in der Wiese (WIE) (Allendorf).

Art	Ökotyp	SP	Individuen	Ind.-Anteil [%]
<i>Pardosa palustris</i>	eu	KUL	1499	58,6
<i>Pachygnatha degeeri</i>	eu	OHA	303	11,8
<i>Alopecosa cuneata</i>	(x)	WEI	218	8,5
<i>Erigone atra</i>	(h)	ACK	129	5
<i>Erigone dentipalpis</i>	(x)	ACK	113	4,4
<i>Pardosa pullata</i>	(h)	OHA	68	2,7
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(x)	OHA	40	1,6
<i>Trochosa terricola</i>	(h)	RUD	35	1,4
<i>Trochosa ruricola</i>	eu	KUL	21	0,8
<i>Xysticus cristatus</i>	(x)	KUL	18	0,7
<i>Collinsia inerrans</i>	(h)	ACK	14	0,5
<i>Tiso vagans</i>	(h)	WEI	12	0,5
<i>Xysticus kochi</i>	(x)	OHA	12	0,5
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(x)	KUL	11	0,4
<i>Centromerita bicolor</i>	(x)(w)	VWA	10	0,4
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(x)	WEI	10	0,4
<i>Mermessus trilobatus</i>	eu	OHP	6	0,2
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	eu	RUD	5	0,2
<i>Oedothorax apicatus</i>	(x)	ACK	5	0,2
<i>Drassyllus pusillus</i>	(x)(w)	OHA	4	0,2
<i>Meioneta rurestris</i>	(x)	ACK	3	0,1
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(h)(w)	VWA	2	0,1
<i>Coelotes terrestris</i>	(h)w	FWA	2	0,1
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(h)(w)	RUD	2	0,1
<i>Pardosa amentata</i>	h(w)	VWA	2	0,1
<i>Bathypantes gracilis</i>	(x)	ACK	1	0,04
<i>Ceratinella brevis</i>	(h)w	FWA	1	0,04
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	(h)	RUD	1	0,04
<i>Haplodrassus signifer</i>	x	OTH	1	0,04
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(x)w	FWA	1	0,04
<i>Micrargus herbigradus</i>	(x)w	WAL	1	0,04
<i>Microlinyphia pusilla</i>	(h)	OHA	1	0,04
<i>Neottiura bimaculata</i>	(h)	OHA	1	0,04
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(h)w	FWA	1	0,04
<i>Pardosa agrestis</i>	(x)	ACK	1	0,04
<i>Pocadicnemis juncea</i>	h	OHA	1	0,04
<i>Robertus neglectus</i>	(h)w	KUL	1	0,04
<i>Walckenaeria vigilax</i>	h	ACK	1	0,04
<i>Xysticus ulmi</i>	(h)	OHA	1	0,04
Gesamtergebnis			2558	100,0

Tabelle 214: Liste der am Standort Allendorf/Haine mit Boden- und Richtungsfallen nachgewiesenen Laufkäferarten sowie der verwendeten Abkürzungen.

Art	Kürzel
<i>Abax ovalis</i>	Aba oval
<i>Abax parallelepipedus</i>	Aba para
<i>Acupalpus meridianus</i>	Acu meri
<i>Agonum fuliginosum</i>	Ago fuli
<i>Agonum muelleri</i>	Ago muel
<i>Agonum sexpunctatum</i>	Ago sexp
<i>Amara aenea</i>	Ama aene
<i>Amara apricaria</i>	Ama apri
<i>Amara aulica</i>	Ama auli
<i>Amara bifrons</i>	Ama bifr
<i>Amara communis</i>	Ama comm
<i>Amara consularis</i>	Ama cons
<i>Amara convexior</i>	Ama conv
<i>Amara curta</i>	Ama curt
<i>Amara eurynota</i>	Ama eury
<i>Amara familiaris</i>	Ama fami
<i>Amara fulva</i>	Ama fulv
<i>Amara lunicollis</i>	Ama luni
<i>Amara ovata</i>	Ama ovat
<i>Amara plebeja</i>	Ama pleb
<i>Amara similata</i>	Ama simi
<i>Anchomenus dorsalis</i>	Anc dors
<i>Anisodactylus binotatus</i>	Ani bino
<i>Asaphidion flavipes</i>	Asa flav
<i>Asaphidion pallipes</i>	Asa pall
<i>Badister bullatus</i>	Bad bull
<i>Badister lacertosus</i>	Bad lace
<i>Bembidion lampros</i>	Bem lamp
<i>Bembidion obtusum</i>	Bem obtu
<i>Bembidion properans</i>	Bem prop
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	Bem quad
<i>Bembidion tetracolum</i>	Bem tetr
<i>Brachinus crepitans</i>	Bra crep
<i>Brachinus explodens</i>	Bra expl
<i>Bradycellus csikii</i>	Bra harp
<i>Calathus ambiguus</i>	Cal ambi
<i>Calathus fuscipes</i>	Cal fusc
<i>Calathus melanocephalus</i>	Cal mela
<i>Calathus rotundicollis</i>	Cal rotu
<i>Calosoma inquisitor</i>	Cal inqu
<i>Carabus auratus</i>	Car aura
<i>Carabus auronitens</i>	Car auro

Art	Kürzel
<i>Carabus cancellatus cancellatus</i>	Car canc
<i>Carabus granulatus</i>	Car gran
<i>Carabus nemoralis</i>	Car nemo
<i>Carabus problematicus</i>	Car prob
<i>Carabus violaceus purpurascens</i>	Car vpur
<i>Chlaenius nigricornis</i>	Chl nigr
<i>Cicindela campestris</i>	Cic camp
<i>Clivina collaris</i>	Cli coll
<i>Clivina fossor</i>	Cli foss
<i>Cychrus caraboides</i>	Cyc cara
<i>Demetrias atricapillus</i>	Dem atri
<i>Diachromus germanus</i>	Dia germ
<i>Harpalus affinis</i>	Har affi
<i>Harpalus atratus</i>	Har atra
<i>Harpalus distinguendus</i>	Har dist
<i>Harpalus latus</i>	Har latu
<i>Harpalus luteicornis</i>	Har lute
<i>Harpalus rubripes</i>	Har rubr
<i>Harpalus rufipes</i>	Har rufi
<i>Harpalus signaticornis</i>	Har sign
<i>Harpalus smaragdinus</i>	Har smar
<i>Harpalus solitaris</i>	Har soli
<i>Harpalus tardus</i>	Har tard
<i>Leistus ferrugineus</i>	Lei ferr
<i>Leistus rufomarginatus</i>	Lei rufo
<i>Loricera pilicornis</i>	Lor pili
<i>Microlestes minutulus</i>	Mic minu
<i>Nebria brevicollis</i>	Neb brev
<i>Notiophilus aquaticus</i>	Not aqua
<i>Notiophilus biguttatus</i>	Not bigu
<i>Notiophilus palustris</i>	Not palu
<i>Olisthopus rotundatus</i>	Oli rotu
<i>Ophonus ardosiacus</i>	Oph ardo
<i>Ophonus rufibarbis</i>	Oph punc
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	Oxy obsc
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	Pan bipu
<i>Platynus assimilis</i>	Pla assi
<i>Poecilus cupreus</i>	Poe cupr
<i>Poecilus versicolor</i>	Poe vers
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	Pte burm

Art	Kürzel
<i>Pterostichus diligens</i>	Pte dili
<i>Pterostichus melanarius</i>	Pte mela
<i>Pterostichus niger</i>	Pte nige
<i>Pterostichus nigrita</i>	Pte nigr
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	Pte oblo
<i>Pterostichus strenuus</i>	Pte stre
<i>Pterostichus vernalis</i>	Pte vern
<i>Stomis pumicatus</i>	Sto pumi
<i>Synuchus vivalis</i>	Syn viva
<i>Trechus obtusus</i>	Tre obtu
<i>Trechus quadristriatus</i>	Tre quad
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	Tri laev
<i>Trichotichnus nitens</i>	Tri nite

Tabelle 215: Liste der am Standort Allendorf/Haine mit Boden- und Richtungsfallen nachgewiesenen Spinnentierarten sowie der verwendeten Abkürzungen.

Art	Kürzel
<i>Agroeca proxima</i>	Agr prox
<i>Agyneta decora</i>	Agy deco
<i>Allomengea vidua</i>	All vidu
<i>Alopecosa cuneata</i>	Alo cune
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	Alo pulv
<i>Alopecosa taeniata</i>	Alo taen
<i>Amaurobius fenestralis</i>	Ama fene
<i>Anyphaena accentuata</i>	Any acce
<i>Araeoncus humilis</i>	Ara humi
<i>Araneus quadratus</i>	Ara quad
<i>Arctosa leopardus</i>	Arc leop
<i>Asthenargus paganus</i>	Ast paga
<i>Aulonia albimana</i>	Aul albi
<i>Bathypantes gracilis</i>	Bat grac
<i>Bathypantes parvulus</i>	Bat parv
<i>Centromerita bicolor</i>	Cen bico
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	Cen brev
<i>Centromerus dilutus</i>	Cen dilu
<i>Centromerus incilium</i>	Cen inci
<i>Centromerus pabulator</i>	Cen pabu
<i>Centromerus sylvaticus</i>	Cen sylv
<i>Ceratinella brevis</i>	Cer brev
<i>Cheiracanthium erraticum</i>	Che erra
<i>Cicurina cicur</i>	Cic cicu
<i>Clubiona compta</i>	Clu comt
<i>Clubiona diversa</i>	Clu dive
<i>Clubiona lutescens</i>	Clu lute
<i>Clubiona neglecta</i>	Clu negl
<i>Clubiona pallidula</i>	Clu pall
<i>Clubiona reclusa</i>	Clu recl
<i>Clubiona terrestris</i>	Clu terr
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	Cne obsc
<i>Coelotes terrestris</i>	Coe terr
<i>Collinsia inerrans</i>	Col iner
<i>Diaea dorsata</i>	Dia dors
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	Dic brev
<i>Diplocephalus cristatus</i>	Dip cris
<i>Diplocephalus latifrons</i>	Dip lati
<i>Diplocephalus picinus</i>	Dip pici
<i>Diplostyla concolor</i>	Dip conc
<i>Drassodes cupreus</i>	Dra cupr
<i>Drassodes lapidosus</i>	Dra lapi

Art	Kürzel
<i>Drassyllus lutetianus</i>	Drs lute
<i>Drassyllus pusillus</i>	Drs pusi
<i>Enoplognatha ovata</i>	Eno ovat
<i>Enoplognatha thoracica</i>	Eno thor
<i>Episinus angulatus</i>	Epi angu
<i>Erigone atra</i>	Eri atra
<i>Erigone dentipalpis</i>	Eri dent
<i>Erigonella hiemalis</i>	Eri hiem
<i>Euophrys frontalis</i>	Euo fron
<i>Evarcha arcuata</i>	Eva arcu
<i>Evarcha falcata</i>	Eva falc
<i>Floronia bucculenta</i>	Flo bucc
<i>Gonatium hilare</i>	Gon hila
<i>Gongylidiellum latebricola</i>	Gon late
<i>Hahnia helveola</i>	Hah helv
<i>Hahnia nava</i>	Hah nava
<i>Hahnia pusilla</i>	Hah pusi
<i>Haplodrassus signifer</i>	Hap sign
<i>Haplodrassus silvestris</i>	Hap silv
<i>Histocona torpida</i>	His torp
<i>Inermocoelotes inermis</i>	Eur iner
<i>Labulla thoracica</i>	Lab thor
<i>Lacinius dentiger</i>	Lac dent
<i>Lacinius ephippiatus</i>	Lac ephi
<i>Leptorhoptrum robustum</i>	Lep robu
<i>Linyphia triangularis</i>	Lin tria
<i>Malthonica picta</i>	Mal pict
<i>Mangora acalypha</i>	Man acal
<i>Maso sundevalli</i>	Mas sund
<i>Meioneta affinis</i>	Mei affi
<i>Meioneta rurestris</i>	Mei rure
<i>Mermessus trilobatus</i>	Mer tril
<i>Micaria pulicaria</i>	Mic puli
<i>Micrargus herbigradus</i>	Mic herb
<i>Microlinyphia pusilla</i>	Mic pusi
<i>Microneta viaria</i>	Mic viar
<i>Mioxena blanda</i>	Mio blan
<i>Monocephalus fuscipes</i>	Mon fusc
<i>Nemastoma lugubre</i>	Nem lugu
<i>Neottiura bimaculata</i>	Neo bima
<i>Neriere clathrata</i>	Ner clat
<i>Oedothorax apicatus</i>	Oed apic
<i>Oedothorax fuscus</i>	Oed fusc
<i>Oedothorax retusus</i>	Oed retu

Art	Kürzel
<i>Oligolophus tridens</i>	Oli trid
<i>Ostearius melanopygius</i>	Ost mela
<i>Ozyptila praticola</i>	Ozy prat
<i>Pachygnatha clercki</i>	Pac cler
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Pac dege
<i>Pachygnatha listeri</i>	Pac list
<i>Palliduphantes ericaeus</i>	Pal eric
<i>Palliduphantes pallidus</i>	Pal pall
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>	Par agre
<i>Pardosa amentata</i>	Par amen
<i>Pardosa lugubris</i>	Par lugu
<i>Pardosa nigriceps</i>	Par nigr
<i>Pardosa palustris</i>	Par palu
<i>Pardosa pullata</i>	Par pull
<i>Pardosa saltans</i>	Par salt
<i>Pelecopsis parallela</i>	Pel para
<i>Phalangium opilio</i>	Pha opil
<i>Phrurolithus festivus</i>	Phr fest
<i>Phrurolithus minimus</i>	Phr mini
<i>Pirata latitans</i>	Pir lati
<i>Pirata uliginosus</i>	Pir ulig
<i>Piratula hygrophila</i>	Pir hydr
<i>Piratula latitans</i>	Pir lati
<i>Pisaura mirabilis</i>	Pis mira
<i>Pocadicnemis juncea</i>	Poc junc
<i>Pocadicnemis pumila</i>	Poc pumi
<i>Porrhomma errans</i>	Por erra
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	Por micr
<i>Porrhomma oblitum</i>	Por obli
<i>Rilaena triangularis</i>	Ril tria
<i>Robertus arundineti</i>	Rob arun
<i>Robertus lividus</i>	Rob livi
<i>Robertus neglectus</i>	Rob negl
<i>Segestria senoculata</i>	Seg seno
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	Ste line
<i>Styloctetor stativus</i>	Sty stat
<i>Talavera aequipes</i>	Tal aequ
<i>Tallusia experta</i>	Tal expe
<i>Tapinocyba insecta</i>	Tap inse
<i>Tapinocyba praecox</i>	Tap prae
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	Ten flav
<i>Tenuiphantes menzei</i>	Ten meng

Art	Kürzel
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	Ten tene
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	Ten tenu
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	Ten zimm
<i>Thyreosthenius biovatus</i>	Thy biov
<i>Tiso vagans</i>	Tis vaga
<i>Trochosa ruricola</i>	Tro ruri
<i>Trochosa spinipalpis</i>	Tro spin
<i>Trochosa terricola</i>	Tro terr
<i>Troxochrus scabriculus</i>	Tro scab
<i>Walckenaeria acuminata</i>	Wal acum
<i>Walckenaeria antica</i>	Wal anti
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	Wal atro
<i>Walckenaeria corniculans</i>	Wal corn
<i>Walckenaeria cucullata</i>	Wal cucu
<i>Walckenaeria cuspidata</i>	Wal cusp
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	Wal dysd
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	Wal nudi
<i>Walckenaeria obtusa</i>	Wal obtu
<i>Walckenaeria unicornis</i>	Wal unic
<i>Walckenaeria vigilax</i>	Wal vigi
<i>Xysticus audax</i>	Xys auda
<i>Xysticus bifasciatus</i>	Xys bifa
<i>Xysticus cristatus</i>	Xys cris
<i>Xysticus erraticus</i>	Xys erra
<i>Xysticus kochi</i>	Xys koch
<i>Xysticus lanio</i>	Xys lani
<i>Xysticus ulmi</i>	Xys ulmi
<i>Zelotes clivicola</i>	Zel cliv
<i>Zelotes latreillei</i>	Zel latr
<i>Zelotes longipes</i>	Zel long
<i>Zelotes subterraneus</i>	Zel subt
<i>Zora silvestris</i>	Zor silv
<i>Zora spinimana</i>	Zor spin

Tabelle 216: Liste der am Standort Scheyern mit Bodenfallen nachgewiesenen Laufkäferarten sowie der verwendeten Abkürzungen.

Art	Kürzel
<i>Abax parallelepipedus</i>	Aba para
<i>Abax parallelus</i>	Aba pars
<i>Acupalpus meridianus</i>	Acu meri
<i>Agonum muelleri</i>	Ago muel
<i>Agonum sexpunctatum</i>	Ago sexp
<i>Amara aenea</i>	Ama aene
<i>Amara aulica</i>	Ama auli
<i>Amara convexior</i>	Ama conv
<i>Amara eurynota</i>	Ama eury
<i>Amara familiaris</i>	Ama fami
<i>Amara lunicollis</i>	Ama luni
<i>Amara ovata</i>	Ama ovat
<i>Amara plebeja</i>	Ama pleb
<i>Amara similata</i>	Ama simi
<i>Anchomenus dorsalis</i>	Anc dors
<i>Anisodactylus binotatus</i>	Ani bino
<i>Anisodactylus signatus</i>	Ani sign
<i>Asaphidion flavipes</i>	Asa flav
<i>Asaphidion pallipes</i>	Asa pall
<i>Badister bullatus</i>	Bad bull
<i>Badister sodalis</i>	Bad soda
<i>Bembidion guttula</i>	Bem gutt
<i>Bembidion lampros</i>	Bem lamp
<i>Bembidion lunulatum</i>	Bem lunu
<i>Bembidion obtusum</i>	Bem obtu
<i>Bembidion properans</i>	Bem prop
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	Bem quad
<i>Calathus fuscipes</i>	Cal fusc
<i>Carabus cancellatus cancellatus</i>	Car canc
<i>Carabus coriaceus</i>	Car cori
<i>Carabus glabratus</i>	Car glab
<i>Carabus granulatus</i>	Car gran
<i>Carabus hortensis</i>	Car hort
<i>Carabus nemoralis</i>	Car nemo
<i>Carabus problematicus</i>	Car prob
<i>Carabus ulrichii ulrichii</i>	Car ulri
<i>Carabus violaceus purpurascens</i>	Car purp
<i>Clivina collaris</i>	Cli coll
<i>Clivina fossor</i>	Cli foss
<i>Harpalus affinis</i>	Har affi

Art	Kürzel
<i>Harpalus distinguendus</i>	Har dist
<i>Harpalus laevipes</i>	Har laev
<i>Harpalus latus</i>	Har latu
<i>Harpalus luteicornis</i>	Har lute
<i>Harpalus rubripes</i>	Gar rubr
<i>Harpalus rufipes</i>	Har rufi
<i>Harpalus signaticornis</i>	Har sign
<i>Harpalus smaragdinus</i>	Har smar
<i>Leistus ferrugineus</i>	Lei ferr
<i>Loricera pilicornis</i>	Lor pili
<i>Nebria brevicollis</i>	Neb brev
<i>Notiophilus aquaticus</i>	Not aqua
<i>Notiophilus biguttatus</i>	Not bigu
<i>Notiophilus palustris</i>	Not palu
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	Pan crux
<i>Platynus assimilis</i>	Pla assi
<i>Poecilus cupreus</i>	Poe cupr
<i>Poecilus versicolor</i>	Poe vers
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	Pte burm
<i>Pterostichus melanarius</i>	Pte mela
<i>Pterostichus niger</i>	Pte nige
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	Pte oblo
<i>Pterostichus ovoideus</i>	Pte ovoi
<i>Pterostichus strenuus</i>	Pte stre
<i>Pterostichus vernalis</i>	Pte vern
<i>Stomis pumicatus</i>	Sto pumi
<i>Synuchus vivalis</i>	Syn viva
<i>Trechus obtusus</i>	Tre obtu
<i>Trechus quadristriatus</i>	Tre quad
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	Tri laev

Tabelle 217: Liste der am Standort Scheyern mit Bodenfallen nachgewiesenen Spinnentierarten sowie der verwendeten Abkürzungen.

Art	Kürzel
<i>Abacoproeces saltuum</i>	Aba salt
<i>Agroeca brunnea</i>	Agr brun
<i>Alopecosa accentuata</i>	Alo acce
<i>Alopecosa cuneata</i>	Alo cune
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	Alo pulv
<i>Alopecosa taeniata</i>	Alo taen
<i>Amaurobius fenestralis</i>	Ama fene
<i>Antistea elegans</i>	Ant eleg
<i>Araeoncus humilis</i>	Ara humi
<i>Araneus diadematus</i>	Ara diad
<i>Arctosa leopardus</i>	Arc leop
<i>Asthenargus paganus</i>	Ast paga
<i>Aulonia albimana</i>	Aul albi
<i>Bathypantes gracilis</i>	Bat grac
<i>Bathypantes parvulus</i>	Bat parv
<i>Callobius claustrarius</i>	Cal clau
<i>Centromerita bicolor</i>	Cen bico
<i>Centromerus leruthi</i>	Cen leru
<i>Centromerus prudens</i>	Cen prud
<i>Centromerus sylvaticus</i>	Cen sylv
<i>Ceratinella brevipes</i>	Cer brep
<i>Ceratinella brevis</i>	Cer brev
<i>Cercidia prominens</i>	Cer prom
<i>Cicurina cicur</i>	Cic cicu
<i>Clubiona neglecta</i>	Clu negl
<i>Clubiona terrestris</i>	Clu terr
<i>Cnephalocotes obscurus</i>	Cne obsc
<i>Coelotes terrestris</i>	Coe terr
<i>Collinsia inerrans</i>	Col iner
<i>Cryptachaea riparia</i>	Cry ripa
<i>Dendryphantes rudis</i>	Den rudi
<i>Diaea dorsata</i>	Dia dors
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	Dic brev
<i>Diplocephalus cristatus</i>	Dip cris
<i>Diplocephalus latifrons</i>	Dip lati
<i>Diplocephalus picinus</i>	Dip pici
<i>Diplostyla concolor</i>	Dip conc
<i>Drassodes pubescens</i>	Dra pube
<i>Drassyllus lutetianus</i>	Drs lute
<i>Drassyllus pusillus</i>	Drs pusi
<i>Enoplognatha ovata</i>	Eno ovat
<i>Enoplognatha thoracica</i>	Eno thor

Art	Kürzel
<i>Entelecara erythropus</i>	Ent eryt
<i>Episinus truncatus</i>	Epi trun
<i>Erigone atra</i>	Eri atra
<i>Erigone dentipalpis</i>	Eri dent
<i>Erigonella hiemalis</i>	Eri hiem
<i>Euophrys frontalis</i>	Euo fron
<i>Floronia bucculenta</i>	Flo bucc
<i>Gonatium rubellum</i>	Gon rubl
<i>Gongylidiellum latebricola</i>	Gon late
<i>Hahnia nava</i>	Hah nava
<i>Hahnia pusilla</i>	Hah pusi
<i>Harpactea lepida</i>	Har lepi
<i>Hilaira excisa</i>	Hil exci
<i>Histocona torpida</i>	His torp
<i>Hypsosinga pygmaea</i>	Hyp pygm
<i>Lacinius dentiger</i>	Lac dent
<i>Lacinius ephippiatus</i>	Lac ephi
<i>Lathys humilis</i>	Lat humi
<i>Leptorhoptrum robustum</i>	Lep robu
<i>Linyphia hortensis</i>	Lin hort
<i>Linyphia triangularis</i>	Lin tria
<i>Lophopilio palpinalis</i>	Lop palp
<i>Mangora acalypha</i>	Man acal
<i>Maso sundevalli</i>	Mas sund
<i>Meioneta rurestris</i>	Mei rure
<i>Meioneta saxatilis</i>	Mei saxa
<i>Mermessus trilobatus</i>	Mer tril
<i>Metellina segmentata</i>	Met segm
<i>Micrargus herbigradus</i>	Mic herb
<i>Microlinyphia pusilla</i>	Mic pusi
<i>Microneta viaria</i>	Mic viar
<i>Minyriolus pusillus</i>	Min pusi
<i>Mitopus morio</i>	Mit mori
<i>Monocephalus fuscipes</i>	Mon fusc
<i>Nemastoma dentigerum</i>	Nem dent
<i>Nemastoma lugubre</i>	Nem lugu
<i>Neottiura bimaculata</i>	Neo bima
<i>Neriere clathrata</i>	Ner clat
<i>Oedothorax apicatus</i>	Oed apic
<i>Oedothorax fuscus</i>	Oed fusc
<i>Oedothorax gibbosus</i>	Oed gibb
<i>Oedothorax retusus</i>	Oed retu
<i>Oligolophus tridens</i>	Oli trid
<i>Opilio canestrinii</i>	Opi cane

Art	Kürzel
<i>Ozyptila praticola</i>	Ozy prat
<i>Ozyptila trux</i>	Ozy trux
<i>Pachygnatha clercki</i>	Pac cler
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Pac dege
<i>Pachygnatha listeri</i>	Pac list
<i>Palliduphantes pallidus</i>	Pal pall
<i>Panamomops sulcifrons</i>	Pan sulc
<i>Paranemastoma quadripunctatum</i>	Par quad
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>	Par agre
<i>Pardosa amentata</i>	Par amen
<i>Pardosa lugubris</i>	Par lugu
<i>Pardosa monticola</i>	Par mont
<i>Pardosa palustris</i>	Par palu
<i>Pardosa prativaga</i>	Par prat
<i>Pardosa pullata</i>	Par pull
<i>Pardosa saltans</i>	Par salt
<i>Pelecopsis parallela</i>	Pel para
<i>Pelecopsis radicola</i>	Pel radi
<i>Phalangium opilio</i>	Pha opil
<i>Phlegra fasciata</i>	Phl fasc
<i>Phrurolithus festivus</i>	Phr fest
<i>Phylloneta impressa</i>	Phy impr
<i>Pirata uliginosus</i>	Pir ulig
<i>Pisaura mirabilis</i>	Pis mira
<i>Platybunus bucephalus</i>	Pla buce
<i>Platybunus pinetorum</i>	Pla pine
<i>Pocadicnemis carpatica</i>	Poc carp
<i>Pocadicnemis juncea</i>	Poc junc
<i>Porrhomma errans</i>	Por erra
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	Por micr
<i>Porrhomma oblitum</i>	Por obli
<i>Porrhomma pygmaeum</i>	Por pygm
<i>Pseudocarorita thaleri</i>	Pse thal
<i>Rilaena triangularis</i>	Ril tria
<i>Robertus arundineti</i>	Rob arun
<i>Robertus lividus</i>	Rob livi
<i>Saaristoa abnormis</i>	Saa abno
<i>Segestria senoculata</i>	Seg seno
<i>Sibianor aurocinctus</i>	Sib auro
<i>Styloctetor stativus</i>	Sty stat
<i>Tapinocyba insecta</i>	Tap inse
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	Ten flav
<i>Tenuiphantes mengei</i>	Ten meng
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	Ten tene

Art	Kürzel
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	Ten tenu
<i>Tetragnatha extensa</i>	Tet exte
<i>Tetragnatha nigrita</i>	Tet nigr
<i>Tiso vagans</i>	Tis vaga
<i>Trochosa ruricola</i>	Tro ruri
<i>Trochosa terricola</i>	Tro terr
<i>Trogulus tricarinatus</i>	Tro tric
<i>Walckenaeria acuminata</i>	Wal acum
<i>Walckenaeria alticeps</i>	Wal alti
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	Wal atro
<i>Walckenaeria cucullata</i>	Wal cucu
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	Wal nudi
<i>Walckenaeria obtusa</i>	Wal obtu
<i>Walckenaeria vigilax</i>	Wal vigi
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	Xer nemo
<i>Xysticus acerbus</i>	Xys acer
<i>Xysticus audax</i>	Xys auda
<i>Xysticus bifasciatus</i>	Xys bifa
<i>Xysticus cristatus</i>	Xys cris
<i>Xysticus kochi</i>	Xys koch
<i>Xysticus ulmi</i>	Xys ulmi
<i>Zelotes clivicola</i>	Zel cliv
<i>Zelotes latreillei</i>	Zel latr
<i>Zelotes longipes</i>	Zel long
<i>Zora spinimana</i>	Zor spin

Tabelle 218: Erklärung der Abkürzungen für Tabelle 113 und Tabelle 124 (Laufkäfer) sowie für die Gesamtartenliste der Tiergruppe im Projekt.

Laufkäfer		
Kürzel	Definition	Erläuterungen
	Waldbindung	Waldbindung – angelehnt an Schmidt et al. (2011)
wg	im Wald mit Schwerpunkt im geschlossenen Wald	
wl	im Wald mit Schwerpunkt im lichten Wald	
w	im Wald ohne Schwerpunkt	
w+	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Wald	
ow	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt	
o+	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Offenland	
O	im Offenland und sonstigen Lebensräumen	hier sind alle Nicht-Waldlebensräume subsummiert, also auch synanthrope Lebensräume, Höhlen, Ufer etc.
	Lebensraumkategorie	Zusammenfassung aus Gac (2009) verändert und ergänzt durch eigene Daten
mW	montan geprägte Wälder	
W	Waldart	
P	Pionierart	
U	Sumpf-, Uferart	
Kl	offene Kulturlandschaft	
KA	Kulturlandschaft mit Schwerpunkt Acker	
tO	trocken, offene Lebensräume	
tS	trockene Sandhabitate	
SW	Feucht-, Sumpfwald	
eu	eurytope Art	
WW	Vorwaldstadien	
sU	Sumpf-, Uferart	
	Habitatbindung	Lindroth (1986, 1987), Luka et al. 2009 Marggi 1992, verändert und ergänzt durch eigene Daten
1	enge ökologische Amplitude	
2	mäßige ökologische Amplitude	
3	mittlere ökologische Amplitude	
4	weitläufige ökologische Amplitude	
5	sehr weite ökologische Amplitude	
?	Keine Angaben	
	Feuchtigkeitsanspruch	Lindroth (1986, 1987), Luka et al. 2009 Marggi 1992, verändert und ergänzt durch eigene Daten
sfl	Art, die vorwiegend in nassen bis sehr nassen Lebensräumen vor-kommt	
fl	Art, die vorwiegend in feuchten Lebensräumen vorkommt	
frL	Art, die vorwiegend in frischen Lebensräumen vorkommt	
vfL	Art, die in Lebensräumen mit unterschiedlichen Feuchtig-keits-ver-hältnissen vorkommt, ten-denziell aber eher in mittelfeuchten bis feuchten Habitaten lebt	
mL	Art, die vorwiegend in mittelfeuchten Lebensräumen vorkommt	
vtL	Art, die in Lebensräumen mit unterschiedlichen Feuchtigkeitsver-hältnissen vorkommt, ten-denziell aber eher in mittelfeuchten bis trockenen Habitaten lebt	
mtL	Art, die vorwiegend in mäßig trockenen Lebensräumen vorkommt	
tL	Art, die vorwiegend in trockenen Lebensräumen vorkommt	
stL	Art, die vorwiegend in sehr trockenen Lebensräumen vorkommt	
wL	Art, die in Lebens-räumen mit unterschiedlichen Feuchtigkeitsverhältnissen vorkommt (euryöke Art).	
	RL DE	Rote Liste Deutschland (Schmidt et al. im Druck)
2	stark gefährdet	
3	Gefährdet	
V	Vorwarnstufe	

Tabelle 219: Erklärung der Abkürzungen für Tabelle 114 und Tabelle 125 Tabelle (Spinnen) sowie für die Gesamtartenliste der Tiergruppe im Projekt.

Spinnen		
Kürzel	Definition	Erläuterungen
	Waldbindung	Waldbindung – angelehnt an Schmidt et al. (2011)
wg	im Wald mit Schwerpunkt im geschlossenen Wald	
wl	im Wald mit Schwerpunkt im lichten Wald	
w	im Wald ohne Schwerpunkt	
w+	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Wald	
ow	im Wald und im Offenland ohne Schwerpunkt	
o+	im Wald und im Offenland mit Schwerpunkt im Offenland	
o	im Offenland und sonstigen Lebensräumen	hier sind alle Nicht-Waldlebensräume subsummiert, also auch synanthrope Lebensräume, Höhlen, etc.
	Bestand	Nachweishäufigkeit – Häufigkeitseinstufung auf Basis der Rasterfrequenzen der Arten in Deutschland nach Staudt (2013) (Blick et al. im Druck)
sh	sehr häufig	
h	häufig	
mh	mäßig häufig	
s	selten	
ss	sehr selten	
es	extrem selten	
	RL DE	Rote Liste Deutschland (Blick et al. im Druck)
2	stark gefährdet	
3	gefährdet	
G	Gefährdung anzunehmen	
V	Vorwarnstufe	
D	Daten defizitär	
	ÖT	Ökologischer Typ – nach Platen et al. (1999) bzw. Blick (2012)
	Arten unbewaldeter Standorte	
h	hygrobiont/hygrophil	in offenen Moorflächen, Nasswiesen, Anspüllicht, etc.
(h)	überwiegend hygrophil	auch in trockeneren Lebensräumen: Frischwiesen, Weiden, etc.
eu	euryöker Freiflächenbewohner	lebt in allen unbewaldeten Lebensräumen relativ unabhängig von der Feuchtigkeit des Habitats
x	xerobiont/xerophil	auf Sandtrockenrasen, in trockenen Ruderalbiotopen, Calluna-Heiden, etc.
(x)	überwiegend xerophil	auch in feuchteren Lebensräumen, auf Äckern; in Frischwiesen und Weiden treten Arten dieses Typs oft gemeinsam mit denen des Typs "(h)" auf; im Gegensatz zu diesen findet man sie jedoch niemals in großer Anzahl in feuchteren Lebensräumen
	Arten bewaldeter Standorte (Wälder, Parks, Gebüsche, etc.)	
w	euryök im Wald	lebt in Wäldern unabhängig vom Feuchtigkeitsgrad
(w)	überwiegend in Wäldern	kann in Verbindung mit anderen Kennzeichnungen (s. unten) auch "überwiegend in Freiflächen" bedeuten, wenn das Schwerpunktorkommen der Art in unbewaldeten Biotoptypen liegt
hw	in Feucht- und Nasswäldern	Erlen-, Birkenbruch-Gesellschaften, Traubenkirschen-Eschenwäldern, etc.
(h)w	in mittelfeuchten Laubwäldern	Buchenwälder-, Eichen-Hainbuchenwäldern, etc.
(x)w	in bodensauren Mischwäldern	Kiefern-Eichenwälder, Kiefern-Forsten, Kiefern-Birkenwäldern auf mineralischen Böden, etc.
	Arten bewaldeter und unbewaldeter Standorte	
h(w)		je nach Schwerpunktorkommen: überwiegend in Feucht- und Nasswäldern oder nassen unbewaldeten Standorten
(h)(w)		je nach Schwerpunktorkommen: überwiegend in mittelfeuchten Laubwäldern oder feuchten Freiflächen
(x)(w)		je nach Schwerpunktorkommen: überwiegend in bodensauren Mischwäldern oder trockeneren Freiflächen
	Arten in speziellen Lebensräumen oder mit besonderen Anpassungen	
arb	arboricol	auf Bäumen und Sträuchern
blüt	auf Blüten lauernd	
myrm	myrmecophil	Bindung an Ameisen
R	an oder unter Rinde	
syn	synanthrop	an und in Gebäuden, Kellern, Ställen, etc.
trog	troglophil/troglobiont	ausschließlich/vorwiegend in Höhlen lebend

Spinnen		
Kürzel	Definition	Erläuterungen
	AT	Aktivitätstyp – nach Platen et al. (1991) bzw. Blick (2012)
	Eurychrone Arten (Aktivitätszeit länger als drei Monate)	
I	zu allen Jahreszeiten	adulte und juvenile Tiere treten gemeinsam auf, in der Aktivität ist keine Bevorzugung einer bestimmte Jahreszeit zu erkennen
II	von Frühling bis Frühherbst	das Aktivitätsmaximum der adulten Tiere liegt in der warmen Jahreszeit (Mai-September)
III	von Herbst bis Frühling	das Aktivitätsmaximum der adulten Tiere liegt in der kalten Jahreszeit (Oktober-April)
	Diplochrone Arten (es treten zwei Aktivitätsmaxima im Jahr auf)	
IV	Maxima in Frühling und Herbst	das Frühjahrs- oder das Herbstmaximum kann stärker ausgeprägt sein kann.
V	Maxima in Sommer und Winter	
	Stenochrone Arten (die Aktivitätszeit der Männchen erstreckt sich höchstens auf drei Monate)	
VI	Männchen stenochron, Weibchen eurychron	schwer gegen die übrigen stenochronen Aktivitätstypen abzugrenzen, da die Weibchen i. A. eine längere Aktivitätszeit zeigen als die Männchen
VII	Hauptaktivitätszeit im Sommer	Mitte Juni bis September
VIIa	Hauptaktivitätszeit im Frühling	Mitte März bis Mitte Juni
VIIb	Hauptaktivitätszeit im Herbst	Mitte September bis Mitte November
VIII	Hauptaktivitätszeit im Winter	Mitte November bis Mitte März
	ST	Stratum – nach Platen et al. (1991), Maurer/Hänggi (1990), Blick (2012)
0	unterirdisch	im Lückensystem des Gesteins, in selbst gegrabenen Höhlen, Tierbauten, etc.
1	epigäisch	auf der Erdoberfläche bzw. in der Streu
2	Krautschicht	auf oder zwischen den Pflanzen der Krautschicht, z.T. Netzbauer
3	Strauchschicht	auf Sträuchern oder den unteren Zweigen der Bäume; am Stamm
4	Baumschicht	in höheren Baumregionen
5	Kronenbereich	
	GrKIPla	Größenklassen nach Platen – Einstufung anhand der Körperlängen nach Platen et al. (1991)
P1	< 2,0 mm	
P2	2,0 bis 4,9 mm	
P3	5,0 bis 9,9 mm	
P4	≥ 10,0 mm	
	GrKIRuz	Größenklassen nach Růžicka – Einstufung anhand der Prosomalängen nach Růžicka (1985)
R1	≤ 1,30 mm	
R2	1,31 bis 2,00 mm	
R3	2,01 bis 3,20 mm	
R4	> 3,20 mm	

Spinnen		
Kürzel	Definition	Erläuterungen
	V	Geografische Gesamtverbreitung – nach Platnick (2013), Nentwig et al. (2013), Mikhailov (1997-2000); von T. Blick kategorisiert
E--	Europa, kleine Teile	weniger als die halbe Fläche Europas ist besiedel
E-	Europa, größere Teile	z. B. ohne Westen, Norden, Süden oder Osten
E	Europa, ganz oder weite Teile	
E+	Europa und darüber hinaus	z. B. in Nordafrika, im Kaukasus oder in Westsibirien und/oder verschleppt nach Übersee
P	Paläarktis	ggf. verschleppt nach Übersee
H	Holarktis	ggf. weiter verschleppt
K	Kosmopolitisch	
	Hö	Höhenverbreitung – nach Maurer/Hänggi (1990), ggf. von T. Blick verändert bzw. angepasst
P	planar	0 bis 400 m
K	kollin	400 bis 800 m
M	montan	800 bis 1500 m
S	subalpin	1500 bis 2300 m
A	alpin	2300 bis 2700 m
N	nival	über 2700 m
	Orig	Originalität/Naturnähe – nach Buchar/Růžicka (2002), von T. Blick ggf. verändert, angepasst, ergänzt und kategorisiert
C	Climax	Klimax-Lebensräume; nicht oder kaum menschlich beeinflusste Habitate, wie ursprüngliche, naturnahe Wälder, Auen, Moore, Fels- und Blockhaldenhabitate
S	Semi-natural	Sekundärhabitate, wie die meisten Wälder, Gehölze, Hecken, Extensiv-Wiesen, Weiden
D	Disturbed	regelmäßig vom Menschen beeinflusste Lebensräume wie Äcker, Mähwiesen, Parks
A	Artificial	künstlich vom Menschen geschaffene, synanthrope Lebensräume wie Gebäude und Keller

Tabelle 220: Laufkäfernachweise in Marpingen pro Jahr und Untersuchungsfläche.

Arten - 2011	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
<i>Abax ovalis</i>	1											
<i>Abax parallelepipedus</i>	116	80	3	4	1	3	5	3		1	2	
<i>Abax parallelus</i>	61	9										
<i>Acupalpus meridianus</i>			1	1		1						
<i>Agonum muelleri</i>					1	2	3					
<i>Agonum sexpunctatum</i>							1					
<i>Amara aenea</i>					1	4	1	4	2			2
<i>Amara aulica</i>			1	3	1			1		1		
<i>Amara communis</i>		1										
<i>Amara consularis</i>						1						
<i>Amara convexior</i>								2	11			
<i>Amara eurynota</i>				2		13	4					
<i>Amara familiaris</i>									1			
<i>Amara kulti</i>									14			
<i>Amara lunicollis</i>									4			
<i>Amara montivaga</i>							1	299				
<i>Amara ovata</i>						3				2	5	1
<i>Amara plebeja</i>		1				1	1	1	4	3	1	
<i>Amara similata</i>					1	3	1					
<i>Anchomenus dorsalis</i>		3	137	43	69	77	90	11	4	42		
<i>Badister bullatus</i>		1							3			9
<i>Bembidion lampros</i>		8	16	29	46	55	52	5	8	61	2	
<i>Bembidion lunulatum</i>	1									1		
<i>Bembidion obtusum</i>		10	8	5	27	35	36	1		6		
<i>Bembidion properans</i>				1		2						
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>		1	5			1	1				1	
<i>Brachinus crepitans</i>		17	101	73	15	73	71	520	49	5		11
<i>Brachinus expodens</i>						2	3	5	2			
<i>Bradycellus verbasci</i>		3										
<i>Calathus fuscipes</i>			1	8	2	17	7			1		
<i>Callistus lunatus</i>								3				
<i>Calosoma inquisitor</i>	3										3	
<i>Carabus auratus</i>		16	6	7	4	11	7	27	20	6	1	2
<i>Carabus auronitens</i>	11	8			1		1				6	
<i>Carabus cancellatus</i>	1	43	10	32	28	45	56	31	3	2		
<i>Carabus nemoralis</i>	18	11	1							1	2	
<i>Carabus problematicus</i>	91	6			1			1			3	
<i>Carabus violaceus</i>	4	2		1		1		3			2	1
<i>Cicindela campestris</i>					1	2	1	3				
<i>Clivina fossor</i>		1			2				1	1		
<i>Cychrus attenuatus</i>	29	3			1						1	
<i>Demetrias atricapillus</i>									1			
<i>Dromius agilis</i>	1											
<i>Dromius quadrimaculatus</i>											1	

Arten - 2011	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
<i>Dyschirius globosus</i>							1					
<i>Harpalus affinis</i>		11	205	203	109	164	156	348	13	262		
<i>Harpalus distinguendus</i>		1	7	2		1	1	4		2		
<i>Harpalus laevipes</i>		7										
<i>Harpalus latus</i>		1				1		4	1			3
<i>Harpalus luteicornis</i>						1		1		3		
<i>Harpalus rubripes</i>		1	3	10	1	2	5	43	27	5		20
<i>Harpalus rufipes</i>	11	100	888	968	431	513	571	233	36	249	1	5
<i>Harpalus signaticornis</i>					3	7	10			8		
<i>Harpalus smaragdinus</i>			1									
<i>Harpalus tardus</i>		1					3					
<i>Leistus ferrugineus</i>				1							1	
<i>Leistus rufomarginatus</i>	2											
<i>Limodromus assimilis</i>		1										
<i>Loricera pilicornis</i>						1	6					
<i>Microlestes maurus</i>				7	1			121	1			
<i>Microlestes minutulus</i>				1			1	4		6		2
<i>Molops piceus</i>		28										
<i>Nebria brevicollis</i>		1				1					5	
<i>Nebria salina</i>						3	7			22	9	
<i>Notiophilus aestuans</i>					1	1						
<i>Notiophilus biguttatus</i>	2	1									29	
<i>Notiophilus germyni</i>				1		2	2	2		6		
<i>Notiophilus palustris</i>		1									1	
<i>Olisthopus rotundatus</i>		1		2		1		1				
<i>Ophonus aridosiacus</i>				7	1	2		10				3
<i>Ophonus puncticeps</i>				3				2		1		35
<i>Ophonus rufibarbis</i>		1		1								
<i>Paradromius linearis</i>								1				
<i>Poecilus cupreus</i>		1	156	53	7	61	38	11	7	23	2	8
<i>Poecilus versicolor</i>		2	6	2	2	10	13	85	55	8	1	6
<i>Pterostichus cristatus</i>		1										
<i>Pterostichus madidus</i>				1		1					297	
<i>Pterostichus melanarius</i>	4	33	130	97	664	887	741	9	1	38	3	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	99	5										
<i>Pterostichus pumilio</i>	5											
<i>Stomis pumicatus</i>	2	4	11	26	6	5	7	8	1	2	1	1
<i>Synuchus vivalis</i>		9		1	5	9	24	1		1	1	1
<i>Trechus quadristriatus</i>	2		51	36	52	54	75			40	1	
<i>Trichotichnus nitens</i>		1										

Arten - 2012	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
<i>Abax ovalis</i>		1										
<i>Abax parallelepipedus</i>	30	55	2	7	1	1	1	2				1
<i>Abax parallelus</i>	34	15		1								
<i>Acupalpus meridianus</i>						2	1					
<i>Agonum sexpunctatum</i>					1	1				2		
<i>Agonum viduum</i>												
<i>Amara aenea</i>				6	6	130	160	11	2	55		2
<i>Amara aulica</i>					1	3	6	1		1		39
<i>Amara bifrons</i>										2		
<i>Amara communis</i>					1	2			1			1
<i>Amara convexior</i>	1	1			1	2	1	2	3		12	10
<i>Amara eurynota</i>				5	10	43	36			1		1
<i>Amara familiaris</i>		1	10	1		3	8			11	4	
<i>Amara kulti</i>									27			243
<i>Amara lunicollis</i>			2			1			4		5	16
<i>Amara montivaga</i>				1				70				2
<i>Amara ovata</i>				1			2		1			
<i>Amara plebeja</i>					2	7	17	2	1	10		1
<i>Amara similata</i>						8	6		1	11		
<i>Anchomenus dorsalis</i>		12	236	260	52	59	51	3	2	56	2	6
<i>Anisodactylus binotatus</i>			1	2			2			3		
<i>Asaphidion flavipes</i>		1										
<i>Badister bullatus</i>											4	
<i>Bembidion lampros</i>		11	150	35	313	117	84	14	7	106		6
<i>Bembidion lunulatum</i>			1									
<i>Bembidion obtusum</i>			37	3	11	6	6		1	14		10
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>												
<i>Brachinus crepitans</i>		1	5	395	1	7	5	74	3	11	21	5
<i>Brachinus expulsores</i>						3				45		1
<i>Bradycellus harpalinus</i>						1		1				
<i>Bradycellus verbasci</i>		1				1	1					
<i>Calathus fuscipes</i>			5	6	10	12	3			3		
<i>Calathus melanocephalus</i>						1						
<i>Callistinus lunatus</i>			2	6				2	2	1		
<i>Carabus auratus</i>		2	29	52		1		42	45	2	13	31
<i>Carabus auronitens</i>	10	5										
<i>Carabus cancellatus</i>	6	21	155	81	30	19	12	49	11	10		24
<i>Carabus coriaceus</i>	1	1						1				
<i>Carabus granulatus</i>												
<i>Carabus nemoralis</i>	2	11									1	
<i>Carabus problematicus</i>	206	65		1						2		
<i>Carabus violaceus</i>	3	2			1	1		5			1	2
<i>Cicindela campestris</i>								9		1		
<i>Clivina fossor</i>					3			2		1		
<i>Cychnus attenuatus</i>	13	6										
<i>Demetrias atricapillus</i>										2		
<i>Diachromus germanus</i>						1	1		2			1
<i>Elaphropus parvulus</i>												
<i>Elaphropus quadrisignatus</i>												
<i>Harpalus affinis</i>		1	118	238	18	32	37	152	5	303		7

Arten - 2012	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
<i>Harpalus distinguendus</i>			8	288	2	14	38	1		13		1
<i>Harpalus honestus</i>										2		
<i>Harpalus laevipes</i>		10										
<i>Harpalus latus</i>		1					1	1	1	1	5	16
<i>Harpalus luteicornis</i>			1	1			1	3		20		77
<i>Harpalus rubripes</i>				6		1		20	6	7	20	2
<i>Harpalus rufipes</i>	7	61	404	360	104	195	308	120	9	672	5	31
<i>Harpalus signaticornis</i>			1		1	2	3	1		77		
<i>Harpalus tardus</i>				1								
<i>Leistus ferrugineus</i>		3				1					1	1
<i>Leistus rufomarginatus</i>	1											
<i>Limodromus assimilis</i>										1		
<i>Lionychus quadrillum</i>												
<i>Loricera pilicornis</i>		7	34		8	5	7			19	1	
<i>Microlestes maurus</i>				28		1	5	137	1			12
<i>Microlestes minutulus</i>				3				11		1	1	4
<i>Molops piceus</i>		15										
<i>Nebria brevicollis</i>		5	1		3	8	2					
<i>Nebria salina</i>			8		12	8	13	1	1	23		
<i>Notiophilus aestuans</i>										1		
<i>Notiophilus biguttatus</i>					1							
<i>Notiophilus germyni</i>				1		1				2		
<i>Notiophilus palustris</i>		1	2	2	4	2		1		1		
<i>Notiophilus substriatus</i>			1									
<i>Olisthopus rotundatus</i>				2			2	3				1
<i>Ophonus arduus</i>				109	4	35	2	1		1	9	1
<i>Ophonus puncticeps</i>				127	5	10		2			39	30
<i>Oxytelus obscurus</i>							1					
<i>Panagaeus bipustulatus</i>												
<i>Paradromius linearis</i>		1										
<i>Poecilus cupreus</i>		5	91	54	18	9	8	10	25	62	10	2
<i>Poecilus versicolor</i>			3	5	5	14	4	16	24	8	16	38
<i>Pterostichus anthracinus</i>			1									
<i>Pterostichus madidus</i>						1		1				1
<i>Pterostichus melanarius</i>		15	198	39	43	76	62	6	1	7		10
<i>Pterostichus melas</i>												2
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	30	1										
<i>Pterostichus pumilio</i>	13	2										
<i>Pterostichus strenuus</i>		1										
<i>Pterostichus vernalis</i>												
<i>Stomis pumicatus</i>	8	2	41	58		1	2	23	2	4	2	2
<i>Synuchus vivalis</i>		4	1			9	8	1	2	1		4
<i>Trechus obtusus</i>												
<i>Trechus quadristriatus</i>	2	8	73	11	44	21	24		2	18		
<i>Trichotichnus nitens</i>		1										

Tabelle 221: Laufkäfernachweise in Spelle pro Jahr und Untersuchungsfläche.

Arten	Spe A 11	Spe B 11	Spe B 12	Spe C 11	Spe C 12	Spe D 11	Spe D 12	Spe E 11	Spe E 12	Spe F 11	Spe F 12	Spe G 11	Spe G 12	Spe H 11	Spe H 12	Spe I 12
<i>Acupalpus parvulus</i>								1								
<i>Agonum emarginatum</i>		1	1													
<i>Agonum muelleri</i>												1				
<i>Agonum sexpunctatum</i>							1									
<i>Amara aenea</i>							44		33		32		30		2	
<i>Amara anthobia</i>					1											
<i>Amara apricaria</i>								1								
<i>Amara bifrons</i>		1	5			12	3	3	3	4	1	7	7	2		
<i>Amara communis</i>		33	11									1				
<i>Amara consularis</i>				2	1	2	27	8	34	15	80	8	6	2		
<i>Amara familiaris</i>			2		1	10	27	15	35	21	43	17	17		2	
<i>Amara fulva</i>		1				16	39	8	81	35	47	57	18	7	6	
<i>Amara lunicollis</i>	1	86	93					1								41
<i>Amara makolskii</i>	3															8
<i>Amara ovata</i>					1	2					1					
<i>Amara plebeja</i>		1	1						1				11			1
<i>Amara similata</i>						4	5			1	1					
<i>Amara spreta</i>		1	1			52	172	72	99	27	34	85	435	61	47	
<i>Anchomenus dorsalis</i>					3			3				1				
<i>Anisodactylus binotatus</i>		5	5				5		1			1	7			1
<i>Badister bullatus</i>	3	2	2	3	4											7
<i>Badister lacertosus</i>	1			2	3											
<i>Bembidion femoratum</i>						37	1	19				46		1	1	
<i>Bembidion lampros</i>			1		2	3	4	2				4		3	11	1
<i>Bembidion mannerheimii</i>			4													
<i>Bembidion properans</i>		1	1			8		1	1	1		1	2	2	3	
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>		1	4			15		15				8		3	9	
<i>Bembidion tetracolum</i>															2	
<i>Bradycellus harpalinus</i>			2				1		1				2			
<i>Calathus cinctus</i>		5	4	7	11	110	57	166	71	259	82	151	58	239	262	
<i>Calathus fuscipes</i>	6	48	9	9	3	25	29	22	71	35	28	53	30	62	31	
<i>Calathus melanocephalus</i>		10	7	1	1	3	2	2		3		2	3	4	1	
<i>Calathus rotundicollis</i>				25	23									1		
<i>Calosoma inquisitor</i>					1											
<i>Carabus nemoralis</i>	10	1	1													10
<i>Carabus problematicus</i>	50	1														175
<i>Carabus violaceus</i>	76															4
<i>Chlaenius nigricornis</i>			1													
<i>Cicindela hybrida</i>							1									
<i>Clivina fossor</i>		1	2	4	2	19	3	14	6	6	11	39	8	93	45	
<i>Cychrus caraboides</i>	14			19		2										2
<i>Demetrias atricapillus</i>					1	2		1	1	2	4		2	1	1	

Arten	Spe A 11	Spe B 11	Spe B 12	Spe C 11	Spe C 12	Spe D 11	Spe D 12	Spe E 11	Spe E 12	Spe F 11	Spe F 12	Spe G 11	Spe G 12	Spe H 11	Spe H 12	Spe I 12
<i>Dyschirius politus</i>													1			
<i>Elaphrus riparius</i>			1												1	
<i>Harpalus affinis</i>						2	1			1		9				
<i>Harpalus calceatus</i>				1				1				1				
<i>Harpalus distinguendus</i>							11		11		8	5	44	3	1	
<i>Harpalus froelichii</i>							1				5	2	4			
<i>Harpalus griseus</i>			3	1	2	74	303	75	310	16	163	257	409	61	10	
<i>Harpalus laevipes</i>	6				2											2
<i>Harpalus latus</i>		10	12							1		1				1
<i>Harpalus rubripes</i>													1			
<i>Harpalus rufipes</i>	6	21	7	8	13	135	128	136	178	249	146	190	92	59	79	4
<i>Harpalus tardus</i>		19	9	1		2	1	1		1	5	2	3	1		
<i>Leistus rufomarginatus</i>	4															1
<i>Leistus terminatus</i>			1	3	3						1					
<i>Limodromus assimilis</i>											1					
<i>Loricera pilicornis</i>		2	5	3	6	7	49	12	39	8	15	4	66	6	38	1
<i>Masoreus wetterhallii</i>		22	3							1						
<i>Microlestes minutulus</i>			1								1		1			
<i>Nebria brevicollis</i>	9	2	1	7	5	2	2		3		1	1	4	27	6	
<i>Nebria salina</i>				2	2			1				3	1	2	1	
<i>Notiophilus biguttatus</i>	14			5	11											
<i>Notiophilus palustris</i>		1	1		1			1					1			2
<i>Notiophilus rufipes</i>	28			9	9											6
<i>Ophonus rufibarbis</i>		9	5									1				
<i>Oxypselaphus obscurus</i>				1												
<i>Panagaeus bipustulatus</i>				1												
<i>Paradromius linearis</i>			1				1									
<i>Patrobis atrorufus</i>			4													
<i>Philorhizus melanocephalus</i>				4	3		4									
<i>Poecilus cupreus</i>														1		
<i>Poecilus versicolor</i>		35	16	1		1	2	1	4	11	3	2	6	13	5	6
<i>Pterostichus diligens</i>																12
<i>Pterostichus melanarius</i>	1	7		15	2			1				1	1	16	42	
<i>Pterostichus minor</i>		2														
<i>Pterostichus niger</i>	36	9	3	3	2					1	1			1		105
<i>Pterostichus nigrita</i>		4	3													
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	60				1											12
<i>Pterostichus strenuus</i>			2	1												1
<i>Pterostichus vernalis</i>		1	1						1		1		1			
<i>Stomis pumicatus</i>	1		2	3	3				1							2
<i>Syntomus foveatus</i>																1
<i>Syntomus truncatellus</i>		102	121	2			1						3			32
<i>Synuchus vivalis</i>			2	2	3	1	1								6	
<i>Trechus obtusus</i>		28	29													
<i>Trechus quadristriatus</i>			2		1			1						5		

Tabelle 222: Gesamtartenliste der Laufkäfer aller vier Regionen. Erklärung der Abkürzungen siehe Tabelle 218.

Arten	Autor	Lebensraumkategorie	Habitatbindung	Waldbindung	RL Kategorie	Allendorf Bodenfallen	Allendorf Kreuzfallen	Allendorf Elektor	Marpingen Bodenfallen	Scheyern Bodenfallen	Spelle Bodenfallen
<i>Abax ovalis</i>	(Duftschmid, 1812)	mW	3	w		173			2		
<i>Abax parallelepipedus</i>	(Piller/Mitterpacher, 1783)	W	5	w+		826	18		318	107	
<i>Abax parallelus</i>	(Duftschmid, 1812)	W	4	w		1			120	103	
<i>Acupalpus meridianus</i>	(Linnaeus, 1761)	P	3	o		6	3		6	1	
<i>Acupalpus parvulus</i>	(Sturm, 1825)	U	2	o							1
<i>Agonum emarginatum</i>	(Gyllenhal, 1827)	U	4	ow							2
<i>Agonum fuliginosum</i>	(Panzer, 1809)	U	3	ow			1				
<i>Agonum muelleri</i>	(Herbst, 1784)	KI	4	o		66	17		6	117	1
<i>Agonum sexpunctatum</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	3	o		129	7		5	34	1
<i>Amara aenea</i>	(De Geer, 1774)	tO	3	o		96	52		386	41	141
<i>Amara anthobia</i>	A./J.B. Villa, 1833	tO	0	o							1
<i>Amara apricaria</i>	(Paykull, 1790)	KI	0	o		139	42				1
<i>Amara aulica</i>	(Panzer, 1797)	KI	4	o		90	26	2	58	5	
<i>Amara bifrons</i>	(Gyllenhal, 1810)	tO	3	o		7	1	1	2		48
<i>Amara communis</i>	(Panzer, 1797)	KI	3	o		211	1	1	6		45
<i>Amara consularis</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	2	o		245	125		1		185
<i>Amara convexior</i>	Stephens, 1828	tO	3	o		24			46	1	
<i>Amara curta</i>	Dejean, 1828	tO	2	o			2				
<i>Amara eurynota</i>	(Panzer, 1797)	tO	3	o		1			115	15	
<i>Amara familiaris</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	5	o		13	4		39	15	190
<i>Amara fulva</i>	(O. F. Müller, 1776)	tS	2	o			2				315
<i>Amara kulti</i>	Fassati, 1947	KI	3	o					284		
<i>Amara lunicollis</i>	Schiödt, 1837	KI	5	o		160	28		32	51	222
<i>Amara makolskii</i>	Roubal, 1923	W	3	w+							11
<i>Amara montivaga</i>	Sturm, 1825	KI	3	o	V				373		
<i>Amara ovata</i>	(Fabricius, 1792)	KI	4	o		27	22	1	15	2	4
<i>Amara plebeja</i>	(Gyllenhal, 1810)	KI	5	o		11	11		52	32	15
<i>Amara similata</i>	(Gyllenhal, 1810)	KI	4	o+		85	27		31	11	11
<i>Amara spreta</i>	Dejean, 1831	tS	2	o							1086
<i>Anchomenus dorsalis</i>	(Pontoppidan, 1763)	KI	4	o		1064	1162		1215	115	7
<i>Anisodactylus binotatus</i>	(Fabricius, 1787)	KI	5	o+		22	6		8	81	25
<i>Anisodactylus signatus</i>	(Panzer, 1796)	tS	2	o	V					1	
<i>Asaphidion flavipes</i>	(Linnaeus, 1761)	KI	4	o			29		1	5	
<i>Asaphidion pallipes</i>	(Duftschmid, 1812)	U	3	o	V	5				4	
<i>Badister bullatus</i>	(Schrank, 1798)	KI	4	o+		12	7		17	1	21
<i>Badister lacertosus</i>	Sturm, 1815	SW	3	w+		14	2				6
<i>Badister sodalis</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	4	ow						1	
<i>Bembidion femoratum</i>	Sturm, 1825	P	3	o							105
<i>Bembidion guttula</i>	(Fabricius, 1792)	eu	3	ow						1	
<i>Bembidion lampros</i>	(Herbst, 1784)	KI	5	o+		1918	1765		1125	290	31
<i>Bembidion lunulatum</i>	(Geoffroy, 1785)	KI	3	o					3	1	
<i>Bembidion mannerheimii</i>	C. R. Sahlberg, 1827	SW	3	w+							4
<i>Bembidion obtusum</i>	Audinet-Serville, 1821	KI	4	o		1848	345		216	16	
<i>Bembidion properans</i>	(Stephens, 1828)	KI	4	o+		35	1		3	21	21
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	(Linnaeus, 1761)	KI	3	o		6	4		9	15	55
<i>Bembidion tetracolum</i>	Say, 1823	KI	5	o+		2					2
<i>Brachinus crepitans</i>	(Linnaeus, 1758)	tO	2	o	V	889	193		1463		
<i>Brachinus explodens</i>	Duftschmid, 1812	tO	2	o	V		1		61		

Arten	Autor	Lebensraumkategorie	Habitatbindung	Waldbindung	RL Kategorie	Allendorf Bodenfallen	Allendorf Kreuzfallen	Allendorf Eklektor	Marpingen Bodenfallen	Scheyern Bodenfallen	Spelle Bodenfallen
<i>Bradycellus csikii</i>	Laczó, 1912	KI	3	o		13	3				
<i>Bradycellus harpalinus</i>	(Audinet-Serville, 1821)	KI	0	o					2		6
<i>Bradycellus verbasci</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	0	o					6		
<i>Calathus ambiguus</i>	(Paykull, 1790)	tS	2	o		2	1				
<i>Calathus cinctus</i>	Motschulsky, 1850	tS	2	o							1482
<i>Calathus fuscipes</i>	(Goeze, 1777)	KI	4	o		219	39	1	75	1	461
<i>Calathus melanocephalus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	4	o		247	44		1		39
<i>Calathus rotundicollis</i>	Dejean, 1828	W	3	wg		488					49
<i>Callistus lunatus</i>	(Fabricius, 1775)	tO	2	o	3				16		
<i>Calosoma inquisitor</i>	(Linnaeus, 1758)	W	3	wg	3	3	3		6		1
<i>Carabus auratus</i>	Linnaeus, 1761	KI	3	o+		105	29		324		
<i>Carabus auronitens</i>	Fabricius, 1792	W	4	w+		4			42		
<i>Carabus cancellatus</i>	Illiger, 1798	KI	3	o	V	7	2		669	38	
<i>Carabus coriaceus</i>	Linnaeus, 1758	W	4	w+					3	31	
<i>Carabus glabratus</i>	Paykull, 1790	W	3	wg						22	
<i>Carabus granulatus</i>	Linnaeus, 1758	eu	4	ow		6	3			7	
<i>Carabus hortensis</i>	Linnaeus, 1758	W	3	w						276	
<i>Carabus nemoralis</i>	O. F. Müller, 1764	eu	5	ow		85	63		47	103	22
<i>Carabus problematicus</i>	Herbst, 1786	W	4	w		102	8		376	5	226
<i>Carabus ulrichii</i>	Germar, 1824	KI	3	o+	2					9	
<i>Carabus violaceus</i>	Fabricius, 1787	W	3	w+		626	143	1	29	77	80
<i>Chlaenius nigricornis</i>	(Fabricius, 1787)	U	2	o		1					1
<i>Cicindela campestris</i>	Linnaeus, 1758	tO	4	o+		3	1		17		
<i>Cicindela hybrida</i>	Linnaeus, 1758	tS	3	o							1
<i>Clivina collaris</i>	(Herbst, 1784)	KI	3	o		14	1			8	
<i>Clivina fossor</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	5	o+		470	83		11	123	253
<i>Cychnus attenuatus</i>	(Fabricius, 1792)	mW	3	w+					53		
<i>Cychnus caraboides</i>	(Linnaeus, 1758)	SW	3	w+			1				37
<i>Demetrias atricapillus</i>	(Linnaeus, 1758)	eu	0	o		1	2		3		15
<i>Diachromus germanus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	3	o		1			5		
<i>Dromius agilis</i>	(Fabricius, 1787)	W	3	wg					1		
<i>Dromius quadrimaculatus</i>	(Linnaeus, 1758)	W	3	w					1		
<i>Dyschirius globosus</i>	(Herbst, 1784)	eu	5	ow					1		
<i>Dyschirius politus</i>	(Dejean, 1825)	sU	2	o							1
<i>Elaphrus riparius</i>	(Linnaeus, 1758)	U	3	o							2
<i>Harpalus affinis</i>	(Schränk, 1781)	KI	5	o		1021	582		2382	158	13
<i>Harpalus atratus</i>	Latreille, 1804	oT	3	o+			2				
<i>Harpalus calceatus</i>	(Duftschmid, 1812)	tS	2	o							3
<i>Harpalus distinguendus</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	3	o		56	26		382	8	83
<i>Harpalus froelichii</i>	Sturm, 1818	tS	2	o							12
<i>Harpalus griseus</i>	(Panzer, 1796)	tS	2	o							1684
<i>Harpalus honestus</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	2	o	V				3		
<i>Harpalus laevipes</i>	Zetterstedt, 1828	W	3	wg					17	8	10
<i>Harpalus latus</i>	(Linnaeus, 1758)	eu	5	ow		80	60		36	7	25

Arten	Autor	Lebensraumkategorie	Habitatbindung	Waldbindung	RL Kategorie	Allendorf Bodenfallen	Allendorf Kreuzfallen	Allendorf Eklektor	Marpingen Bodenfallen	Scheyern Bodenfallen	Spelle Bodenfallen
<i>Harpalus luteicornis</i>	(Duftschmid, 1812)	tO	3	o+		62	9		108	3	
<i>Harpalus rubripes</i>	(Duftschmid, 1812)	KI	4	o		58	72		179	6	1
<i>Harpalus rufipes</i>	(De Geer, 1774)	KA	5	o		4992	1380	1	6282	201	1451
<i>Harpalus signaticornis</i>	(Duftschmid, 1812)	oT	3	o		1	1		113	1	
<i>Harpalus smaragdinus</i>	(Duftschmid, 1812)	tS	2	o		8	1		1	1	
<i>Harpalus solitarius</i>	Dejean, 1829	WV	2	o+	3	1					
<i>Harpalus tardus</i>	(Panzer, 1796)	oT	3	ow		2	2		5		45
<i>Leistus ferrugineus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	4	ow		19	36	4	8	11	
<i>Leistus rufomarginatus</i>	(Duftschmid, 1812)	W	3	wg		3	7		3		5
<i>Leistus terminatus</i>	(Hellwig in Panzer, 1793)	eu	3	ow							8
<i>Limodromus assimilis</i>	(Paykull, 1790)	U	3	w+		245		44	2	1200	1
<i>Loricera pilicornis</i>	(Fabricius, 1775)	eu	5	ow		663	470		88	143	261
<i>Masoreus wetterhallii</i>	(Gyllenhal, 1813)	tS	2	o							26
<i>Microlestes maurus</i>	(Sturm, 1827)	tO	2	o					314		
<i>Microlestes minutulus</i>	(Goeze, 1777)	tO	3	o		1	1		34		3
<i>Molops piceus</i>	(Panzer, 1793)	W	3	wg					43		
<i>Nebria brevicollis</i>	(Fabricius, 1792)	eu	5	ow		2652	152		26	254	70
<i>Nebria salina</i>	Fairmaire & Laboulb., 1854	KI	3	o					107		12
<i>Notiophilus aestuans</i>	Dejean, 1826	KI	3	o	V				3		
<i>Notiophilus aquaticus</i>	(Linnaeus, 1758)	KI	3	o		2	1			1	
<i>Notiophilus biguttatus</i>	(Fabricius, 1779)	eu	5	ow		429	273		33	21	30
<i>Notiophilus germinyi</i>	Fauvel in Grenier, 1863	tO	3	o					17		
<i>Notiophilus palustris</i>	(Duftschmid, 1812)	eu	5	ow		56	276		15	7	7
<i>Notiophilus rufipes</i>	Curtis, 1829	W	3	wg							52
<i>Notiophilus substriatus</i>	Waterhouse, 1833	KI	0	o					1		
<i>Olisthopus rotundatus</i>	(Paykull, 1790)	tO	2	o	V	3	2		13		
<i>Ophonus ardosiacus</i>	Lutshnik, 1922	tO	3	o			1		185		
<i>Ophonus puncticeps</i>	Stephens, 1828	tO	2	o					254		
<i>Ophonus rufibarbis</i>	(Fabricius, 1792)	KI	4	o+		4	2		2		15
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	(Herbst, 1784)	U	3	ow		18	11		1		1
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	(Fabricius, 1775)	tO	3	o+		4					1
<i>Panagaeus cruxmajor</i>	(Linnaeus, 1758)	U	2	o						3	
<i>Paradromius linearis</i>	(Olivier, 1795)	KI	0	o+				3	2		2
<i>Patrobis atrorufus</i>	(Stroem, 1768)	SW	3	w+							4
<i>Philorhizus melanocephalus</i>	(Dejean, 1825)	eu	0	o							11
<i>Poecilus cupreus</i>	(Linnaeus, 1758)	KA	5	o		2692	771		661	396	1
<i>Poecilus versicolor</i>	(Sturm, 1824)	KI	4	o+		3480	614		323	150	106
<i>Pterostichus anthracinus</i>	(Illiger, 1798)	U	3	o+					1		
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	Heer, 1838	mW	3	wg		278				5	
<i>Pterostichus cristatus</i>	(Dufour, 1820)	mW	3	wg	V				1		
<i>Pterostichus diligens</i>	(Sturm, 1824)	U	3	o+			1				12
<i>Pterostichus madidus</i>	(Fabricius, 1775)	W	3	w					302		
<i>Pterostichus melanarius</i>	(Illiger, 1798)	eu	5	ow		5294	1153	3	3064	315	86
<i>Pterostichus melas</i>	(Creutzer, 1799)	tO	3	o					2		

Arten	Autor	Lebensraumkategorie	Habitatbindung	Waldbindung	RL Kategorie	Allendorf Bodenfallen	Allendorf Kreuzfallen	Allendorf Eklektor	Marpingen Bodenfallen	Scheyern Bodenfallen	Spelle Bodenfallen
<i>Pterostichus minor</i>	(Gyllenhal, 1827)	U	3	ow							2
<i>Pterostichus niger</i>	(Schaller, 1783)	eu	5	ow		794	245			101	161
<i>Pterostichus nigrata</i>	(Paykull, 1790)	U	4	ow			1				7
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	(Fabricius, 1787)	W	5	wg		417	27		135	120	73
<i>Pterostichus ovoideus</i>	(Sturm, 1824)	Kl	3	o+						4	
<i>Pterostichus pumilio</i>	(Dejean, 1828)	mW	3	w+					20		
<i>Pterostichus strenuus</i>	(Panzer, 1796)	eu	4	ow		101	10		1	36	4
<i>Pterostichus vernalis</i>	(Panzer, 1796)	Kl	3	o		210	47			82	5
<i>Stomis pumicatus</i>	(Panzer, 1796)	eu	4	o+		79	58		219	20	12
<i>Syntomus foveatus</i>	(Geoffroy, 1785)	tO	2	o							1
<i>Syntomus truncatellus</i>	(Linnaeus, 1761)	Kl	4	ow							261
<i>Synuchus vivalis</i>	(Illiger, 1798)	eu	0	ow		107	13		82	11	15
<i>Trechus obtusus</i>	Erichson, 1837	U	3	ow		4				8	57
<i>Trechus quadristriatus</i>	(Schränk, 1781)	KA	5	o+		215	52	2	514	397	9
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	(Duftschmid, 1812)	W	3	wg		6	2			35	
<i>Trichotichnus nitens</i>	(Heer, 1837)	W	3	wg		4			2		
Individuen						34583	10691	64	23692	5500	9881
Arten					14	85	80	12	96	70	87

Tabelle 223: Spinnennachweise in Marpingen pro Jahr und Untersuchungsfläche.

Arten - 2011	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
<i>Dysdera erythrina</i>											2	3
<i>Harpactea rubicunda</i>				J					J			
<i>Ero furcata</i>		1										J
<i>Asagena phalerata</i>				1				1	1	1		
<i>Cryptachaea riparia</i>								J				
<i>Enoplognatha thoracica</i>								2	1		3	
<i>Euryopis flavomaculata</i>											1	2
<i>Neottiura bimaculata</i>		2			1				1	1		
<i>Paidiscura pallens</i>	1										1	
<i>Robertus arundineti</i>			1	1	1							
<i>Robertus lividus</i>											8	
<i>Robertus neglectus</i>										2		
<i>Agyneta conigera</i>	4											
<i>Agyneta decora</i>					1					1		
<i>Araeoncus humilis</i>			7		19	8	9		1	6		
<i>Bathyphantes gracilis</i>			1		7		4					
<i>Centromerita bicolor</i>			2	1				1	3			
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	8											
<i>Centromerus leruthi</i>	1	1										
<i>Centromerus pabulator</i>											1	1
<i>Centromerus serratus</i>	12	1										
<i>Centromerus sylvaticus</i>	8	19			1	1	2			4	4	
<i>Ceratinella brevis</i>											28	1
<i>Ceratinella scabrosa</i>		6										
<i>Cnephlocotes obscurus</i>									2			15
<i>Collinsia inerrans</i>			24	14	25	26	21			43		
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>				1		1						
<i>Dicymbium nigrum nigrum</i>		1						4	4		5	
<i>Diplocephalus latifrons</i>											77	
<i>Diplocephalus picinus</i>	5	1									10	
<i>Diplostyla concolor</i>		74	142	161	4	16	32	7	8	11	3	1
<i>Erigone atra</i>			13	11	74	25	43		7	7		1
<i>Erigone dentipalpis</i>			28	58	73	38	42		8	23	1	2
<i>Erigonella hiemalis</i>	1	2	1		2				4	2	2	
<i>Gongyliidium latebricola</i>												5
<i>Gongyliidium rufipes</i>	1	1						1				
<i>Linyphia hortensis</i>	1											
<i>Macrargus rufus</i>	4	1										
<i>Maso sundevalli</i>	1										5	
<i>Meioneta affinis</i>		1	7	18	2			7	11	5		7
<i>Meioneta mollis</i>			1	1	1				3			
<i>Meioneta rurestris</i>		1	403	389	191	190	189	23	15	260	2	3
<i>Mermessus trilobatus</i>	1	9	70	58	19	15	19	114	23	37	14	4
<i>Micrargus herbigradus</i>	50	36	3	3	2	4	6	1	3	2	10	2
<i>Micrargus subaequalis</i>			4	4		1		8	23	2		1
<i>Microlinyphia pusilla</i>			1	1	7	2		1	1	1		

Arten - 2011	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
<i>Microneta viaria</i>	25	1									1	
<i>Minyriolus pusillus</i>		2		1								
<i>Mioxena blanda</i>			5	1	6	3	7	4	1	5		
<i>Monocephalus castaneipes</i>	4											
<i>Neriere clathrata</i>	3	2										
<i>Neriere emphana</i>	1											
<i>Nusoncus nasutus</i>										1		
<i>Oedothorax apicatus</i>		81	67	36	194	230	220	1	2	254	1	1
<i>Oedothorax fuscus</i>					5		3					
<i>Ostearius melanopygius</i>				1						2	1	
<i>Palliduphantes insignis</i>					1							1
<i>Palliduphantes pallidus</i>		4										1
<i>Pelecopsis parallela</i>		2	129	62	1			13	86	310	1	1
<i>Pocadicnemis juncea</i>									1			1
<i>Porrhomma egeria</i>	3											
<i>Porrhomma microphthalmum</i>			11	8	12	14	33		2	21	1	
<i>Porrhomma oblitum</i>			1	2	3	8	1			1	1	
<i>Porrhomma pallidum</i>											1	
<i>Saariostia abnormis</i>	1	1									1	
<i>Silometopus bonessi</i>												1
<i>Styloctetor stativus</i>												1
<i>Tallusia experta</i>										1		
<i>Tapinocyba insecta</i>		2			1						3	
<i>Tapinocyba praecox</i>												2
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	6	1		1						1	100	
<i>Tenuiphantes menzei</i>		1									1	2
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>									1			
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	1	14	28	25	26	27	26	3	4	6	7	
<i>Tiso vagans</i>			1	1		1						
<i>Walckenaeria antica</i>									4			6
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	4	12						2	1		90	
<i>Walckenaeria corniculans</i>	31	2					1				1	
<i>Walckenaeria cucullata</i>	3	1	1									
<i>Walckenaeria dysderoides</i>		2	21	17	9	2	2	3		1	15	4
<i>Walckenaeria furcillata</i>	4	7										
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>						2	1					
<i>Walckenaeria unicornis</i>								1			1	
<i>Walckenaeria vigilax</i>		15	35	11	27	52	65	5	3	175		
<i>Pachygnatha clercki</i>			J		J	1	1			J		
<i>Pachygnatha degeeri</i>		12	38	19	35	59	43	41	163	29	1	45
<i>Tetragnatha obtusa</i>											1	
<i>Cercidia prominens</i>									1			
<i>Alopecosa cuneata</i>		1						81	52			59
<i>Alopecosa pulverulenta</i>		5						43	46	2		119
<i>Aulonia albimana</i>		1	J	J				3	29		4	149
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>		6	13	27	29	38	53	1	7	135		
<i>Pardosa amentata</i>	3	78					1			9		
<i>Pardosa hortensis</i>					1							

Arten - 2011	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
<i>Pardosa lugubris</i>	77	412	1			3	1	2	1	7	36	
<i>Pardosa nigriceps</i>									2			
<i>Pardosa palustris</i>		8	5	3	5	9	13	218	892	46	2	14
<i>Pardosa prativaga</i>		23		1			2	26	11		2	2
<i>Pardosa pullata</i>		3				1	5	130	390	5		318
<i>Pardosa saltans</i>	14	124									1	
<i>Pirata uliginosus</i>											2	
<i>Piratula latitans</i>		1							1			
<i>Trochosa ruricola</i>		26	16	10	9	14	19	128	57	19	8	1
<i>Trochosa terricola</i>	14	56	1		2	1		20	16		23	53
<i>Xerolycosa miniata</i>			1									
<i>Pisaura mirabilis</i>		2						1	1		J	
<i>Zora nemoralis</i>				1								
<i>Zora spinimana</i>		5			1						1	
<i>Agelena labyrinthica</i>					2					1	3	1
<i>Coelotes terrestris</i>	65	16						1			50	
<i>Histoipona torpida</i>	32	4				1	1				1	
<i>Inermocoelotes inermis</i>	60	22										
<i>Hahnina nava</i>		5	70	101		2	1	20	39	2		31
<i>Hahnina ononidum</i>	9	10										
<i>Hahnina pusilla</i>	39	40	12	41	1	1		26		1	41	1
<i>Argenna subnigra</i>			7	4	1			1	18	1		27
<i>Cicurina cicur</i>		4	1	1	J				1	1	2	2
<i>Lathys humilis</i>											1	
<i>Cheiracanthium punctarium</i>								1				
<i>Anyphaena accentuata</i>	3											
<i>Agroeca brunnea</i>		2										
<i>Clubiona comta</i>	2	2					1			1		
<i>Clubiona diversa</i>								1				17
<i>Clubiona neglecta</i>									1			4
<i>Clubiona reclusa</i>		1						4				1
<i>Phrurolithus festivus</i>		9	30	55	2	4	3	53	4	6		18
<i>Phrurolithus minimus</i>		J	1	1	1	5	9	58	1			5
<i>Drassodes pubescens</i>												7
<i>Drassyllus praeficus</i>		3	3	10	3	5	1	30	14	6		10
<i>Drassyllus pusillus</i>		3	15	23	5	3	5	41	7	6		10
<i>Haplodrassus signifer</i>			1					4	2			1
<i>Haplodrassus silvestris</i>	12	1									2	
<i>Micaria pulicaria</i>		J	2	1	2	5	4	10	5	2	J	3
<i>Trachyzelotes pedestris</i>		2										
<i>Zelotes erebeus</i>		1										
<i>Zelotes exiguus</i>				1								
<i>Zelotes latreillei</i>					1			12	4	1		16
<i>Zelotes petrensis</i>								6	1			

Arten - 2011	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar M	Mar N
<i>Zelotes subterraneus</i>		4				1					2	
<i>Tibellus oblongus</i>							1	2				3
<i>Ozyptila atomaria</i>												5
<i>Ozyptila praticola</i>	9	15									14	
<i>Ozyptila simplex</i>			1					9	45		1	55
<i>Ozyptila trux</i>	1	2										
<i>Xysticus acerbus</i>				1				28	3	2		6
<i>Xysticus bifasciatus</i>								11	3			17
<i>Xysticus cristatus</i>		1	2		3	1		15	8	2		25
<i>Xysticus kochi</i>			1	1	1	1	1	92	11	1		3
<i>Xysticus lanio</i>											2	
<i>Xysticus ulmi</i>					1							
<i>Euophrys frontalis</i>												3
<i>Neon reticulatus</i>		1				1					1	
<i>Phlegra fasciata</i>												7
<i>Sibianor aurocinctus</i>			1			1						
<i>Talavera inopinata</i>									1			5

Arten - 2012	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
<i>Dysdera erythrina</i>	3									1	3	
<i>Harpactea rubicunda</i>		J										J
<i>Asagena phalerata</i>			1					1	2			
<i>Cryptachaea riparia</i>										J		
<i>Enoplognatha thoracica</i>								1	4	1		
<i>Episinus angulatus</i>		J										
<i>Euryopis flavomaculata</i>										1	J	
<i>Neottiura bimaculata</i>								1				
<i>Robertus kuehnae</i>		1										
<i>Robertus lividus</i>								1			1	1
<i>Robertus neglectus</i>										1		
<i>Agyneta conigera</i>	2											
<i>Agyneta decora</i>			J	1		1			1			
<i>Araeoncus humilis</i>			10	24	3	1	4		7	4		2
<i>Asthenargus paganus</i>	2											
<i>Bathypantes approximatus</i>							1					
<i>Bathypantes gracilis</i>		8	20	4	30	34	41	4	11	6		11
<i>Bathypantes parvulus</i>		1						2				
<i>Centromerita bicolor</i>		1	5	46	87	124	100	13	45	1	3	24
<i>Centromerita concinna</i>				2	3	11	12	4	84		10	8
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	6	1										
<i>Centromerus capucinus</i>			1	1								
<i>Centromerus leruthi</i>	4	1										
<i>Centromerus pabulator</i>					1						2	
<i>Centromerus serratus</i>	21	2	1				1		1			
<i>Centromerus sylvaticus</i>	41	117	1	8	5	3	6	10	4		9	28
<i>Ceratinella brevis</i>						1					18	
<i>Ceratinella scabrosa</i>	1	3										
<i>Cnephalocotes obscurus</i>			1				1			2	50	
<i>Collinsia inerrans</i>		1	8	1	23	43	51		2	11		
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>		3	4	11	22	17	8	5	10	1	3	11
<i>Dicymbium nigrum nigrum</i>		11	2						4		1	4
<i>Diplocephalus latifrons</i>		1										
<i>Diplocephalus picinus</i>	4	3										
<i>Diplostyla concolor</i>	1	34	93	119	26	67	67	21	22	9	6	41
<i>Dismodicus bifrons</i>		3										
<i>Erigone atra</i>			59	7	131	104	128	2	29	67	1	6
<i>Erigone dentipalpis</i>		1	81	22	145	85	86		38	78		
<i>Erigonella hiemalis</i>		5	4	1	1	1	2				1	
<i>Gongylidiellum latebricola</i>		5										4
<i>Gongylidium rufipes</i>		5										
<i>Lepthyphantes minutus</i>	3											
<i>Linyphia hortensis</i>	1											
<i>Linyphia triangularis</i>		2										
<i>Macrargus rufus</i>	8		1									
<i>Meioneta affinis</i>			5	6				5	26	15	5	76
<i>Meioneta mollis</i>			11	2	1	5	3	6	4	5	1	
<i>Meioneta rurestris</i>			172	97	28	73	108	31	23	99	16	3

Arten - 2012	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
<i>Mermessus trilobatus</i>		10	26	11	55	44	58	84	35	47	11	43
<i>Micrargus herbigradus</i>	98	96	5	1			1	1	1	1		4
<i>Micrargus subaequalis</i>			2	1			1	7	91	4	12	95
<i>Microlinyphia pusilla</i>			4	2		1	3		2	2		
<i>Microneta viaria</i>	17	3										
<i>Minyriolus pusillus</i>	1	2										
<i>Mioxena blanda</i>		1	6	6	4	7	6	8	3	3		2
<i>Monocephalus castaneipes</i>	2											
<i>Nerienne clathrata</i>	1	2										
<i>Oedothorax apicatus</i>		16	42		386	279	340	1		334		
<i>Oedothorax fuscus</i>					4	5	3					
<i>Ostearius melanopygius</i>			1							J		
<i>Palliduphantes pallidus</i>	3	7		1					1		4	
<i>Pelecopsis parallela</i>		3	38	27				5	100	96	12	23
<i>Pocadicnemis juncea</i>		1										1
<i>Porrhomma egeria</i>	2	2										
<i>Porrhomma microphthalmum</i>			1	1	4	1	1		1	11		
<i>Porrhomma oblitum</i>		2				2	1					
<i>Saaristoa abnormis</i>	4	1										
<i>Silometopus bonessi</i>						1		1	1		3	2
<i>Silometopus reussi</i>												1
<i>Sintula corniger</i>												1
<i>Stemonyphantes lineatus</i>				2								
<i>Styloctetor stativus</i>									1			
<i>Syedra gracilis</i>									1			
<i>Tallusia experta</i>					2							
<i>Tapinocyba insecta</i>		3		1			1					
<i>Tapinocyba praecox</i>									1	1	7	2
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	12	10										
<i>Tenuiphantes mengei</i>		2							1		1	1
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	1	21	35	21	34	43	29	15	22	36	13	30
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	1	1										
<i>Tiso vagans</i>									2	2		
<i>Troxochrus scabriculus</i>							1					
<i>Walckenaeria acuminata</i>									1			1
<i>Walckenaeria antica</i>								1	4		13	7
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	4	5						2		1		
<i>Walckenaeria corniculans</i>	39	2										
<i>Walckenaeria cucullata</i>	10	4										
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	16	17	6	5	3	4		3			1	4
<i>Walckenaeria furcillata</i>		4										
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>			1		1							
<i>Walckenaeria vigilax</i>		5	26		5	13	11		2	89		2
<i>Metellina mengei</i>		3										
<i>Pachygnatha clercki</i>		2	9		4	5	6			1		
<i>Pachygnatha degeeri</i>		6	125	107	256	265	370	10	129	151	65	22
<i>Tetragnatha extensa</i>			1									
<i>Aculepeira ceropegia</i>							J					

Arten - 2012	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
<i>Argiope bruennichi</i>							J				J	
<i>Cercidia prominens</i>							1					1
<i>Hypsosinga sanguinea</i>											3	
<i>Alopecosa cuneata</i>			2	13	12	20	8	67	37		91	139
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	1		2	3	8	7	14	28	27	1	106	43
<i>Aulonia albimana</i>			1	J		1		5	25	3	145	74
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>			31	52	17	63	47		6	170		
<i>Pardosa amentata</i>	16	54	1	1		1	1					
<i>Pardosa lugubris</i>	103	177	22	10	2	1	3	2	2	24	2	3
<i>Pardosa palustris</i>			121	289	261	490	349	119	553	110	5	240
<i>Pardosa prativaga</i>			16	6	14	23	6	9	2	8		6
<i>Pardosa pullata</i>			15	13	8	18	19	162	236	6	119	130
<i>Pardosa saltans</i>	35	51									1	
<i>Pirata piraticus</i>			1									
<i>Pirata uliginosus</i>		1						2	1	1		5
<i>Piratula latitans</i>						1						
<i>Trochosa ruricola</i>		6	14	34	26	48	47	86	65	22	2	32
<i>Trochosa terricola</i>	24	39	4		2	2	4	22	12	1	61	40
<i>Pisaura mirabilis</i>		1	1			J	J	2		1		4
<i>Zora spinimana</i>	3	1										
<i>Agelena labyrinthica</i>											J	
<i>Coelotes terrestris</i>	72	19						1				
<i>Histopona torpida</i>	14	6										
<i>Inermocoelotes inermis</i>	70	63										1
<i>Malthonica picta</i>				1								
<i>Hahnina nava</i>		1	28	77			1	68	55	1	93	150
<i>Hahnina ononidum</i>	9	5										
<i>Hahnina pusilla</i>	32	49	5	24				97			1	122
<i>Argenna subnigra</i>				1			2	6	38	1	82	2
<i>Cicurina cicur</i>	1	4							3		3	11
<i>Dictyna uncinata</i>		1										
<i>Agroeca brunnea</i>	7	3						1				
<i>Clubiona comta</i>	2	2										
<i>Clubiona diversa</i>											6	
<i>Clubiona neglecta</i>								2				1
<i>Clubiona reclusa</i>		1						2				2
<i>Phrurolithus festivus</i>		3	10	50			2	75	10	13	5	238
<i>Phrurolithus minimus</i>			1	1	J	3	3	31	1	1	8	12
<i>Drassodes pubescens</i>								4		1	5	3
<i>Drassyllus praeficus</i>			1	2			1	21	9		8	14
<i>Drassyllus pusillus</i>			12	43	2	21	17	104	13	13	6	84
<i>Haplodrassus signifer</i>					3	1	1	22	2			7
<i>Haplodrassus silvestris</i>	10											
<i>Micaria pulicaria</i>		J		5	1	4	4	2	8	4		18
<i>Trachyzelotes pedestris</i>				1				2			2	
<i>Zelotes latreillei</i>		1		1				8	9		7	8
<i>Zelotes petrensis</i>			1					3			2	
<i>Tibellus oblongus</i>								1				J

Arten - 2012	Mar A	Mar B	Mar C	Mar D	Mar E	Mar F	Mar G	Mar H	Mar I	Mar K	Mar N	Mar O
<i>Ozyptila atomaria</i>								1	1			
<i>Ozyptila claveata</i>												1
<i>Ozyptila praticola</i>	28	15										
<i>Ozyptila simplex</i>						1		4	55	3	218	2
<i>Ozyptila trux</i>	6											
<i>Xysticus acerbus</i>				2	1	4	3	11	1	1	5	10
<i>Xysticus bifasciatus</i>						1	1	1			7	3
<i>Xysticus cristatus</i>			1	4	12	13	22	35	10		36	18
<i>Xysticus kochi</i>			2	12	6	22	30	71	10	5	4	13
<i>Xysticus lanio</i>	2											
<i>Xysticus ulmi</i>							1	1				
<i>Euophrys frontalis</i>									1		9	2
<i>Heliophanus flavipes</i>								1				1
<i>Neon reticulatus</i>	2	1										
<i>Phlegra fasciata</i>											2	J
<i>Sibianor aurocinctus</i>				1								
<i>Talavera aequipes</i>								1				3
<i>Talavera inopinata</i>									4		2	3

Tabelle 224: Spinnennachweise in Spelle pro Jahr und Untersuchungsfläche.

Arten	Spe A 11	Spe B 11	Spe B 12	Spe C 11	Spe C 12	Spe D 11	Spe D 12	Spe E 11	Spe E 12	Spe F 11	Spe F 12	Spe G 11	Spe G 12	Spe H 11	Spe H 12	Spe I 12
<i>Segestria senoculata</i>	1			1	1											
<i>Harpactea rubicunda</i>	J	J				J				J						
<i>Ero furcata</i>				J							1					
<i>Nesticus cellulanus</i>					J											
<i>Crustulina guttata</i>			1													
<i>Enoplognatha mordax</i>							2									
<i>Enoplognatha ovata</i>	1		1													
<i>Enoplognatha thoracica</i>	6	1		2	3		1				1					1
<i>Euryopsis flavomaculata</i>	6			9	1											4
<i>Robertus lividus</i>	5	2	4	14	11		2								1	7
<i>Agyneta conigera</i>			1	20	5											1
<i>Araeoncus humilis</i>		1		2	1	22	68	66	77	80	112	48	230	93	124	
<i>Bathypantes approximatus</i>		2					2				2					
<i>Bathypantes gracilis</i>		5	18	1	1	7	31	8	50	9	118	8	61	40	135	1
<i>Bathypantes parvulus</i>			5	3	8			1								1
<i>Centromerita bicolor</i>		8	8			1	9	8	34	6	47	5	8	4		
<i>Centromerus incilium</i>																1
<i>Centromerus prudens</i>			1	2												
<i>Centromerus sylvaticus</i>	15	6	2	56	29		2		2	1	8	1	8	1		53
<i>Ceratinella brevipes</i>			1													
<i>Ceratinella brevis</i>		2	5													1
<i>Ceratinella scabrosa</i>				44	58											1
<i>Cnephlocotes obscurus</i>		1	4						2			1				
<i>Collinsia inerrans</i>			1		4	36	708	41	1531	59	1188	28	322	33	259	
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>		17	45						1	1			2			
<i>Diplocephalus latifrons</i>					3											
<i>Diplocephalus picinus</i>		1	1	144	242		2		1		2		1			1
<i>Diplostyla concolor</i>	4	18	76	69	171	4	4		11	2	18	1	2	1	8	26
<i>Drapetisca socialis</i>	3				1											
<i>Entelecara acuminata</i>	1															
<i>Erigone arctica maritima</i>							1		1	1	2					
<i>Erigone atra</i>	2	7	2	21	19	227	693	285	1217	209	1135	183	920	193	570	
<i>Erigone dentipalpis</i>		8	3	6	10	275	306	385	514	129	471	306	478	96	128	
<i>Erigone longipalpis</i>				1		4	5	5	4	2	3	12	7	7	2	
<i>Erigonella hiemalis</i>				1												
<i>Floronia bucculenta</i>						1										
<i>Gnathonarium dentatum</i>			2													
<i>Gonatium rubens</i>	1															3
<i>Gongyliidellum latebricola</i>									1							9
<i>Gongyliidum rufipes</i>				9	35											
<i>Lepthyphantes minutus</i>	1															
<i>Leptorhoptrum robustum</i>			1				2		3	1	2		3	2	2	
<i>Linyphia hortensis</i>				2	5											
<i>Linyphia triangularis</i>	3			2												
<i>Macrargus rufus</i>	1															
<i>Maso sundevalli</i>	3			27	35											

Arten	Spe A 11	Spe B 11	Spe B 12	Spe C 11	Spe C 12	Spe D 11	Spe D 12	Spe E 11	Spe E 12	Spe F 11	Spe F 12	Spe G 11	Spe G 12	Spe H 11	Spe H 12	Spe I 12
<i>Meioneta rurestris</i>		7	9	14		93	13	125	43	97	36	57	33	31	21	
<i>Mermessus trilobatus</i>	1	1	3				8		7	2	3	1	10		4	
<i>Micragus herbigradus</i>	21		2	11	15		1		1							6
<i>Micragus subaequalis</i>		1	1	1					1		1			1	1	
<i>Microlymphina pusilla</i>									1				2			
<i>Microneta viaria</i>	10	1	2	39	17											
<i>Minyriolus pusillus</i>																8
<i>Mioxena blanda</i>							1									
<i>Moebelia penicillata</i>	1															
<i>Neritene clathrata</i>	3	1	1	3	18											1
<i>Oedothorax apicatus</i>		8		4	13	1620	2876	1621	2293	1948	2414	2001	1240	1115	4712	1
<i>Oedothorax fuscus</i>						11	61	6	38	7	50	4	39	8	13	
<i>Oedothorax retusus</i>			3				288		304		398		292	1	112	
<i>Ostearius melanopygius</i>			1			2	5	3	2	6	6	1	1	J	2	
<i>Palliduphantes insignis</i>							1		1	1					1	
<i>Palliduphantes pallidus</i>	3	8	13	22	13		1	1					1	1		10
<i>Pelecopsis parallela</i>		8	28			8	555	4	451	18	190	5	473	1	33	
<i>Pocadicnemis juncea</i>		6	3	1	2											1
<i>Pocadicnemis pumila</i>																44
<i>Porhomma microphthalmum</i>						1		1								
<i>Porhomma microps</i>												1				
<i>Porhomma montanum</i>				1	3											
<i>Porhomma pallidum</i>	2															
<i>Porhomma pygmaeum</i>				1												
<i>Saariotia abnormis</i>	1			3	5				1				1			1
<i>Silometopus reussi</i>							95	1	61	3	161	1	29		7	
<i>Syedra gracilis</i>														1		
<i>Tallusia experta</i>		2														
<i>Tapinocyba insecta</i>				3	10										1	1
<i>Tapinocyba praecox</i>		3														
<i>Tapinopa longidens</i>	2															
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	69			19	17					1						6
<i>Tenuiphantes mengei</i>																1
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	2	11	13	8	13	42	50	41	74	85	86	33	53	60	113	1
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>					1											
<i>Tiso vagans</i>		3	13	1					1		3		1			
<i>Troxochrus scabriculus</i>		6	57		3	3	5		13	1	27	1	2	1	5	
<i>Walckenaeria acuminata</i>		1		1	1											3
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	29		1	6	1				1		1					136
<i>Walckenaeria cucullata</i>	5			2	9								1			8
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	4			9												5
<i>Walckenaeria furcillata</i>	2															10
<i>Walckenaeria incisa</i>				2	1				1							1
<i>Walckenaeria obtusa</i>				4	8											
<i>Walckenaeria unicornis</i>															1	
<i>Metellina mengei</i>				1	1											
<i>Metellina segmentata</i>					1											
<i>Pachygnatha clercki</i>		8	11	1		1	25	J	61	1	97		82	J	10	

Arten	Spe A 11	Spe B 11	Spe B 12	Spe C 11	Spe C 12	Spe D 11	Spe D 12	Spe E 11	Spe E 12	Spe F 11	Spe F 12	Spe G 11	Spe G 12	Spe H 11	Spe H 12	Spe I 12
<i>Pachygnatha degeeri</i>		44	49	5	6	4	106	6	105	11	85	13	177	3	21	
<i>Tetragnatha extensa</i>			1													
<i>Araneus diadematus</i>							1									
<i>Araniella cucurbitina</i>	1															
<i>Cercidia prominens</i>																1
<i>Nuctenea umbratica</i>					1											
<i>Alopecosa cuneata</i>		152	178				7	1	7				10			
<i>Alopecosa pulverulenta</i>		28	55	1	7		1		4		2		5			7
<i>Arctosa leopardus</i>		1											2			
<i>Arctosa perita</i>		1			J	1	6		4	J	5		12			
<i>Pardosa amentata</i>		5	58		2		3			1			3	2	1	
<i>Pardosa lugubris</i>	8	16	60	174	123		23	2	10	1	3		8	1	2	622
<i>Pardosa palustris</i>		15	5				63	1	69	2	31	4	69		2	
<i>Pardosa prativaga</i>		147	230			1	9	1	8		9	2	10			
<i>Pardosa proxima</i>												1				
<i>Pardosa saltans</i>	3			1												1
<i>Pirata piraticus</i>						1	1				1		1			
<i>Pirata uliginosus</i>																14
<i>Piratula hygrophila</i>	55	6	2	6	11	1	1		1		1		1		1	28
<i>Piratula latitans</i>		1														
<i>Trochosa ruficola</i>		23	39	3	6		21	4	23	5	13	5	30	5	2	
<i>Trochosa spinipalpis</i>		1														
<i>Trochosa terricola</i>	105	5	7	4	6					1		1				90
<i>Xerolycosa miniata</i>		51	46	J				1	1				4			
<i>Xerolycosa nemoralis</i>		1														8
<i>Pisaura mirabilis</i>		4	1	2	J	J							1		J	
<i>Zora silvestris</i>																9
<i>Zora spinimana</i>		1		6	J											20
<i>Malthonica silvestris</i>		1			1											2
<i>Tegenaria agrestis</i>			1	1	1		1			1				J		
<i>Tegenaria atrica</i>	1															
<i>Textrix denticulata</i>	2															
<i>Cryphoea silvicola</i>	3															
<i>Hahnina helveola</i>	1			1												
<i>Hahnina montana</i>	31	1		16	6											17
<i>Cicurina cicur</i>	1															2
<i>Dictyna uncinata</i>					1											
<i>Lathys humilis</i>	1															
<i>Anyphaena accentuata</i>				3	1											
<i>Agroeca brunnea</i>	18			15	5					1	1					1
<i>Clubiona comta</i>	3			8	5											1
<i>Clubiona lutescens</i>				4	1											
<i>Clubiona neglecta</i>		1						1								
<i>Clubiona pallidula</i>				1	2					1						
<i>Clubiona phragmitis</i>		2														
<i>Clubiona reclusa</i>		1	2							1			1			
<i>Clubiona terrestris</i>	7			2	7											1
<i>Phrurolithus festivus</i>		2	7	7	1	2				1						74

Arten	Spe A 11	Spe B 11	Spe B 12	Spe C 11	Spe C 12	Spe D 11	Spe D 12	Spe E 11	Spe E 12	Spe F 11	Spe F 12	Spe G 11	Spe G 12	Spe H 11	Spe H 12	Spe I 12
<i>Drassodes pubescens</i>		5	1													2
<i>Drassyllus pusillus</i>		46	43						2		2					
<i>Haplodrassus silvestris</i>	2		1	5	3											3
<i>Haplodrassus umbratilis</i>																7
<i>Micaria pulicaria</i>		7	9	4	J	3	3		3	J	6	2	2	3	J	6
<i>Trachyzelotes pedestris</i>	1	1	3													
<i>Zelotes clivicola</i>																21
<i>Zelotes electus</i>		13	10							J						
<i>Zelotes latreillei</i>		11	12						1							
<i>Zelotes petrensis</i>																2
<i>Zelotes subterraneus</i>	1			6	1					1						106
<i>Philodromus albidus</i>	1															
<i>Diaea dorsata</i>	1															
<i>Oxyptila praticola</i>	86		2	180	202	1			2		1					16
<i>Xysticus cristatus</i>		99	113	1			2								2	
<i>Xysticus kochi</i>		4	11				2		5	1	2	1	4			
<i>Xysticus ulmi</i>				1												
<i>Ballus chalybeius</i>					J											
<i>Euophrys frontalis</i>	9	13	7	2	1											29
<i>Evarcha falcata</i>																1
<i>Heliophanus flavipes</i>		1														
<i>Neon reticulatus</i>	5															2
<i>Phlegra fasciata</i>			2													
<i>Sibianor laeae</i>			1													

Tabelle 225: Gesamtartenliste der Spinnen aller vier Regionen. Erklärung der Abkürzungen siehe Tabelle 219.

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodent.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
Segestriidae																		
<i>Segestria senoculata</i>	(Linnaeus, 1758)		sh	w	(w), arb, R	II	41367	3	4	P	P-A	C-S	1				3	1
Dysderidae																		
<i>Dysdera erythrina</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	w	(x)w	II	0-1	4	4	E+	P-S	C-S				12		
<i>Harpactea lepida</i>	(C. L. Koch, 1838)		h	wg	(h)w	IV	1	3	3	E--	P-M	C-S						7
<i>Harpactea rubicunda</i>	(C. L. Koch, 1838)		h	w+	(x)(w)	IV	0-1	4	4	E+	P-C	C-A				J	J	
Mimetidae																		
<i>Ero furcata</i>	(Villers, 1789)		sh	w	(w)	IV	41365	2	2	P	P-M	C-S				1	1	
Nesticidae																		
<i>Nesticus cellulanus</i>	(Clerck, 1757)		h	o+	syn, trog	I	41367	3	2	H	P-M	C-A					J	
Theridiidae																		
<i>Asagena phalerata</i>	(Panzer, 1801)		sh	o	x	VII	1	2	3	P	P-A	C-S				8		
<i>Crustulina guttata</i>	(Wider, 1834)		h	ow	(x)	II	41306	1	1	P	P-S	C-S					1	
<i>Cryptachaea riparia</i>	(Blackwall, 1834)		mh	o	(x)	VIIa	41335	2	1	P	P-M	C-D				J		1
<i>Enoplognatha mordax</i>	(Thorell, 1875)	G	mh	o	x	VI	1	2	3	E+	P	C-S					2	
<i>Enoplognatha ovata</i>	(Clerck, 1757)		sh	w+	(w), arb	VII	41366	2	3	H	P-S	C-D	3		1		2	4
<i>Enoplognatha thoracica</i>	(Hahn, 1833)		sh	o+	(x)(w)	VII	1	2	2	H	P-S	C-D	29		2	12	15	3
<i>Episinus angulatus</i>	(Blackwall, 1836)		sh	wl	(x)w	VIIa	41335	2	2	E+	P-M	C-S	1			J		
<i>Episinus truncatus</i>	Latreille, 1809		h	o	(x)(w)	VII	41335	2	2	E+	P-M	C-S						1
<i>Euryopsis flavomaculata</i>	(C. L. Koch, 1836)		sh	o+	(x)(w)	VII	41306	2	2	P	P-S	C-S				4	20	
<i>Neottiura bimaculata</i>	(Linnaeus, 1767)		sh	o+	(x)(w)	VII	2	2	1	H	P-M	C-D	3	2	11	6		5
<i>Paidiscura pallens</i>	(Blackwall, 1834)		sh	w	w, arb	VI	41397	1	1	E+	P-K	C-S		1		2		
<i>Phylloneta impressa</i>	(L. Koch, 1881)		sh	o+	(x)	VII	41335	2	2	H	P-A	C-D						1
<i>Platnickina tincta</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	w	w, arb	VII	41397	2	2	H	P-M	C-S		J				
<i>Robertus arundineti</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		h	o	h(w)	II	41306	2	2	P	P-N	C-D	1		3	3		2
<i>Robertus kuehnae</i>	Bauchhenss/Uhlenhaut, 1993	G	s	o+	x	III	0-1	2	1	E--	P-K	C-S				1		
<i>Robertus lividus</i>	(Blackwall, 1836)		sh	w+	(w)	IV	41306	2	2	H	P-N	C-S	11		3	11	46	1
<i>Robertus neglectus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		h	o+	(h)(w)	VIIa	41306	2	1	P	P-M	C-S	25		34	3		
<i>Theridion varians</i>	Hahn, 1833		sh	w+	(x)w, arb	VII	41335	2	1	H	P-M	C-D		1				

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodent.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
Linyphiidae																		
<i>Abacoproeces saltuum</i>	(L. Koch, 1872)		h	wl	(x)(w)	VII	1	1	1	E-	P-M	C-S						1
<i>Agyneta conigera</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)		h	w	w	VII	41334	2	1	P	P-S	C-S				6	27	
<i>Agyneta decora</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		mh	o+	(h)	VIIa	1	2	1	E-	P-M	C-S	6	1	2	5		
<i>Allomengea vidua</i>	(L. Koch, 1879)		h	o+	h	VIIb	41306	2	2	H	P-K	C-S	1		1			
<i>Araeoncus humilis</i>	(Blackwall, 1841)		sh	o+	(x)	V	1	1	1	E+	P-K	C-D	6		7	107	924	17
<i>Asthenargus paganus</i>	(Simon, 1884)		h	w	w	VI	1	1	1	E+	P-S	C-S			1	2		1
<i>Bathypantes approximatus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		sh	o+	h(w)	II	41306	2	1	E+	P-K	C-S				1	6	
<i>Bathypantes gracilis</i>	(Blackwall, 1841)		sh	o+	eu	V	41306	2	1	H	P-S	C-D	57	1	107	183	493	20
<i>Bathypantes parvulus</i>	(Westring, 1851)		sh	ow	eu	VII	41306	2	1	E-	P-K	C-S	16		32	3	18	2
<i>Centromerita bicolor</i>	(Blackwall, 1833)		sh	o+	eu	III	41306	2	2	E	P-M	C-D	848		236	456	138	65
<i>Centromerita concinna</i>	(Thorell, 1875)		h	ow	(x)(w)	III	41306	2	1	E	P-M	C-S				134		
<i>Centromerus brevivulvatus</i>	Dahl, 1912		mh	w	w	III	1	1	1	E+	P-S	C-S	2			15		
<i>Centromerus capucinus</i>	(Simon, 1884)	G	s	o	(x)	VIII	1	2	1	E-	P	C				2		
<i>Centromerus dilutus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)		h	w	w	III	1	1	1	E-	P-M	C	1					
<i>Centromerus incilium</i>	(L. Koch, 1881)		h	w+	(x)w	VIII	1	2	1	E	P-M	C-S	1				1	
<i>Centromerus leruthi</i>	Fage, 1933		mh	wl	(w), trog	II	0-3	2	1	E--	P-M	C				7		1
<i>Centromerus pabulator</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)		sh	w+	(x)w	III	1	2	2	E-	P-N	C-S			1	5		
<i>Centromerus prudens</i>	(O. P.-Cambridge, 1873)		mh	w+	(x)(w)	III	1	2	1	E+	P-K	C					3	1
<i>Centromerus serratus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)		h	o+	(x)w	III	1	1	1	E-	P-M	C				39		
<i>Centromerus sylvaticus</i>	(Blackwall, 1841)		sh	w+	(h)(w)	III	41334	2	2	H	P-A	C-D	313		141	271	184	40
<i>Ceratinella brevipes</i>	(Westring, 1851)		h	o+	h	II	1	1	1	E+	P-N	C-S					1	8
<i>Ceratinella brevis</i>	(Wider, 1834)		sh	w+	w	IV	1	2	1	P	P-N	C-S	6		5	48	8	29
<i>Ceratinella scabrosa</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		h	w	(h)w	VIIa	1	2	1	E+	P-S	C-S				10	103	
<i>Cnephallocotes obscurus</i>	(Blackwall, 1834)		sh	o+	eu	VII	41306	1	1	P	P-M	C-S	31		143	71	8	2
<i>Collinsia inerrans</i>	(O. P.-Cambridge, 1885)		mh	o	eu	II	41306	2	1	P	P-S	C-A	42	1	44	309	4210	1
<i>Dicymbium nigrum brevisetosum</i>	Locket, 1962		sh	o+	eu	IV	1	2	1	E--	P-M	C-D	71		17	97	66	48
<i>Dicymbium nigrum nigrum</i>	(Blackwall, 1834)		s	o+	eu	IV	1	2	1	E-	P-M	C-D				36		
<i>Diplocephalus cristatus</i>	(Blackwall, 1833)		sh	ow	(x)	V	1	1	1	H	P-A	C-D			9			185
<i>Diplocephalus latifrons</i>	(O. P.-Cambridge, 1863)		sh	w+	(w)	IV	1	1	1	E+	P-S	C-S	1		2	78	3	55
<i>Diplocephalus picinus</i>	(Blackwall, 1841)		sh	w+	(x)w	VII	1	1	1	E+	P-S	C-S	279		21	23	395	39
<i>Diplostyla concolor</i>	(Wider, 1834)		sh	ow	(h)(w)	II	41306	2	1	H	P-S	C-S	98		222	988	415	231
<i>Dismodicus bifrons</i>	(Blackwall, 1841)		sh	o+	(h)(w)	VIIa	41397	2	1	P	P-M	C-S				3		
<i>Dismodicus elevatus</i>	(C. L. Koch, 1838)		mh	w	w, arb	VIIa	41397	2	1	E-	P-M	C-S		13				
<i>Drapetisca socialis</i>	(Sundevall, 1833)		sh	w	w, arb, R	VIIb	41365	2	2	P	P-S	C-S					4	
<i>Entelecara acuminata</i>	(Wider, 1834)		h	w	(x)w, arb	VII	41335	2	1	H	P-M	C-S		1			1	
<i>Entelecara erythropus</i>	(Westring, 1851)		h	w+	(h)w, arb	VI	41366	1	1	P	P-K	C-S		2				1
<i>Erigone arctica maritima</i>	Kulczynski, 1902		s	o	(h)	II	1	2	2	E-	P	C-D					5	
<i>Erigone atra</i>	Blackwall, 1833		sh	o+	eu	II	1	2	1	H	P-N	C-D	1198	3	1590	760	5683	622
<i>Erigone dentipalpis</i>	(Wider, 1834)		sh	o+	eu	II	1	2	1	H	P-A	C-D	769	1	923	845	3115	509
<i>Erigone longipalpis</i>	(Sundevall, 1830)		mh	o	(x)	II	1	2	2	P	P	C-D					52	
<i>Erigonella hiemalis</i>	(Blackwall, 1841)		sh	ow	(h)(w)	VIIa	1	1	1	E-	P-S	C-S	32		87	29	1	19
<i>Floronia bucculenta</i>	(Clerck, 1757)		h	o+	h(w)	VIIb	41306	2	3	P	P-S	C-S	3		4		1	1
<i>Gnathonarium dentatum</i>	(Wider, 1834)		h	o+	h	II	41306	2	1	P	P-C	C-S					2	
<i>Gonatium hilare</i>	(Thorell, 1875)		s	w+	(x)w	IV	41397	2	1	E-	P-M	C			1			
<i>Gonatium rubellum</i>	(Blackwall, 1841)		h	w	(h)w	II	41395	2	2	P	P-S	C-S						22
<i>Gonatium rubens</i>	(Blackwall, 1833)		sh	w+	(x)w	III	41306	2	2	P	P-A	C					4	
<i>Gongylidiellum latebricola</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		sh	w+	(w)	II	1	1	1	E	P-M	C-S			3	15	10	3
<i>Gongylidium rufipes</i>	(Linnaeus, 1758)		sh	o+	(h)(w)	VI	41365	2	2	P	P-K	C-S				8	44	

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodent.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
<i>Hilaira excisa</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	V	mh	o+	h	VII	1	2	1	E	P-M	C						2
<i>Labulla thoracica</i>	(Wider, 1834)		h	w	w	VIIb	41365	3	2	E	P-S	C-S	1					
<i>Lepthyphantes minutus</i>	(Blackwall, 1833)		h	w	w, arb, R	VIIb	41365	2	2	H	P-K	C-S				3	1	
<i>Leptorhoptrum robustum</i>	(Westring, 1851)		h	o+	h(w)	II	41306	2	2	H	P-N	C-S			1		16	20
<i>Linyphia hortensis</i>	Sundevall, 1830		sh	w+	w	VII	41334	2	2	P	P-S	C-S				2	7	4
<i>Linyphia triangularis</i>	(Clerck, 1757)		sh	w+	(w)	VIIb	41334	3	3	P	P-A	C-D	2		1	2	5	2
<i>Macrargus rufus</i>	(Wider, 1834)		sh	w	w	VIII	41334	2	2	E	P-S	C-S				14	1	
<i>Maso sundevalli</i>	(Westring, 1851)		sh	w+	w	II	41306	1	1	H	P-S	C-S	1		1	6	65	2
<i>Meioneta affinis</i>	(Kulczynski, 1898)		sh	o	(x)	II	1	1	1	E+	P-S	C-S	1		16	198		
<i>Meioneta mollis</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	V	mh	o+	h(w)	II	1	1	1	P	P-M	C-S				51		
<i>Meioneta rurestris</i>	(C. L. Koch, 1836)		sh	o+	(x)	II	1	2	1	P	P-N	C-D	94		120	2339	579	92
<i>Meioneta saxatilis</i>	(Blackwall, 1844)		sh	o+	(h)(w)	VII	41306	2	1	E+	P-M	C-D					6	
<i>Mermessus trilobatus</i>	(Emerton, 1882)		h	o+	eu	II	41306	1	1	H	P-M	C-A	13		27	818	40	89
<i>Micrargus herbigradus</i>	(Blackwall, 1854)		sh	w+	(w)	V	1	2	1	P	P-S	C-S	2			330	57	36
<i>Micrargus subaequalis</i>	(Westring, 1851)		sh	o+	(x)(w)	VII	41306	1	1	P	P-M	C-D				256	7	
<i>Microlinyphia pusilla</i>	(Sundevall, 1830)		sh	o	eu	VII	2	2	2	H	P-S	C-D	2		3	28	3	2
<i>Microneta viaria</i>	(Blackwall, 1841)		sh	w+	(h)w	V	1	2	1	H	P-A	C-S	83		2	47	69	12
<i>Minyriolus pusillus</i>	(Wider, 1834)		h	w+	(x)w	VIIa	1	1	1	P	P-S	C-S				6	8	2
<i>Mioxena blanda</i>	(Simon, 1884)		h	o	(x)	VIIb	0-1	1	1	E-	P-K	C-S	1		8	78	1	
<i>Moebelia penicillata</i>	(Westring, 1851)		h	w	w, arb, R	I	41367	1	1	E+	P-K	C-S					1	
<i>Monocephalus castaneipes</i>	(Simon, 1884)		s	w	(h)w, arb	III	41334	1	1	E--	P-S	C-S				6		
<i>Monocephalus fuscipes</i>	(Blackwall, 1836)		mh	w	(h)w	VIIa	1	1	1	E--	P-M	C-S	3		2			2
<i>Nerene clathrata</i>	(Sundevall, 1830)		sh	w+	(w)	VI	41306	2	2	H	P-M	C-S	7	1	7	8	27	2
<i>Nerene emphana</i>	(Walckenaer, 1841)		h	w+	w	VII	41334	3	3	P	P-S	C-S				1		
<i>Nusoncus nasutus</i>	(Schenkel, 1925)		mh	w	w, arb	VIIa	3	1	1	E--	P-M	C-S				1		
<i>Oedothorax apicatus</i>	(Blackwall, 1850)		sh	o+	eu	II	1	2	1	P	P-K	C-D	4408		2359	2658	21866	1691
<i>Oedothorax fuscus</i>	(Blackwall, 1834)		sh	o+	eu	VII	1	2	1	E+	P-K	C-D	17		34	26	237	27
<i>Oedothorax gibbosus</i>	(Blackwall, 1841)		sh	o+	h	VII	1	2	1	P	P-M	C-S						1
<i>Oedothorax retusus</i>	(Westring, 1851)		sh	o	h	II	1	2	1	P	P-A	C-D	4		15		1398	14
<i>Ostearius melanopygius</i>	(O. P.-Cambridge, 1879)		h	o+	(x)	II	1	2	1	K	P-K	C-A	1		1	5	29	
<i>Palliduphantes ericaeus</i>	(Blackwall, 1853)		h	o+	eu	I	41365	1	1	E-	P-M	C-S			2			
<i>Palliduphantes insignis</i>	(O. P.-Cambridge, 1913)		mh	o	(x)	II	1	2	1	E-	P-K	C-D				2	4	
<i>Palliduphantes pallidus</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		sh	w+	(h)(w), trog	V	1	2	1	E	P-A	C-S	10		1	21	73	32
<i>Panamomops sulcifrons</i>	(Wider, 1834)		mh	o	(h)	VIIa	1	1	1	E-	P-M	C-D						2
<i>Pelecopsis parallela</i>	(Wider, 1834)		sh	o	(x)	IV	41306	1	1	P	P-M	C-D	1			925	1774	5
<i>Pelecopsis radicola</i>	(L. Koch, 1872)		h	ow	(x)(w)	VII	1	1	1	E-	P-A	C-S						17
<i>Pocadicnemis carpatica</i>	(Chyzer, 1894)		s	wl	(h)w	VIIa	1	1	1	E--	K-M	C						1
<i>Pocadicnemis juncea</i>	Locket/Milidge, 1953		sh	o	(h)	VII	1	1	1	P	P-K	C-S	3		3	4	13	1
<i>Pocadicnemis pumila</i>	(Blackwall, 1841)		sh	ow	(x)	VII	1	1	1	H	P-M	C-S	1		2		44	
<i>Porrhomma egeria</i>	Simon, 1884		mh	w+	(w), trog	I	0-1	2	1	E-	P-M	C				7		
<i>Porrhomma errans</i>	(Blackwall, 1841)		s	o	(h)	VII	41306	2	1	E--	P-K	C-D	28		22			1
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		sh	o+	(x)	VII	0-1	2	1	E	P-M	C-D	12	2	34	123	2	5
<i>Porrhomma microps</i>	(Roewer, 1931)		mh	o+	(h)(w), trog	II	0-1	2	1	E--	P-K	C-S					1	
<i>Porrhomma montanum</i>	Jackson, 1913		s	w+	(h)w	II	1	1	1	P	P-M	C					4	
<i>Porrhomma oblitum</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		mh	o+	h(w)	III	0-3	1	1	E--	P-K	C-D	4		5	22		17
<i>Porrhomma pallidum</i>	Jackson, 1913		h	w	w	II	41334	1	1	P	P-S	C-S				1	2	
<i>Porrhomma pygmaeum</i>	(Blackwall, 1834)		sh	ow	h(w)	II	0-1	1	1	P	P-M	C-S					1	2
<i>Pseudocarorita thaleri</i>	(Saaristo, 1971)		s	w	(h)w	VIIa	41334	1	1	E--	P-S	C-S						2

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodent.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
<i>Saarioa abnormis</i>	(Blackwall, 1841)		sh	w	(h)w	VII	1	2	2	E-	P-M	C				8	12	1
<i>Silometopus bonessi</i>	Casemir, 1970	3	s	o	x	VIIa	1	1	1	E--	P-C	C-S				9		
<i>Silometopus reussi</i>	(Thorell, 1871)		h	o	(h)	VII	1	1	1	P	P-K	C-D				1	358	
<i>Sintula corniger</i>	(Blackwall, 1856)	V	mh	o+	h	VIIa	1	1	1	E+	P-M	C				1		
<i>Stemonyphantes lineatus</i>	(Linnaeus, 1758)		sh	ow	(x)	III	41306	2	3	P	P-S	C-D	4		14	2		
<i>Styloctetor stativus</i>	(Simon, 1881)	V	mh	o	(h)	VII	41306	2	1	H	P-S	C-S			9	2		1
<i>Syedra gracilis</i>	(Menge, 1869)		s	w+	(w)	VI	41334	1	1	E	P-S	C				1	1	
<i>Tallusia experta</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		sh	o+	(h)	III	1	2	2	P	P-M	C-S	15		10	3	2	
<i>Tapinocyba insecta</i>	(L. Koch, 1869)		sh	w	(w)	VIIa	41334	1	1	E-	P-K	C-S	8		7	11	15	1
<i>Tapinocyba praecox</i>	(O. P.-Cambridge, 1873)		h	ow	(x)(w)	III	1	1	1	E--	P-M	C-S	1		1	13	3	
<i>Tapinopa longidens</i>	(Wider, 1834)		h	w+	w	VIIb	41306	2	2	E+	P-M	C-S					2	
<i>Tenuiphantes flavipes</i>	(Blackwall, 1854)		sh	w	w	II	41334	2	1	E+	P-M	C-S	159		29	131	112	83
<i>Tenuiphantes mengei</i>	(Kulczynski, 1887)		sh	ow	(h)(w)	V	1	1	1	P	P-S	C-S	1	1	1	9	1	11
<i>Tenuiphantes tenebricola</i>	(Wider, 1834)		sh	w+	w	II	1	2	1	E	P-S	C-S	9		4	1		40
<i>Tenuiphantes tenuis</i>	(Blackwall, 1852)		sh	o+	(x)	VII	1	2	1	E+	P-M	C-D	120	11	165	473	685	50
<i>Tenuiphantes zimmermanni</i>	(Bertkau, 1890)		sh	w	(h)w	II	41334	2	1	E	P-S	C	13			2	1	
<i>Thyreosthenius biovatus</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)	G	s	ow	myrm	I	0	1	1	P	P-S	C-S			1			
<i>Tiso vagans</i>	(Blackwall, 1834)		sh	o+	(h)	V	41306	2	1	E	P-A	C-D	21		8	7	22	31
<i>Troxochrus scabriculus</i>	(Westring, 1851)		sh	o	eu	VII	1	1	1	E+	P-M	C-D	2		2	1	124	
<i>Walckenaeria acuminata</i>	Blackwall, 1833		sh	w+	(w)	III	1	2	2	E+	P-S	C-S	1		1	2	6	5
<i>Walckenaeria alticeps</i>	(Denis, 1952)		h	w+	h(w)	III	1	2	1	E-	P-M	C						28
<i>Walckenaeria antica</i>	(Wider, 1834)		sh	o+	(x)(w)	IV	1	2	1	P	P-A	C-S	1			35		
<i>Walckenaeria atrotibialis</i>	(O. P.-Cambridge, 1878)		sh	w+	(w)	VII	41334	2	1	H	P-M	C-S	4		33	121	175	9
<i>Walckenaeria corniculans</i>	(O. P.-Cambridge, 1875)		sh	w	(h)w	II	41334	2	2	E+	P-S	C-S	4		1	76		
<i>Walckenaeria cucullata</i>	(C. L. Koch, 1836)		sh	w	w	IV	41334	2	1	P	P-S	C-S	2		2	19	25	1
<i>Walckenaeria cuspidata</i>	Blackwall, 1833		sh	w+	(w)	VI	41334	2	1	P	P-M	C-S			1			
<i>Walckenaeria dysderoides</i>	(Wider, 1834)		sh	w+	w	VIIa	41306	1	1	P	P-S	C-S	3		7	135	18	
<i>Walckenaeria furcillata</i>	(Menge, 1869)		sh	w+	(x)(w)	VII	1	2	1	E+	P-S	C-S				15	12	
<i>Walckenaeria incisa</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)	G	s	ow	(h)w	VIIa	1	2	2	E--	P	C-S					5	
<i>Walckenaeria nudipalpis</i>	(Westring, 1851)		sh	ow	h(w)	III	1	2	1	P	P-S	C-S	37		8	5		4
<i>Walckenaeria obtusa</i>	Blackwall, 1836		sh	w+	w	III	1	2	2	E-	P-S	C-S	3		3		12	2
<i>Walckenaeria unicornis</i>	O. P.-Cambridge, 1861		sh	o	(h)	IV	1	2	1	E+	P-K	C-S	2		7	2	1	
<i>Walckenaeria vigilax</i>	(Blackwall, 1853)		sh	o	(h)	II	41365	2	1	H	P-N	C-S	64		39	587		65

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodent.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
Tetragnathidae																		
<i>Metellina menzei</i>	(Blackwall, 1870)		sh	w+	(h)w	IV	41335	3	2	E	P-S	C-S				3	2	
<i>Metellina segmentata</i>	(Clerck, 1757)		sh	w+	(h)(w)	IV	41366	3	3	P	P-S	C-D					1	4
<i>Pachygnatha clercki</i>	Sundevall, 1823		sh	o	h	II	1	3	3	H	P-M	C-D	253		221	30	297	47
<i>Pachygnatha degeeri</i>	Sundevall, 1830		sh	o	eu	II	1	2	2	P	P-S	C-D	812	1	218	2003	635	658
<i>Pachygnatha listeri</i>	Sundevall, 1830		sh	w+	hw	II	1	2	2	P	P-K	C-S		1	1			3
<i>Tetragnatha extensa</i>	(Linnaeus, 1758)		sh	o+	h	VII	41335	3	3	H	P-S	C-S				1	1	1
<i>Tetragnatha nigrita</i>	Lendl, 1886		h	o+	hw	VII	41335	3	3	E+	P-K	C-S						1
<i>Tetragnatha obtusa</i>	C. L. Koch, 1837		h	w+	w, arb	VII	41396	3	2	P	P-M	C-S				1		
Araneidae																		
<i>Aculepeira ceropegia</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	o	eu	VII	2	4	4	P	P-A	C-D				J		
<i>Araneus diadematus</i>	Clerck, 1757		sh	w+	(w), arb	VII	41335	4	4	H	P-N	C-A					1	1
<i>Araneus quadratus</i>	Clerck, 1757		sh	ow	eu	VII	41335	4	4	P	P-A	C-S	3		3			
<i>Araniella cucurbitina</i>	(Clerck, 1757)		sh	w+	(w), arb	VII	41396	3	3	P	P-A	C-D					1	
<i>Argiope bruennichi</i>	(Scopoli, 1772)		sh	o	eu	VII	2	4	4	P	P-M	C-D				J		
<i>Cercidia prominens</i>	(Westring, 1851)		h	ow	h(w)	VII	41306	2	2	H	P-M	C-S				3	1	2
<i>Hypsosinga pygmaea</i>	(Sundevall, 1831)	3	s	o	h	VII	2	2	2	H	P-C	C-S						1
<i>Hypsosinga sanguinea</i>	(C. L. Koch, 1844)		h	o	x	VIIa	2	2	2	P	P-M	C-S				3		
<i>Mangora acalypha</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	o	eu	VIIa	41335	2	2	P	P-M	C-D	1					1
<i>Nuctenea umbratica</i>	(Clerck, 1757)		sh	w+	w, arb, R, syn	VII	41367	4	4	P	P-M	C-A					1	

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodentf.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
Lycosidae																		
<i>Alopecosa accentuata</i>	(Latreille, 1817)		h	o	x	Vla	1	4	4	P	P-N	C-S						1
<i>Alopecosa cuneata</i>	(Clerck, 1757)		sh	o	x	Vla	1	3	4	P	P-A	C-D	459		69	582	355	19
<i>Alopecosa pulverulenta</i>	(Clerck, 1757)		sh	o+	eu	VII	1	3	4	P	P-A	C-D	267		338	455	110	153
<i>Alopecosa taeniata</i>	(C. L. Koch, 1835)		mh	wl	(x)w	VII	1	4	4	P	P-S	C-S						1
<i>Arctosa leopardus</i>	(Sundevall, 1833)		h	o+	h	Vla	1	3	4	P	P-S	C-S			1		3	1
<i>Arctosa perita</i>	(Latreille, 1799)	V	mh	o	x	IV	1	3	4	H	P-C	C-S					29	
<i>Aulonia albimana</i>	(Walckenaer, 1805)		sh	o+	(x)	VII	1	2	2	E+	P-M	C-S	6		25	440		1
<i>Pardosa agrestis agrestis</i>	(Westring, 1861)		sh	o	(x)	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	29		72	706		459
<i>Pardosa amentata</i>	(Clerck, 1757)		sh	ow	h(w)	VII	41306	3	3	P	P-A	C-D	1130		778	166	75	123
<i>Pardosa hortensis</i>	(Thorell, 1872)		h	o+	(x)	VII	1	3	3	E+	P-M	C-D				1		
<i>Pardosa lugubris</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	w+	(w)	VII	1	3	3	P	P-S	C-D	183		148	892	1053	13
<i>Pardosa monticola</i>	(Clerck, 1757)		h	o	x	VII	1	3	3	P	P-A	C-S						1
<i>Pardosa nigriceps</i>	(Thorell, 1856)		h	o	x	VII	41306	3	3	E	P-M	C-S	1			2		
<i>Pardosa palustris</i>	(Linnaeus, 1758)		sh	o+	eu	VII	1	3	3	H	P-S	C-D	3134		643	3769	261	2770
<i>Pardosa pratigava</i>	(L. Koch, 1870)		sh	o	eu	VII	1	3	3	P	P-S	C-D				157	417	1634
<i>Pardosa proxima</i>	(C. L. Koch, 1847)	3	ss	o	(x)	VII	1	3	3	P	P	C-S					1	
<i>Pardosa pullata</i>	(Clerck, 1757)		sh	o+	eu	VII	1	3	3	P	P-A	C-D	1462		1293	1579		179
<i>Pardosa saltans</i>	Töpfer-Hofmann, 2000		sh	w+	(x)w	VII	1	3	3	E--	P-M	C-S	71		45	226	5	11
<i>Pirata piraticus</i>	(Clerck, 1757)		sh	o	h	VII	1	3	3	H	P-A	C-S				1	4	
<i>Pirata uliginosus</i>	(Thorell, 1856)		h	ow	h	VII	1	3	3	E+	P-M	C	115		203	12	14	1
<i>Piratula hygrophila</i>	(Thorell, 1872)		sh	ow	h(w)	VII	1	3	3	P	P-M	C-S	1				114	
<i>Piratula latitans</i>	(Blackwall, 1841)		sh	o+	(h)	VI	1	2	3	E+	P-M	C-S	7		12	3	1	
<i>Trochosa ruficola</i>	(De Geer, 1778)		sh	o	eu	IV	1	4	4	H	P-M	C-D	604		847	695	179	155
<i>Trochosa spinipalpis</i>	(F. O. P.-Cambridge, 1895)		sh	o	h	IV	1	3	4	P	P-M	C-S	1				1	
<i>Trochosa terricola</i>	Thorell, 1856		sh	ow	(x)(w)	IV	1	4	4	H	P-A	C-D	305		440	397	219	80
<i>Xerolycosa miniata</i>	(C. L. Koch, 1834)		sh	o	(x)	VII	1	3	3	P	P-K	C-S				1	103	
<i>Xerolycosa nemoralis</i>	(Westring, 1861)		sh	w+	(x)(w)	VII	1	3	3	P	P-S	C-S					9	1

Familie/Art	Autor	Waldbind.	Bestand	RL DE	ÖT	AT	ST	GrKlPla	GrKlRuz	V	Hö	Orig	Allendorf (Bodent.)	Allendorf (Baum)	Allendorf (Kreuzf.)	Marpingen	Spelle	Scheyern
Gnaphosidae																		
<i>Drassodes cupreus</i>	(Blackwall, 1834)		h	o+	(x)	VII	0-1	4	4	E+	P-S	C-S			2			
<i>Drassodes lapidosus</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	o+	x	VII	0-3	4	4	P	P-N	C-S	1		3			
<i>Drassodes pubescens</i>	(Thorell, 1856)		sh	o+	x	VII	0-1	3	3	P	P-N	C-S				20	8	6
<i>Drassyllus lutetianus</i>	(L. Koch, 1866)		sh	o+	(h)	VII	1	3	3	P	P-K	C-D	88		120			56
<i>Drassyllus praeficus</i>	(L. Koch, 1866)		sh	o+	x	VII	1	3	3	P	P-S	C-S				141		
<i>Drassyllus pusillus</i>	(C. L. Koch, 1833)		sh	o+	(x)	VII	1	2	2	P	P-M	C-D	135		184	433	93	18
<i>Haplodrassus signifer</i>	(C. L. Koch, 1839)		sh	o+	x	VII	1	3	3	H	P-N	C-D	27		101	44		
<i>Haplodrassus silvestris</i>	(Blackwall, 1833)		sh	w	(x)w	VII	1	3	4	E	P-M	C-S	7		1	25	14	
<i>Haplodrassus umbratilis</i>	(L. Koch, 1866)		sh	ow	(x)(w)	VIIa	1	3	3	P	P-S	C-S					7	
<i>Mcaria pulicaria</i>	(Sundevall, 1831)		sh	o+	eu	VII	0-1	2	2	H	P-A	C-S	4	5	37	80	48	
<i>Trachyzelotes pedestris</i>	(C. L. Koch, 1837)		h	o+	x	VII	1	3	3	E+	P-K	C-S				7	5	
<i>Zelotes clivicola</i>	(L. Koch, 1870)		h	w	(x)w	VIIa	1	3	3	E	P-N	C-S	2				21	5
<i>Zelotes electus</i>	(C. L. Koch, 1839)		h	o	x	VIIa	1	3	2	E+	P-M	C-S					23	
<i>Zelotes erebeus</i>	(Thorell, 1871)	V	mh	ow	x	VIIb	1	3	3	E+	P-M	C				1		
<i>Zelotes exiguus</i>	(Müller/Schenkel, 1895)	G	s	o	x	VII	1	2	1	E-	P-C	C-S				1		
<i>Zelotes latreillei</i>	(Simon, 1878)		sh	o+	(x)	IV	1	3	3	P	P-M	C-D	7		12	68	24	1
<i>Zelotes longipes</i>	(L. Koch, 1866)		h	o	x	VIIb	1	3	3	P	P-M	C			2			1
<i>Zelotes petrensis</i>	(C. L. Koch, 1839)		sh	o+	x	IV	1	3	3	P	P-S	C-S				13	2	
<i>Zelotes subterraneus</i>	(C. L. Koch, 1833)		sh	w+	(w)	IV	0-1	3	3	P	P-M	C-D	3		2	7	115	
Philodromidae																		
<i>Philodromus albidus</i>	Kulczynski, 1911		h	w+	(w), arb	VII	41335	2	2	E-	P-M	C-D					1	
<i>Tibellus oblongus</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	o	x	VII	2	3	4	H	P-A	C-S				7		
Thomisidae																		
<i>Diaea dorsata</i>	(Fabricius, 1777)		sh	w	w, arb	VI	41396	3	3	P	P-M	C-S	1	2			1	1
<i>Ozyptila atomaria</i>	(Panzer, 1801)		sh	o+	(x)(w)	IV	1	3	3	P	P-A	C-S				7		
<i>Ozyptila claveata</i>	(Walckenaer, 1837)		h	o	x	VII	1	2	2	E+	P-M	C				1		
<i>Ozyptila praticola</i>	(C. L. Koch, 1837)		sh	w+	(w)	VII	1	2	2	H	P-M	C-S	17	1	2	81	490	12
<i>Ozyptila simplex</i>	(O. P.-Cambridge, 1862)		h	o	(h)	VII	1	2	2	E+	P-K	C-S				394		
<i>Ozyptila trux</i>	(Blackwall, 1846)		sh	ow	h(w)	VII	1	2	2	P	P-S	C-D				9		13
<i>Xysticus acerbus</i>	Thorell, 1872		h	o	(x)	VII	1	3	3	P	P-S	C-S				78		5
<i>Xysticus audax</i>	(Schränk, 1803)		h	w+	(w), arb	VII	41397	3	3	P	P-N	C-S			1			5
<i>Xysticus bifasciatus</i>	C. L. Koch, 1837		sh	o	(x)	VII	41334	3	4	P	P-A	C-D	8		13	44		8
<i>Xysticus cristatus</i>	(Clerck, 1757)		sh	o+	x	VI	41334	3	3	P	P-A	C-D	118		161	209	217	35
<i>Xysticus erraticus</i>	(Blackwall, 1834)		sh	o	x	VII	41306	3	3	E	P-M	C-S			1			
<i>Xysticus kochi</i>	Thorell, 1872		sh	o	eu	VII	41334	3	3	P	P-A	C-D	116		24	287	30	76
<i>Xysticus lanio</i>	C. L. Koch, 1835		h	w	(h)w,arb	VII	41367	3	3	P	P-S	C-S	3			4		
<i>Xysticus ulmi</i>	(Hahn, 1831)		sh	o+	h	VIIa	2	3	3	P	P-S	C-S	31	1	60	3	1	5
Salticidae																		
<i>Ballus chalybeius</i>	(Walckenaer, 1802)		h	w+	(w),arb	VII	41395	2	2	E+	P-M	C-S		1			J	
<i>Dendryphantus rudis</i>	(Sundevall, 1833)		mh	w+	w,arb	VII	41398	3	3	P	P-M	C-S						1
<i>Euophrys frontalis</i>	(Walckenaer, 1802)		sh	ow	(x)(w)	VII	41306	2	2	P	P-A	C-S			3	15	61	6
<i>Evarcha arcuata</i>	(Clerck, 1757)		sh	o+	eu	VII	41334	3	3	P	P-S	C-S	1					
<i>Evarcha falcata</i>	(Clerck, 1757)		sh	ow	(x)(w)	II	41334	3	3	P	P-M	C-S	1				1	
<i>Heliophanus flavipes</i>	(Hahn, 1832)		sh	o+	x	VIIa	41306	2	3	P	P-S	C-S				2	1	
<i>Neon reticulatus</i>	(Blackwall, 1853)		sh	w	w	II	1	2	1	H	P-S	C-S				6	7	
<i>Phlegra fasciata</i>	(Hahn, 1826)		sh	o+	(x)	VII	1	3	3	P	P-A	C-S				9	2	1
<i>Salticus cingulatus</i>	(Panzer, 1797)		mh	w+	(w), arb, R	VII	41367	3	3	P	P-M	C-S		1				
<i>Sibianor aurocinctus</i>	(Ohlert, 1865)		h	o	(h)	VII	41334	2	2	P	P-M	C-S				3		1
<i>Sibianor laeae</i>	Logunov, 2001	D	ss	o	h	VII	41306	2	2	P	P-M	C-S					1	
<i>Talavera aequipes</i>	(O. P.-Cambridge, 1871)		sh	o	(x)(w)	VII	1	2	1	P	P-M	C-S			10	4		
<i>Talavera inopinata</i>	Wunderlich, 1993		s	o	x	VII	1	2	1	E--	P-C	C-S				15		
288	Artensummen	16											128	31	129	183	166	141
	Summen adulte												18673	166	12954	31297	49336	11261

11.5.3 Fotodokumentation

11.5.3.1 Marpingen

2011	2012
Mar A	
	
Mar B	
	
Mar C	
	

2011	2012
Mar D	
	
Mar E	
	
Mar F Auf Foto 2012 sind am linken Bildrand Mar G, in der Bildmitte Mar F und am rechten Bildrand Mar E zu sehen	
	

2011	2012
Mar G	
	
Mar H	
	
Mar I	
	



Abbildung 239: Fotodokumentation Marpingen

11.5.3.2 Spelle

2011	2012
Spe A	Spe I
	
Spe B	
	
Spe C	
	

2011	2012
Spe D	
	
Spe E	
	
Spe F	
	



Abbildung 240: Fotodokumentation Spelle

11.6 Anhang zu Kapitel 4.4.4 „Vögel“

Tabelle 226: Vogelkartierung Modellstandort Allendorf-Haine 2011 und 2012.

Haine 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel	2					10				
Bachstelze			x			2				
Baumfalke								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Baumpieper						5	1			
Blaumeise			x			6				
Bluthänfling --			x			3				
Braunkehlchen								x	x	
Buchfink			x			16				
Buntspecht						4				
Dohle								x		
Dorngrasmücke	4					20				1 Brut in Agrarholzpolter
Eichelhäher						2				
Elster						2				
Feldlerche	7					37				
Feldsperling			x			2				
Fichtenkreuzschnabel								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Fitis	4					8				
Gartenbaumläufer						1				
Gartengrasmücke	1					5				
Gartenrotschwanz								x	x	
Gelbspötter						1				
Gimpel						1				
Goldammer	1					21				
Grauschnäpper						1	1			
Grauspecht								x		
Grünfink						2				
Grünspecht								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Haubenmeise						1				
Hauszperling			x					x		
Heckenbraunelle			x			3				
Hohltaube						2				
Jagdfasan								x		
Kernbeißer						1				
Klappergrasmücke						2				
Kleiber						3				
Kohlmeise			x			11				
Kolkrabe								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Kuckuck						1				
Mäusebussard			x			1				
Misteldrossel						2				
Mönchsgrasmücke	1					11				
Neuntöter								x		Nahrungsgast; 3 Bruten außerh. UG
Rabenkrähe			x			2				
Rebhuhn	1					3				
Ringeltaube			x			5				
Rotkehlchen	1					6				

Haine 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Rotmilan			x					x		
Schwanzmeise	1					2				
Singdrossel			x			7				
Sommergoldhähnchen						2				
Sperber								x		Nahrungsgast; 2 Bruten außerh. UG
Star						3				
Steinschmätzer								x	x	
Stieglitz			x			2				
Sumpfmeise						2				
Sumpfrohrsänger						1				
Tannenmeise						5				
Trauerschnäpper						1				
Turmfalke			x			1				Baumbrut in Solitärfläche
Wacholderdrossel						4				
Wachtel			x			3				
Waldbaumläufer						2				
Waldlaubsänger						1				
Waldohreule								x		Nahrungsgast; 2 Bruten außerh. UG
Wanderfalke			x					x		
Weidenmeise						1				
Wiesenpieper								x	x	
Wiesenschafstelze								x	x	
Wintergoldhähnchen						6				
Zaunkönig						4				
Zilpzalp	1					12				

Haine 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel	2					12				1 Brut in AIK-Miete
Bachstelze			x					x		
Baumpieper								x		
Blaumeise			x			7				
Bluthänfling			x			2				
Braunkehlchen			x	x				x	x	
Buchfink			x			23				
Buntspecht						2				
Dohle								x		
Dorngrasmücke	4					12				
Eichelhäher						2				
Elster			x			4				
Erlenzeisig						1				
Feldlerche	9					35				
Feldsperling			x			3				
Fichtenkreuzschnabel								x		
Fitis	8					12				
Gartenbaumläufer						1				
Gartengrasmücke	4					6				
Gimpel								x		
Girlitz						1				
Goldammer			x			17				
Grünfink			x			2				
Grünspecht								x		
Grauspecht						1				
Habicht								x		
Haubenmeise						3				
Heckenbraunelle			x			4				
Jagdfasan			x					x		
Kernbeißer								x		
Kiebitz			x					x		
Klappergrasmücke			x			2				
Kleiber						3				
Kohlmeise			x			11				
Kuckuck								x		
Mönchsgrasmücke	1					8				
Mauersegler			x					x		
Misteldrossel						2				
Mäusebussard			x			1				
Neuntöter						1				
Nilgans								x		
Rabenkrähe			x			4				
Rauchschwalbe			x					x		
Rebhuhn	1					3				
Ringeltaube						4				
Rohrhammer			x					x		

Haine 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Rotkehlchen			x			10				
Rotmilan			x					x		
Schleiereule								x		
Schwanzmeise	1					3				
Schwarzspecht						1				
Schwarzkehlchen								x		
Schwarzmilan			x					x		
Schwarzstorch								x		
Singdrossel			x			9				
Sommergoldhähnchen						2				
Sperlingkauz						1				
Star						1				
Steinschmätzer								x		
Stieglitz	1					2				
Sumpfmeise						1	1			
Sumpfrohrsänger	3					5				
Tannenmeise						7				
Trauerschäpper						2				
Turmfalke			x			1				Baumbrut in Solitärfichte
Türkentaube								x		
Wacholderdrossel						1				
Waldbaumläufer						2				
Waldkauz						1				
Waldlaubsänger						2				
Wanderfalke								x		
Wachtelkönig						1				
Weidenmeise						2				
Wespenbussard								x		
Wiesenpieper								x	x	
Wintergoldhähnchen						4				
Zaunkönig						3				
Zilpzalp	2					10				

Tabelle 227: Vogelkartierung Modellstandort Allendorf-Rennertehausen 2011 und 2012.

Rennertehausen 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel	2					11				
Bachstelze	1					1				
Blaumeise						5				
Baumpieper			x			1				
Bluthänfling	3					4				
Buchfink						13				
Buntspecht						1				
Dorngrasmücke	4					10				
Eichelhäher						2				
Elster						1				
Feldlerche	11					18				
Feldschwirl			x			2				
Feldsperling			x			1				
Fitis	5					10				
Gartenbaumläufer						2				
Gartengrasmücke	1					3				
Gelbspötter			x			2				
Gimpel						1	1			
Goldammer			x			11				
Grauschnäpper						1				
Grünfink			x			1				
Grünspecht								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Haubenmeise						1				
Heckenbraunelle	1		x			2	1			
Kernbeißer						1				
Klappergrasmücke			x				1			
Kleiber						2				
Kohlmeise			x			6				
Mäusebussard			x			1				
Misteldrossel			x			1				
Mönchsgrasmücke	3					8				
Neuntöter						1				

Rennertehausen 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Rabenkrähe			x			1				
Raubwürger			x					x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Rebhuhn	1					3				
Ringeltaube						3				
Rohrhammer	1					1				Weiden-KUP
Rotkehlchen	1					9				
Rotmilan			x					x		
Schwanzmeise						1				
Singdrossel						6				
Sommergoldhähnchen						2				
Sperber								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Star						1				
Stieglitz			x			1				
Sumpfmeise						1				
Sumpfrohrsänger	2					4				
Tannenmeise						2				
Trauerschnäpper						1				
Turmfalke								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Wachtel			x			4				
Wachtelkönig	1					2				
Waldkauz						1				
Waldlaubsänger						1				
Waldohreule								x		Nahrungsgast; Brut außerh. UG
Weidenmeise						1				
Wiesenpieper			x	x				x	x	
Wintergoldhähnchen						4				
Zaunkönig						2				
Zilpzalp	3					14				

Rennertehausen 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel	4					15				
Bachstelze			x					x		
Baumfalke			x					x		
Baumpieper			x	x		2				
Bergfink								x		
Blaumeise			x			9				
Bluthänfling			x			1				
Braunkehlchen			x	x		1			x	
Buchfink	1					30				
Buntspecht						2				
Dohle								x		
Dorngrasmücke	6					12				1 BP in AIK-Miete
Eichelhäher						3				
Elster			x			4				
Erlenzeisig								x		
Feldlerche	13					18				
Feldschwirl	1					2				
Feldsperling			x			2				
Fitis	11					14				
Gartengrasmücke	3					4				
Goldammer			x			14				
Grünfink			x			1				
Grünspecht			x			1				
Haubenmeise						3				
Hausrotschwanz			x					x		
Heckenbraunelle			x			3				
Hohltaube								x		
Jagdfasan								x		
Kernbeißer						2				
Klappergrasmücke			x			1				
Kleiber						3				
Kohlmeise			x			6				
Kolkrabe								x		
Mönchsgasmücke	3					10				
Misteldrossel			x			2				
Mäusebussard			x					x		
Neuntöter	1					1				1 BP in AIK-Miete
Nilgans								x		
Rabenkrähe			x			4				
Raubwürger			x			1				
Rauchschwalbe			x					x		
Rebhuhn	1					3				
Ringeltaube			x			5				
Rotkehlchen	1					9				

Rennertehausen 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Rotmilan			x					x		
Schwanzmeise	1					3				
Schwarzmilan								x		
Singdrossel			x			9				
Sommergoldhähnchen						1				
Star			x			1				
Stieglitz	1					2				
Sumpfmeise						1				
Sumpfrohrsänger	4					8				
Tannenmeise						3				
Trauerschnäpper								x		
Turmfalke			x					x		
Wacholderdrossel								x		
Waldbaumläufer						2				
Waldkauz						1				
Waldlaubsänger						2				
Weidenmeise						1				
Wespenbussard			x					x		
Wiesenpieper			x	x				x	x	
Wintergoldhähnchen						6				
Zaunkönig						5				
Zilpzalp	2					15				

Tabelle 228: Vogelkartierung Modellstandort Scheyern 2011 und 2012.

Scheyern 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel	1		x		x	3		x		
Blaumeise						3				
Bluthänfling			x		x			x		
Braunkehlchen							1			
Buchfink			x		x	4		x		
Dorngrasmücke						2				
Feldlerche						2		x		
Feldsperling			x		x	2	2			
Gartenbaumläufer						2				
Gartengrasmücke	1		x		x	2		x		
Girlitz								x		
Goldammer	2		x		x	6		x		
Grünfink			x		x			x		
Hausrotschwanz						1				
Hausperling								x		
Heckenbraunelle								x		
Jagdfasan								x		
Kleiber						1	1			
Kohlmeise			x		x	2		x		
Mäusebussard								x		
Mönchsgrasmücke			x		x	6		x		
Rabenkrähe						1				
Rauchschwalbe								x		
Rebhuhn						1	1			
Ringeltaube						1		x		
Rotkehlchen						2				
Schwarzmilan									x	
Singdrossel						1		x		
Star						1	1			
Stieglitz			x			2				
Sumpfmeise			x			1				
Sumpfrohrsänger	2					3				
Teichrohrsänger								x		
Turmfalke								x		
Wintergoldhähnchen						1				
Zilpzalp			x		x	5				

Scheyern 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel	3		x		x	9	1	x		nutzt zur Brut alle Gehölzstrukturen
Bachstelze			x				2			wenige Beob., wohl brütend
Blaumeise			x		x	5				-
Bluthänfling			x					x		mehrfach in den Aik's
Buchfink			x		x	10	2	x		nutzt zur Brut alle Gehölzstrukturen
Buntspecht			x			1	1	x		-
Dorngrasmücke	1	1	x		x	4	1	x		Hecken, Gebüschreihen, Aik's
Eichelhäher								x		-
Elster								x		seltener NG
Erlenzeisig							1	x		selten
Feldlerche						1		x		NG auch in Nähe der Aik's
Feldsperling			x		x	3		x		-
Gartenbaumläufer						2				in älteren Feldgehölzen
Gartengrasmücke	2		x		x	5		x		-
Gimpel								x		selten
Girlitz			x				1	x		selten
Goldammer	6	1	x		x	10	1	x		häufig, nutzt die Aik's genauso wie andere Gehölze
Gelbspötter			x		x					selten
Grauschnäpper						1				selten
Grünfink		1	x		x	3	1	x		-
Grünspecht							1	x		sucht auch zwischen den Aik's nach Nahrung
Haubenmeise							1			nur im Wald
Hausrotschwanz						1				-
Heckenbraunelle						1				-
Jagdfasan			x			x		x		2-3 Bruten, Angabe von BP wegen Harempolygynie nicht möglich
Kleiber						4	1			-
Kohlmeise			x		x	3	1	x		-
Mäusebussard								x		seltener NG
Misteldrossel								x		-
Mönchsgrasmücke		1	x		x	7	1	x		-
Neuntöter							1			selten
Pirol								x		selten, Einzelbeobachtung
Rabenkrähe								x		Streifen zwischen den Aik's werden zur Nahrungssuche genutzt
Ringeltaube			x			3		x		-
Rauchschwalbe								x		selten, nur 2 Beobachtungen
Rotdrossel				x				x	x	-
Rotkehlchen			x			4				-
Singdrossel			x			3				-
Schwanzmeise								x		- , keine Hinweise, aber Brut wahrscheinlich
Schwarzspecht								x		1 Beobachtung im Wald in SW
Sommergoldhähnchen						1		x		selten
Star						3				selten
Stieglitz			x			1		x		selten
Sumpfmehse			x			2		x		-
Tannenmeise						2		x		-
Wacholderdrossel			x	x		4		x	x	-
Waldbaumläufer						1		x		-
Weidenmeise								x		nur eine Beobachtung
Waldkauz								x		nur eine Beobachtung
Wintergoldhähnchen								x		nur eine Beobachtung
Wiesenpieper								x	x	nur eine Beobachtung
Zaunkönig								x		nur 3 Beobachtungen, davon 2 außerh.
Zilpzalp			x		x	2				-

Tabelle 229: Vogelkartierung Modellstandort Freising-Pulling 2011 und 2012.

Pulling 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						2		x		
Bachstelze						1		x		
Blaumeise			x		x		1	x		
Bluthänfling					x			x		
Buchfink						2		x		
Buntspecht						1		x		
Dorngrasmücke							1	x		
Feldlerche						1				
Feldsperling								x		
Gartenbaumläufer						1		x		
Gartengrasmücke						2		x		
Gartenrotschwanz								x		
Gelbspötter			x			1		x		
Girlitz									x	
Goldammer			x			4		x		
Grünfink									x	
Grünspecht						1		x		
Hausrotschwanz								x		
Jagdfasan							1	x		
Kiebitz						2		x		
Kohlmeise			x		x	3	2	x		
Mönchsgrasmücke						2		x		
Neuntöter						1				
Pirol							1			
Rabenkrähe								x		
Rauchschwalbe								x		
Rebhuhn								x		
Rohrweihe								x		
Singdrossel						1		x		
Star						1		x		
Stieglitz						1		x		
Sumpfrohrsänger	1					2		x		
Turmfalke								x		
Wacholderdrossel									x	
Wachtel	1					1				
Wespenbussard								x		
Wiesenschafstelze							1			
Zaunkönig	1					1				
Zilpzalp						1				

Pulling 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel			x			8		x		
Bachstelze								x		
Baumpieper								x		
Blaumeise			x		x	4		x		
Bluthänfling			x					x		
Buchfink						5		x		
Buntspecht							1	x		
Dorngrasmücke						1		x		
Feldlerche						2	1	x		
Feldschwirl		1					1			
Feldsperling			x			5		x		
Gartengrasmücke			x		x	2		x		
Gebirgsstelze								x		
Gelbspötter						3		1		
Goldammer			x		x	11		x		
Grünfink						3		x		
Grünspecht								x		
Heckenbraunelle			x		x	2				
Jagdfasan								x		
Kiebitz						3		x		
Klappergrasmücke								x		
Kohlmeise			x		x	3		x		
Kormoran								x		
Kuckuck								x		
Mönchsgrasmücke			x		x	7	1	x		
Mehlschwalbe						1				
Mäusebussard								x		
Pirol								x		
Rabenkrähe						1		x		
Rauchschwalbe						1		x		
Ringeltaube								x		
Rohrweihe								x		
Rotkehlchen						2		x		
Schlagschwirl			x		x		1	x		
Schwanzmeise						1		x		
Singdrossel						3		x		
Star						3		x		
Stieglitz						1		x		
Stockente							1			
Sumpfmeise								x		
Sumpfrohrsänger	1					2		x		
Turnfalke								x		
Wacholderdrossel						2		x		
Wiesenpieper								x		
Zilpzalp			x		x			x		

Tabelle 230: Vogelkartierung Modelsstandort Marpingen-Bastberg 2011 und 2012.

Bastberg 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						6				
Bachstelze			x	x		3		x	x	
Baumpieper	1					2				
Blaumeise						6				
Bluthänfling --	1		x	x		3		x	x	
Braunkehlchen								x	x	
Buchfink			x			13		x		
Buntspecht						2				
Dohle								x		
Dorngrasmücke			x	x		10				
Eichelhäher						2				
Elster			x			3				
Feldlerche			x	x		17		x	x	
Feldsperling								x		
Fitis			x			3				
Gartengrasmücke			x			5				
Gartenrotschwanz				x		4		x	x	
Gimpel						2				
Goldammer						26		x		
Grauschnäpper						3		x		
Grünfink			x			3		x		
Haubenmeise						1		x		
Hausperling						15		x		
Hausrotschwanz			x	x		2		x	x	
Heckenbraunelle			x	x		6		x	x	
Hohltaube						1		x		
Jagdfasan						2		x		
Kleiber						2				

Bastberg 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Kleinspecht						1				
Kohlmeise			x			11				
Mauersegler			x	x		1		x	x	
Mäusebussard			x			1		x		
Mehlschwalbe								x	x	
Misteldrossel						2				
Mönchsgrasmücke			x	x		12		x	x	
Nachtigall						1		x		
Neuntöter			x	x				x	x	Nahrungsgast; Brut außerh.
Rabenkrähe			x			2		x		
Rauchschwalbe			x	x				x	x	
Ringeltaube						3		x		
Rotkehlchen			x			5		x		
Rotmilan			x	x				x	x	
Schwanzmeise						1				
Schleiereule			x			1		x		
Singdrossel						9		x		
Star						10		x	x	
Steinschmätzer								x	x	
Stieglitz								x	x	Nahrungsgast; Brut außerh.
Sumpfmeise						2		x		
Sumpfrohrsänger						4		x	x	
Tannenmeise						1				
Turmfalke						1				Nahrungsgast; Brut außerh.
Wacholderdrossel								x		
Wachtel						1				
Weidenmeise								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Wendehals								x		Brut in Alsbachaue
Wespenbussard								x	x	
Wiesenpieper								x	x	
Wiesenschaftelze						1		x	x	
Wintergoldhähnchen						2				
Zaunkönig						4				
Zilpzalp			x	x		9		x	x	

Bastberg 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel			x			13		x		
Bachstelze			x	x		3		x	x	
Baumfalke			x					x		
Baumpieper			x	x		4		x	x	
Blaumeise			x			13		x		
Bluthänfling --	1		x			2		x		
Braunkehlchen			x	x				x	x	
Buchfink			x			21		x		
Buntspecht						2	1			
Dohle								x		
Dorngrasmücke	1		x	x		12		x	x	
Eichelhäher						3				
Elster						4				
Feldlerche	12		x	x		20		x	x	
Feldsperling						10				
Fitis			x			2		x		
Gartenbaumläufer						4				
Gartengrasmücke			x			8		x		
Gartenrotschwanz						3		x	x	
Gebirgsstelze						au		x		
Gimpel						3		x		
Goldammer	1		x			35		x		
Grünfink	2		x					x		
Grünspecht						2		x		
Graureiher								x		
Grauschnäpper						1		x		
Habicht								x		
Haubenmeise						1		x		
Hausrotschwanz			x	x		2		x		
Hausperling						15				
Heckenbraunelle			x			10		x		
Hohltaube						1		x		
Jagdfasan	2		x					x		
Kernbeißer						3		x		
Klappergrasmücke						2		x		
Kleiber						3		x		
Kleinspecht								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Kohlmeise			x			16		x		
Kolkrabe								x		
Kuckuck									x	
Mönchsgrasmücke			x	x		22		x	x	
Misteldrossel						2		x		

Bastberg 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Mäusebussard			x			2		x		
Nachtigall						1				
Neuntöter	1		x	x		2		x	x	
Rabenkrähe			x			3		x		
Ringeltaube			x			6				
Rotkehlchen						8		x		
Schleiereule								x		
Schwanzmeise						2		x		
Schwarzstorch								x		
Singdrossel			x			12		x		
Sperber								x		
Star								x	x	
Stieglitz	1		x			2		x		
Straßentaube								x		
Sumpfmeise						4		x		
Sumpfrohrsänger						4		x		
Tannenmeise						1		x		
Trauerschnäpper									x	
Turmfalke			x			1		x		Brutplatz außerh.
Wachtel	2		x	x				x	x	
Waldbaumläufer								x		
Waldkauz								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Weißstorch									x	
Weidenmeise						1		x		
Wendehals						1			x	
Wespenbussard			x	x				x	x	
Wiesenpieper			x	x				x	x	
Wintergoldhähnchen						3		x		
Zaunkönig			x			8		x		
Zilpzalp			x	x		14		x	x	

Tabelle 231: Vogelkartierung Modellstandort Marpingen-Metzelberg 2011 und 2012.

Metzelberg 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						4				
Bachstelze						1				
Baumpieper						4				
Blaumeise						7				
Bluthänfling						1				
Buchfink						21				
Buntspecht						2				
Dohle								x		
Dorngrasmücke						5				
Eichelhäher						2				
Elster						1				
Erlenzeisig								x		
Feldlerche						13				
Feldsperling								x		
Fitis						1				
Gartenbaumläufer						3				
Gartengrasmücke						3				
Gartenrotschwanz						1				
Gelbspötter								x		
Gimpel						1				
Goldammer						12				
Graureiher								x		
Grauschnäpper						2				
Grünfink								x		
Hauszperling						10				
Heckenbraunelle						1				
Jagdfasan								x		
Kernbeißer						1				
Kleiber						5				
Kohlmeise						10				

Metzelberg 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Mauersegler								x		
Mäusebussard								x		
Mehlschwalbe								x		
Misteldrossel								x		
Mittelspecht						1				
Mönchsgrasmücke						10				
Neuntöter								x		
Rabenkrähe						1				
Rauchschwalbe								x		
Ringeltaube						2				
Rotkehlchen						8				
Rotmilan								x		
Singdrossel						7				
Sommergoldhähnchen						1				
Sperber						1				
Star						1				
Steinschmätzer									x	
Stieglitz								x		
Sumpfmiese						3				
Tannenmeise								x		
Trauerschnäpper						2				
Turmfalke								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Wacholderdrossel								x		
Wachtel						1				
Waldbaumläufer								x		
Waldkauz						1				
Waldlaubsänger						2				
Waldohreule						1				
Wespenbussard								x		
Wiesenpieper									x	
Wiesenschafstelze									x	
Wintergoldhähnchen						3				
Zaunkönig						5				
Zilpzalp						6				

Metzelberg 2012										
Art	Nutzung der Agrargehöuze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehöuze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						13				
Bachstelze						2				
Baumpieper						3				
Blaumeise						11				
Bluthänfling						2				
Braunkehlchen									x	
Buchfink						35				
Buntspecht						3				
Dohle								x		
Dorngrasmücke						3				
Eichelhäher						4				
Elster								x		
Feldlerche						17				
Feldsperling								x		
Fitis						2				
Gartenbaumläufer						4				
Gartengrasmücke						3				
Gartenrotschwanz								x		
Gimpel								x		
Goldammer						13				
Grünspecht								x		
Grauschnäpper						3				
Haubenmeise						2				
Hausrotschwanz						1				
Haussperling						10				
Heckenbraunelle						2				
Hohltaube								x		
Jagdfasan								x		
Kernbeißer						4				
Klappergrasmücke						1				
Kleiber						7				
Kleinspecht						1				
Kohlmeise						13				
Mönchsgrasmücke						14				

Metzelberg 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze incl. korrespondier. Acker					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Misteldrossel						1				
Mittelspecht						1				
Mäusebussard								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Neuntöter						2				
Nilgans								x		
Rabenkrähe						3				
Raubwürger									x	
Ringeltaube						3				
Rotkehlchen						13				
Rotmilan								x		
Schwanzmeise						2				
Singdrossel						10			x	
Sommersgoldhähnchen						3				
Sperber						1				
Star						1				
Stieglitz						1				
Sumpfschneise						5				
Tannenmeise						1				
Trauerschnäpper						1				
Turmfalke								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Wacholderdrossel								x		Nahrungsgast; Brut außerh.
Wachtel						1				
Waldbaumläufer						2				
Waldlaubsänger						4				
Wiesenpieper									x	
Wiesenweihe									x	
Wintergoldhähnchen						5				
Zaunkönig						6				
Zilpzalp						9				

Tabelle 232: Vogelkartierung Modellstandort Spelle-Zur Mühle 2011 und 2012.

Zur Mühle 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						9	1			
Bachstelze			x			2		x		
Blaumeise					x	6				
Bluthänfling								x		
Buchfink			x		x	21				
Buntspecht							1			
Dohle			x			1		x		
Dorngrasmücke					x	8				
Eichelhäher							2			
Elster			x			1				
Feldsperling						2				
Fitis						1				
Flussuferläufer									x	
Gartenbaumläufer						3				
Gartengrasmücke							1			
Gartenrotschwanz							2			
Gelbspötter							1			
Goldammer			x		x	4				
Graureiher								x		
Grauschnäpper							3			
Großer Brachvogel								x		
Grünfink			x			2				
Grünspecht								x		
Hausrotschwanz						1				
Haussperling						3				
Heckenbraunelle						5				
Hohltaube								x		
Jagdfasan	1		x			5				

Zur Mühle 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Lachmöwe								x		
Mäusebussard								x		
Mehlschwalbe								x		
Misteldrossel						2				
Mönchsgrasmücke			x		x	15				
Nachtigall						2		x		
Rabenkrähe			x					x		
Rauchschwalbe							1	x		
Reiherente									x	
Ringeltaube			x			4				
Rotkehlchen						2				
Singdrossel						1				
Sperber								x		
Star						3				
Steinschmätzer									x	
Stieglitz								x		
Stockente							1			
Sumpfmiese						1				
Sumpfrohrsänger							1			
Turmfalke			x					x		
Wachtel							1			
Wiesenpieper				x					x	
Wiesenschafstelze									x	
Zaunkönig						2				
Zilpzalp			x		x	17				

Zur Mühle 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel			x			34				
Austernfischer									x	
Bachstelze						2				
Blaumeise						9				
Bluthänfling			x					x		
Buchfink			x		x	30		x		
Buntspecht						2				
Dohle						4				
Dorngrasmücke					x	12		x		
Eichelhäher								x		
Elster								x		
Feldsperling						2				
Fitis						1				
Gartenbaumläufer						4				
Gartengrasmücke						4		x		
Gartenrotschwanz							2			
Gebirgsstelze									x	
Goldammer		1	x		x	10	1	x		
Grünfink						1				
Grünspecht								x		
Graureiher								x		
Großer brachvogel								x		
Habicht								x		
Hausrotschwanz						1				
Haussperling						18				
Heckenbraunelle			x			8		x		
Hohltaube							1			
Jagdfasan			x			2				
Kiebitz								x		
Kleiber						2				
Kohlmeise						7				
Kormoran									x	
Krickente									x	
Kuckuck								x		

Zur Mühle 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Münchsgasmusücke						19		x		
Mauersegler								x		
Mehlschwalbe								x		
Misteldrossel						1				
Nachtigall						4				
Nilgans								x		
Rabenkrähe			x			5				
Rauchschwalbe								x		
Reiherente									x	
Ringeltaube			x			14				
Rotkehlchen						4				
Schwanzmeise									x	
Singdrossel			x		x	3				
Sperber								x		
Star						4				
Stockente						4				
Straßentaube								x	x	
Sumpfmeise						2				
Türkentaube								x		
Teichhuhn						1				
Turmfalke								x		
Turteltaube						1				
Wachtel								x		
Waldwasserläufer									x	
Weißstorch									x	
Wiesenpieper									x	
Wintergoldhähnchen									x	
Zaunkönig						6				
Zilpzalp			x			21		8		

Tabelle 233: Vogelkartierung Modellstandort Spelle-Kranenmoorstraße 2011 und 2012.

Kranenmoorstraße 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						1				
Bachstelze						2				
Baumpieper									x	
Blaumeise						1				
Bluthänfling --									x	
Buchfink						13				
Buntspecht								x		
Dohle								x		
Dorngrasmücke						3				
Eichelhäher								x		
Feldlerche								x		
Feldsperling							1			
Fitis						2				
Gartenbaumläufer						2				
Gartengrasmücke						2				
Gartenrotschwanz							1			
Gelbspötter									x	
Goldammer						1				
Grauschnäpper						1				
Großer Brachvogel								x		
Grünfink						1				
Grünspecht								x		
Hausrotschwanz							1			
Haussperling						2				
Heckenbraunelle						4				
Hohltaube							1			
Jagdfasan							2			
Kiebitz						2				
Kleiber							1			
Kohlmeise						2				
Mäusebussard							1			
Mönchsgrasmücke						2		x		
Nilgans									x	
Rabenkrähe								x		
Rauchschwalbe								x		
Ringeltaube						1				
Rotkehlchen						1				
Singdrossel							1			
Star						1				
Steinschmätzer									x	
Stieglitz									x	
Turmfalke								x		
Turteltaube									x	
Wiesenschafstelze									x	
Zaunkönig						1				
Zilpzalp						5	1			

Kranenmoorstraße 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel			x			16		x		
Bachstelze								x		
Baumpieper					x	1				
Blaumeise						4				
Bluthänfling								x		
Buchfink						19		x		
Buntspecht								x		
Dohle								x		
Dorngrasmücke					x	4		x		
Eichelhäher								x		
Feldlerche								x		
Feldsperling						1				
Fitis						1				
Gartenbaumläufer						1				
Gartengrasmücke								x		
Gartenrotschwanz							1			
Goldammer					x	9		x		
Grünfink						1				
Grünspecht								x		
Graureiher								x		
Großer Brachvogel								x		
Hausrotschwanz						1				
Haussperlings						11				
Heckenbraunelle			x		x	2		x		

Kranenmoorstraße 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Hohltaube						1				
Jagdfasan			x			2		x		
Kiebitz			x			2		x		
Kleiber						1				
Kleinspecht								x		
Kohlmeise						3				
Kuckuck								x		
Mönchsgrasmücke						5		4		
Mauersegler								x		
Mehlschwalbe								x		
Misteldrossel								x	x	
Mäusebussard								x		
Nachtigall									x	
Rabenkrähe						2				
Rauchschwalbe			x					x		
Ringeltaube			x			4		x		
Rotkehlchen						3				
Singdrossel						2				
Star						2				
Steinkauz							1			
Steinschmätzer									x	
Stieglitz						1				
Sumpfmeise								x		
Turmfalke								x		
Waldkauz						1				
Waldohreule						1				
Wiesenpieper									x	
Zaunkönig						4				
Zilpzalp						7		x		

Tabelle 234: Vogelkartierung Modellstandort Spelle-Bramhof 2011 und 2012.

Bramhof 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel						10				
Bachstelze		1					2			
Buchfink			x			2				
Buntspecht								x		
Dohle						6				
Dorngrasmücke			x		x	3				
Eichelhäher						1				
Elster						1				
Erlenzeisig									x	
Feldlerche								x		
Feldsperling						1				
Fitis						2				
Gartenbaumläufer						2				
Gartengrasmücke			x			1				
Gartenrotschwanz						1				
Gelbspötter									x	
Goldammer			x		x	2				
Grauschnäpper							1			
Grünfink			x			2		x		
Habicht								x		
Hausrotschwanz						2				
Hausperling						3				

Bramhof 2011										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Heckenbraunelle						6				
Jagdfasan			x			3				
Kiebitz			x			3		x		
Klappergrasmücke			x	x				x	x	
Kohlmeise						6				
Mäusebussard								x		
Misteldrossel			x			1				
Mönchsgrasmücke						8				
Nilgans									x	
Rabenkrähe			x					x		
Rauchschwalbe			x					x		
Rebhuhn			x					x		
Ringeltaube						5				
Rohrweihe						1				
Rotkehlchen						4				
Schwanzmeise									x	
Singdrossel			x			1				
Sommergoldhähnchen							1			
Star						1				
Steinschmätzer									x	
Stieglitz								x		
Sumpfrohrsänger									x	
Trauerschnäpper									x	
Türkentaube								x		
Turnfalke								x		
Turteltaube						1				
Weißkopfmöwe								x		
Wiesenpieper									x	
Wiesenschafstelze									x	
Zaunkönig						2				
Zilpzalp						7				

Bramhof 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Amsel			x			16		x		
Bachstelze						2				
Baumpieper								x		
Blaumeise			x			6		x		
Bluthänfling								x		
Buchfink			x		x	17		x		
Buntspecht								x		
Dohle						3				
Dorngrasmücke			x		x	4		x		
Eichelhörer								x		
Feldlerche								x		
Feldsperling						1				
Fitis						2				
Gartenbaumläufer						2				
Gartengrasmücke								x		
Gartenrotschwanz									x	
Gelbspötter									x	
Goldammer			x		x	2		x		
Grünfink						4				
Grünspecht								x		
Habicht								x		
Hausrotschwanz						2				
Haussperling						13				
Heckenbraunelle						5		x		
Jagdfasan						2				
Kiebitz								x		

Bramhof 2012										
Art	Nutzung der Agrargehölze					ges. UG incl. Agrargehölze				Bemerkungen
	BP	BV	NG	DZ	SW	BP	BV	NG	DZ	
Klappergrasmücke							1			
Kleiber						1				
Kleinspecht									x	
Kohlmeise						5				
Mönchsgrasmücke						7		x		
Misteldrossel						1				
Mäusebussard						1				
Rabenkrähe						3				
Rauchschwalbe			x	x				x	x	
Ringeltaube						10				
Rotkehlchen						2				
Schleiereule						1				
Schwanzmeise								x		
Singdrossel						1				
Star			x			3		x		
Steinkauz						1				
Stieglitz			x			1		x		
Straßentaube								x	x	
Sumpfmeise								x		
Turmfalke								x		
Turteltaube									x	
Wachtel								x		
Wiesenpieper									x	
Zaunkönig						2				
Zilpzalp						12		x		