Endbericht

FKZ 22013905

Vorbereitende Studie (Phase I)

Analyse der Möglichkeiten zur

Etablierung einer extensiven
Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des
Kompensationsinstrumentariums der
Eingriffsregelung

zum praktischen Forschungsantrag (Phase II)

Praktische Feldversuche zur

Etablierung einer extensiven
Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des
Kompensationsinstrumentariums der
Eingriffsregelung

Prof. Dr. Peter Heck (Direktor)

Projektteam:

Dipl.-Ing. Agr. Frank Wagener (Leitung)

Dipl.-Ing. agr. Jörg Böhmer

Dipl.-Wirtschaftsingenieur (FH) Roland Cornelius

Dipl.-Forstwirt (TU) Ralf Michael Gebhard



Dipl.-Biol. Dr. Rüdiger Scherwaß

Dipl.-Biol. Ralf Krechel



Prof. Dr. Hans-Peter Michler

Birkenfeld, den 28.02.2008





Inhaltsverzeichnis:

1	Einf	ührung	5					
	1.1	Planungsdefizite - Flächenverfügbarkeit als Herausforderung	9					
	1.2	Umsetzungsdefizite - Finanzierung als Herausforderung	11					
	1.3	Hypothesen	12					
	1.	3.1 Grundlegende Hypothese	12					
	1.	3.2 Grundlegende Hypothese Umsetzung	12					
	1.	3.3 Grundsätzliche Chancen von Mehrnutzungskonzepten	12					
	1.4	Gesamtgesellschaftlicher Nutzen – Mehrnutzung statt Konkurrenz	14					
	1.5	Regionale Wertschöpfung	18					
	1.6	Alleinstellungsmerkmale	19					
2	Star	nd des Wissens	20					
	2.1	Arbeitsgespräche und Öffentlichkeitsarbeit	20					
	2.	1.1 Länderministerien	20					
	2.1.2 Forschungsinstitute, Verbände und Öffentlichkeitsarbeit							
	2.2	Anbausysteme für extensive Landnutzungsstrategien	23					
	2.	2.1 Biomasse aus der Landwirtschaft	23					
	2.	2.2 Extensiver Anbau von nachwachsenden Rohstoffen	25					
	2.	2.3 Extensivierung von Modellflächen in der Praxis	27					
	2.	2.4 Geeignete Kulturen	28					
	2.	2.5 Kombinierte Kulturen – Vielfalt auf Landschafts- und Feldebene	50					
	2.	2.6 Rolle der Landwirtschaft in der Wertschöpfungskette	53					
	2.3	Ökologie	56					
	2.	3.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der Datenrecherche	56					
	2.	3.2 Handlungsempfehlungen für das landschaftsökologische Monitoring in Phase II	60					
	2.4	Kontroll- und Zertifizierungssystem für extensive Biomasse-Erzeugung	67					
	2.5	Fondsmodelle	68					
	2.	5.1 Ziel des Kalkulationsmodells	68					
	2.	5.2 Aufbau	69					
	2.	5.3 Anwendung des Kalkulationsmodells	74					
	2.6	Recht	75					



	2.6.1 Zwischenergebnis Recht	75
	2.6.2 Zusammenfassender Überblick	79
	2.6.3 Ausblick Recht	88
	2.7 Angewandter Naturschutz	91
	2.7.1 Bewertungssysteme, Konventionen und wissenschaftliche Grundlagen	91
	2.7.2 Naturschutz und Landwirtschaft	92
3	Vorbereitung praktische Phase II	94
	3.1 Praktische Modellentwicklung	97
	3.1.1 Geeignete Regionen	97
	3.2 Zeitplan, Arbeitspakete & Meilensteine Phase II	103
	3.3 Bundesweiter praxisorientierter Forschungsverbund	106
	3.3.1 Institute Phase II	106
	3.3.2 Wissensmanagement	108
4	Resumee und Empfehlungen	109
5	Quellen	110
6	Anhang: Ergebnisse der Literatur- und Projektrecherche	123
	6.1 Abiotische Objekte	123
	6.1.1 Boden	123
	6.1.2 Klima / Luft	144
	6.1.3 Wasser	146
	6.2 Biotische Objekte	154
	6.2.1 Biotop (Ökotop)	154
	6.3 Biotisch-abiotische Objekte	189
	6.3.1 Landschaft	189
7	Anhang: Beispielskizzen Umsetzung	193



Abbildungsverzeichnis:

Landnutzungsstrategie zu erarbeiten	5
Abbildung 2: Täglicher Flächenverlust in der Landwirtschaft von 1980-2002 in NRW (VERHAAG et al. 2003, S. 11)	14
Abbildung 3: Der volkswirtschaftlich optimale Nutzen verändert sich in Zeit und Raum mit der Inwertsetzung von substituierbaren Produkten sowie gesamtgesellschaftlicher Anforderungen.	16
Abbildung 4: Schema landbaulicher Werkzeugkasten	28
Abbildung 5: Beispiele für extensive Anbausysteme/Kulturen und deren Leistungen	29
Abbildung 6: Potenzieller Mehrertrag bzw. Ertragsverlust bei Winterroggen auf einem grundwasserfernen Sandstandort mit Windschutzanlage in Durmersheim (MÖNDEL, 2006)	47
Abbildung 7: Prüfungskaskade in der so genannten naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung	76
Abbildung 8: So genannte baurechtliche Eingriffsregelung, ein kommunales Umsetzungswerkzeug	78
Abbildung 9: Förderszenarien für unterschiedliche Indikatoren (PÖLKING ET AL., 2006, S. 125)	95
Abbildung 10: Arbeitsgespräch im Januar 2008 in Freising (Bayern) an dem rund 30 Personen aus Politik, Fachbehörden, Landwirtschaft und Verbände teilnahmen und intensiv über konkret machbare Mehrnutzung statt Konkurrenz vor Ort diskutierten	103
Tabellenverzeichnis:	
Tabelle 1: Wechselwirkungen in Agroforstsystemen – einige Beispiele	52
Tabelle 2: Eingabemöglichkeit zur Zusammenstellung der Landnutzungsstrategie	70
Tabelle 3: Übersicht erfasster Daten für das Kulturenspektrum	71
Tahelle 4: Überblick über die Verwaltung und Entscheidungsbefugnisse der Ersatzzahlungen	85



1 Einführung

Der in ELKE verfolgte praxisbasierte Forschungsansatz überwindet die häufig segregierten Betrachtungsebenen der Landschaft und führt im Ergebnis zu Mehrnutzungskonzepten auf der Fläche: Nimmt man die Kulturlandschaft (siehe Abbildung 1) mit ihren Funktionen (linke Seite) nebst den gesellschaftlich verfassten Grundlagen (Basis) in Form von Gesetzen sowie Förderungsprogrammen in den Blick, fällt auf, dass die Hauptnutzer in dieser Landschaft – die Land- und Forstwirte – die einflussreichsten Gestalter der Kulturlandschaftsentwicklung sind. Aber es fällt auch auf, dass die Regelungsdichte und Zuständigkeiten in unserer Landschaft beachtlich und für den Einzelnen kaum noch überschaubar sind.

Es drängt sich die Frage auf, ob wir es uns - gerade unter dem Eindruck eines anhaltenden Flächenverbrauchs durch Siedlungs- und Verkehrsflächen – immer noch leisten können, die freie Landschaft überwiegend nach Einzelanforderungen aufzugliedern: hier Naturschutz, dort intensive Produktion, Grundwasserspende, Wasserschutz, Klimaschutz, Naherholung etc. (Landschaftsprodukte i.w.S.).

Ressourcen- und Flächeneffizienz erfordern vielerorts ein Umdenken und zwar von allen Beteiligten. Denn durch eine sinnvolle Mehrnutzung pro Flächeneinheit können wir die Flächeneffizienz signifikant erhöhen und durch ein kluges Kreislaufwirtschaften die Ressourceneffizienz steigern.

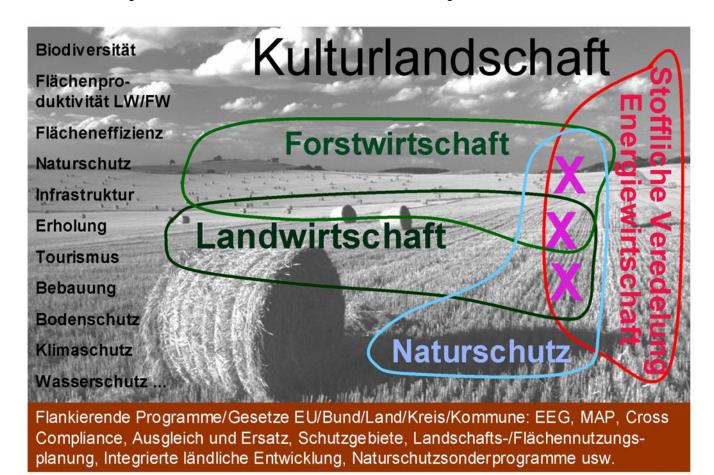


Abbildung 1: Quer denken - Schnittmengen identifizieren, um eine extensive, lokal verankerte Landnutzungsstrategie zu erarbeiten.



Konzentrieren wir uns auf die drei wesentlichen aktuellen Entwicklungen in unserer Landschaft:

- 1. Anhaltender Ressourcenverbrauch von Freifläche (überwiegend LN) zugunsten von Siedlungs- & Verkehrsfläche in der BRD, aktuell im gleitenden Vierjahresmittel 2003 – 2006: 113 ha/Tag (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2007) – Potenzialvernichtung¹: Bilanz 10 Jahreszeitraum: deutlich über 400.000 ha Verlust für Siedlungs- und Verkehrsfläche, vermutlich zusätzlich rund 400.000 ha Verlust für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen² von überwiegend LN: ca. 800.000 ha - ein dramatischer Wert für eine begrenzte Ressource. Mancherorts besonders in Verdichtungsräumen - führt der Verlust von LN zur Aufgabe landwirtschaftlicher Betriebe (Pachtflächenausstattung bis zu 80%)
- 2. Steigende Handelspreise auf den Weltmärkten sorgen in Deutschland für eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion: Der Handelspreis für Erdöl stieg von unter 20 \$, 1999, auf knapp unter 100 \$ / barrel Anfang 2008 – also eine Verfünffachung innerhalb von 8 Jahren. Innerhalb eines Jahres stieg der Rohölpreis von 60 \$ (1/2007) auf aktuell 90 \$ (Zugriff 28.01.2007: http://www.tecson.de/prohoel.htm), also ein Anstieg um 50%. Die internationalen Rohöl- / Energie-(auch Bioenergie) und Lebensmittelmärkte korrespondieren miteinander, so dass bei zunehmenden Energiepreisen auch die Flächen für die Bioenergieproduktion ausgeweitet werden. Die Nachfrage auf dem internationalen Lebensmittelmarkt in Verbindung mit den Ernteprognosen wie auch den gelagerten Reserven bestimmen die Marktpreise: In Deutschland konnte man diese Entwicklung von 2006 bis 2007 gut nachvollziehen, z.B. verdoppelten sich die Getreidepreise.

Gegenüber dem Zeitraum 1997–2000 ist die tägliche Flächeninanspruchnahme zum Zeitraum 2003-2006 von 129 ha auf 113 ha zurückgegangen, befindet sich aber weiterhin auf zu hohem Niveau. Die bundesweite Zunahme an Siedlungs- und Verkehrsfläche teilt sich auf in rund 74 ha pro Tag in den alten Bundesländern und rund 39 ha pro Tag in den neuen Bundesländern (einschließlich Berlin). Der Rückgang beruht im Wesentlichen auf einem konjunkturell begründeten Rückgang der Bauinvestitionen. Eine wirkliche Trendumkehr ist damit nicht gesichert. Im Falle einer Konjunkturbelebung ist mit einem Anstieg zu rechnen. Um die tägliche Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche bis 2020 auf 30 ha pro Tag zu reduzieren, ist eine umfassende Neuorientierung der Siedlungs- und Verkehrspolitik auf den Ebenen von Bund. Ländern und Kommunen erforderlich.

Bedeutung: Der Indikator "Flächeninanspruchnahme" bildet das Beeinträchtigungspotenzial hinsichtlich der naturnahen Räume und der natürlichen Bodenfunktionen durch Versiegelung und Zersiedelung ab. Darüber hinaus signalisiert er auf hoch aggregierter Ebene die Abweichung von nachhaltigem Wohn-, Konsum- und Mobilitätsverhalten.

Der Umgang mit dem Boden soll in qualitativer und quantitativer Hinsicht so erfolgen, dass er auch kommenden Generationen mit ausreichender Optionsvielfalt zur Verfügung steht. In einem dicht besiedelten Land wie Deutschland ist es von essentiellem Interesse, den Boden in seinen ökologischen Funktionen als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen und als Bestandteil des Naturhaushalts mit seinen Wasser- und Naturkreisläufen zu erhalten. Gleichzeitig gilt es, die vorhandene und künftige Flächennutzung im Sinne der Nachhaltigkeit für vielfältige Funktionen, z.B. für Siedlung, Erholung und Verkehr, für die Erzeugung von Lebensmitteln und nachwachsenden Rohstoffen, für wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen sowie Naturschutzzwecke weiter zu entwickeln.

Nachhaltige Flächennutzung zielt daher sowohl auf eine Verringerung der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme und effiziente Nutzung vorhandener Flächen als auch auf eine Aufwertung von Flächen in ökologischer Hinsicht.

¹ UMWELTBUNDESAMT (2007): " Indikator Flächeninanspruchnahme - Fachliche Bewertung:

² Der so genannte "doppelte Flächenverlust" für die Landwirtschaft durch Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ist bundesweit statistisch nicht erfasst, daher wird in dieser Betrachtung eine konservative Schätzung (Minimum) basierend auf Erfahrungswerten aus der Praxis vorgenommen. ... "



TOEWS & KUHLMANN haben diesen Zusammenhang im Bundesprojekt EVA anlässlich des Berliner Symposiums 2007 (vgl. insgesamt Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2007): verdeutlicht: Steigen die Marktpreise an, lohnt sich in der Regel eine Intensivierung des Landbaus, also eine stärkere Spezialisierung des Betriebes und eine Erhöhung des Betriebsmitteleinsatzes in dafür geeigneten Kulturen. Genau dieser Trend zeigt jetzt schon Wirkung in der Kulturlandschaft: Ausweitung intensiver Kulturen wie Mais und Raps zu Lasten von Grünland oder weniger intensiven Kulturen.

3. Die Kosten für den klassischen Naturschutz steigen: Das Marktentlastungsprogramm der Flächenstilllegung wird in 2008 ausgesetzt und vermutlich in 2009 endgültig eingestellt. Die Nachfrage nach Produktionsfläche (steigende Pacht und Landpreise) steigt und konkurriert mit naturschutzfachlichen Zielsetzungen wie z.B. dem bundesweiten Biotopverbund. Ein weiterer Hintergrund ist, dass z.B. der Vertragsnaturschutz mit steigenden Deckungsbeiträgen alternativer landwirtschaftlicher Produkte an Attraktivität verliert. Hebt man die Prämien an, müssen entweder mehr Finanzmittel in den klassischen Naturschutz fließen oder man gibt Flächenanteile auf und überlässt diese einer Intensivierung. Diese Wirkung setzt erst zeitlich verzögert ein, wenn laufende Verträge einseitig durch die Landwirte nicht mehr verlängert werden. Angewandter Naturschutz muss mehr mit der Region vernetzt werden.

Alleine diese drei Entwicklungen verdeutlichen: Wir brauchen neue vernetzte Mehrnutzungskonzepte, die mehr Leistungen auf derselben Fläche ermöglichen. Wir brauchen mehr Regionalisierung, mehr Zusammenwirken der praktischen Akteure mit dem zentralen Scharnier der Kommunen zu Gunsten der Sicherung von Finanzmitteln und Identität in einer Region. Wir brauchen weniger Reglementierung sondern mehr Initiativen, mehr Innovationen, mehr Zusammenwirken:

Hier setzt das Verbundprojekt ELKE an: Ziel ist die Erprobung von Lösungen aus der Praxis für die Praxis. Zum jetzigen Zeitpunkt wird keine bundesweite, praxisbasierte Verbundforschung betrieben, die wie ELKE die Herausforderungen unserer Zeit annimmt, indem die Themen Landbau (Verbindung von Land-, Forstwirtschaft und Gartenbau), Naturschutz, Klimaschutz, angewandtes Stoffstrommanagement, Kreislaufwirtschaften, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nebst Landschaftsplanung im Zusammenwirken der lokalen Akteure in der Praxis verbunden und in lokalen Landnutzungsstrategien umgesetzt werden. Das Ausmaß bzw. die Stärke von möglichen Synergieeffekten zwischen sinnvoller Biomasseproduktion und Bereichen des angewandten Naturschutz wurde in dieser Studie betrachtet, um die anschließend geplante praktische Erprobungsphase vorzubereiten.

In der Erprobungsphase soll die Flächenkonkurrenz zwischen Landwirtschaft und Naturschutz durch klare Qualitätsstandards und gegenseitige Akzeptanz (Landwirtschaft-Naturschutz-Naturschutzverwaltung / Landschaftsplanung) verringert bzw. je nach Region zugunsten der Schaffung eines Mehrwertes pro ha LN aufgelöst werden. Denn die Umsetzung ökologischer Leistungen im Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichsregelungen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ist ein wichtiger Baustein zur intelligenten Vernetzung von gesamtgesellschaftlichen Aufgaben mit einzelbetrieblichen und vor allem regional wirksamen landwirtschaftlichen Wirtschaftsweisen (vgl. Abbildung 1).



Die hier bearbeitete Phase I diente der Grundlagenerhebung und der Erarbeitung des aktuellen Wissenstandes. Stand der Erhebungsarbeiten ist Oktober 2007, des Rechtsgutachtens Juli 2007, wobei wenn möglich auch jüngere Arbeiten bis Februar 2008 noch Berücksichtigung fanden.



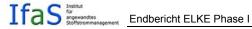
1.1 Planungsdefizite - Flächenverfügbarkeit als Herausforderung

Im Rahmen der Kompensation zerstörter Funktionen des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes zeigt sich bei genauerer Betrachtung ein v.a. verwaltungstechnisches und rechtliches Problem bzgl. des Flächenmanagements. Naturaufwertung im Rahmen von Flächenaufwertung ist aufgrund des voranschreitenden anthropogenen Flächenverbrauchs gesetzlich gefordert. Verlangt nun das Folgenbeseitigungsprogramm des Gesetzgebers die Wiedergutmachung der Schäden an Natur und Landschaft durch eine Flächenverbesserung vor Ort oder an anderer Stelle, so ergibt sich auch die Erfordernis der rechtlichen Verfügbarkeit und der ökonomischen Bewertung der knapper werdenden Ressource Boden (Wolf, 2001, S. 481ff.; Wolf, 1999, S. 545ff.). Die rechtliche Verfügbarkeit über Grundstücke, die zur Kompensation geeignet wären, muss in die Hand des Eingriffsverursachers gelangen. Dazu ist der Flächenankauf ein geeignetes und gängiges Mittel (BUNZEL, 1999, S.105). Herkömmliche Kompensationskonzepte werden häufig von Landwirten nicht unterstützt, da diese bei der Bereitstellung von Flächen ihre landwirtschaftliche Nutzung aufgeben. Aufwertungsfähiges Land befindet sich oft in landwirtschaftlicher Nutzung. Weitere Nutzungskonflikte (BUNZEL, 1999, S.106ff.; SEEWALD, 2004, 1ff.) können entstehen, besonders im Hinblick darauf, dass landwirtschaftliche Flächen auch im Rahmen von neuen Baulandumwidmungen ein beliebter Fundus sind (STEPHANY, 2003, S. 361ff.).

Der landwirtschaftliche Flächenverlust und die somit einhergehende Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung, bergen die Gefahr negativer Auswirkungen für die regionale Wertschöpfung und die allmähliche Veränderung der historisch gewachsenen Kulturlandschaft (HECK, 2003, S.143.). Summa summarum geht die landwirtschaftliche Nutzfläche – folgt man jener Flächenpolitik – in Deutschland zurück. Sollen anderweitige Flächen rechtlich verfügbar gemacht werden, die nicht zu landwirtschaftlichen Nutzflächen gehören, treten oftmals Umsetzungsschwierigkeiten anderer Art auf.

Der Erwerb großer zusammenhängender Flächen gestaltet sich häufig schwierig³. Resultat sind die vielfach in der urbanisierten Landschaft anzutreffenden ökologischen Inseln (WOLF, 2001, S. 481ff.; HECK, 2003, S.143ff.). Eine Verbindung zwischen den einzelnen Naturflächen (so genannter Biotopverbund) ist jedoch eine Grundvoraussetzung einer intakten faunistischen und floristischen Entwicklung im Naturraum.

³ Eine IfaS-Umfrage bei 10 Kommunen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen aus dem Jahr 2003 belegen für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen eine Kostenspanne je qm von rund 0,50 – 150,00 €. Hierin spiegelt sich das Gefälle von ländlichen Räumen bis hin zu Großstädten wieder. Im Extremfall kann eine Kommune vor Ort zeitweise nur noch Land zum Baulandpreis (150,00 bis 300,00 € und mehr) erwerben, auch wenn die Flächen nicht als solche ausgewiesen sind oder es beabsichtigt ist, diese auszuweisen. Land wird in Verdichtungsräumen vielerorts als Spekulationsobjekt genutzt.



Mit ELKE wird diese bundesweit anzutreffende Problematik aufgegriffen und durch eine neue Verbindung von Landbau mit einer Qualität für den angewandten Naturschutz aufgelöst (Mehrnutzungskonzept). Als weitere Basis von ELKE wird der Grundsatz verfolgt, die Flächen über vertragliche Verpflichtungen zu sichern⁴. Damit bleibt die Agrarstruktur erhalten, die Optionsfreiheit der landwirtschaftlichen Betriebe für kommende Generationen gewahrt und es kann auf freiwilliger Basis mehr Naturschutz umgesetzt werden.

⁴ Bereits zwei Beispiele verdeutlichen den enormen wirtschaftlichen Einfluss von klassischen Ausgleichsund Ersatzmaßnahmen durch Landkauf bzw. Minderung des Verkehrswertes der aufgewerteten Flächen:

Ein konkretes Projekt in Baden-Würtemberg beinhaltet die Anlage einer Streuobstwiese auf einem Ackerstandort, wodurch der Verkehrswert der Fläche von 6,- auf 3,- €/qm fällt und alleine dadurch eine Entschädigungsgrundlast von 30.000,- € / ha ausgelöst wird (MÖNDEL, 2007).

MUCHOW ET AL. (2007) berichten von Kosten für den Grunderwerb in Börde-Landschaften in NRW von nicht selten 5-7,-€/qm und den dazu kommenden Investitionskosten z.B. für Pflanzungen von ca. 2-3, €/qm, so dass im Ergebnis zwischen 70.000,- und 100.000,- €/ha für klassische Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen investiert werden.



1.2 Umsetzungsdefizite - Finanzierung als Herausforderung

Nicht selten belaufen sich die Kosten der Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft auf bis zu 10 % der Investitionskosten des eingreifenden Vorhabens (WOLF, 2001, S. 481 ff.). Aus Gründen der Investitionsförderung und des Erschließungsbeitragsrechts hat sich insbesondere in der Umsetzung der städtebaulichen Eingriffsregelung folgende Ausgangslage gefestigt: Die Refinanzierung der von der Kommune im Voraus erbrachten Kompensationsleistungen durch die Bauherren beläuft sich in den wenigsten Fällen auf die vollständige Summe der exakten Wiederherstellungskosten. Der kommunale Kostenansatz berechnet eine Pflegedauer der Kompensationsmaßnahme in den meisten Fällen von ca. fünf, manchmal sogar nur drei Jahren⁵. Die auf drei bis fünf Jahre angesetzte Refinanzierungsberechnung deckt letztendlich nicht die gesetzlich geforderte dauerhafte Pflegemaßnahme durch den Verursacher. In der Praxis trägt die öffentliche Hand nach drei bis fünf Jahren die Pflege- und Unterhaltungskosten selbst oder überlässt im schlechtesten Fall die aufgewertete Fläche der langsam eintretenden natürlichen Sukzession diese Flächenanteile nehmen in der gängigen Verwaltungspraxis deutlich zu und sind meist leicht in der Landschaft zu identifizieren (WOLF, 2001, S. 489 ff.). Die Finanzierung der dauerhaft geforderten Pflege, besser angepasste Nutzung der Fläche (Vollzugsgarantie), ist in der Regel nicht nachhaltig – sowohl in zeitlicher wie qualitativer Hinsicht - gewährleistet.

Das Verursacherprinzip fordert aber die Deckung der Wiederherstellungskosten der zerstörten Naturfunktionen und des Landschaftsbildes auf Dauer durch den Verursacher. Die Folge ist eine Mehrbelastung des öffentlichen Haushaltes und der negative Beigeschmack einer ökonomisch belastenden Maßnahme, deren laufende Finanzierung und Vollzug – gemeinhin – nicht gesichert erscheint. Zusätzlich erweisen sich allgemeine Kompensationsmaßnahmen als nicht selbsttragend, d.h. sie verursachen Unterhaltungskosten und erzielen keine eigenen Einnahmen bzw. Deckungsbeiträge. Besonders im Hinblick auf die allgemeine Haushaltslage öffentlicher Kassen bergen Konzepte, die langfristig nur Kosten verursachen, eine Gefährdung der nachhaltigen Vollzugsgarantie (Wolf, 2001, S. 489 ff.)

In ELKE wird das Umsetzungsdefizit aufgehoben, indem kooperative Maßnahmen langfristig über einen Fonds (siehe Kapitel 2.5) später in einen gemeinnützigen Verein, einer Stiftung oder einer Gesellschaft als Finanzierungsinstrument gesichert werden. Systemimmanent werden durch die etablierten extensiven Landbausysteme Deckungsbeiträge erwirtschaftet, die an der Marktentwicklung teilnehmen (v.a. Energiemarkt). Durch die Verbindung von Quellen und Senken werden finanzielle Mittel in der Region gebunden. Die Kommunen werden nicht zusätzlich über ungedeckte Unterhaltungsmaßnahmen belastet. Die Kulturlandschaft rückt als umfassender Organismus in den Vordergrund, der alle Anforderungen der Gesellschaft ökonomisch vernünftig umsetzen soll.

⁵ Vgl. Mustersatzung der kommunalen Spitzenverbände in Bunzel (1999), S.191ff.



1.3 Hypothesen

1.3.1 Grundlegende Hypothese

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.

1.3.2 Grundlegende Hypothese Umsetzung

Die lokale bzw. regionale Vereinbarung von Entwicklungszielen bildet die Grundlage für die Erarbeitung einer praxisbasierten Naturschutz-/Landnutzungsstrategie, daraus kann eine Kulturlandschaftsstrategie entstehen.

Im konkreten Bezug zur betrachteten Kulturlandschaft formulieren die darin wirkenden Akteure ökologische, ökonomische und soziale Zielvorstellungen, die das Fundament der gemeinsamen Arbeit bilden.

Es profitieren alle Akteure der Kulturlandschaft durch die Bindung und Investition finanzieller Mittel in der Region und die nachhaltige Nutzung der Landschaften.

1.3.3 Grundsätzliche Chancen von Mehrnutzungskonzepten

Die Zielerreichung in ELKE wird wesentlich durch folgende Chancen gekennzeichnet:

- 1. Die Landwirtschaft stellt den Erhalt landwirtschaftlicher Nutzfläche als Grundlage ihrer Produktion auch für die Zukunft sicher und gewinnt neue Betriebszweige.
- 2. Der Naturschutz verankert sich prospektiv und partnerschaftlich in der Kulturlandschaftsentwicklung bisher häufig segregierter und damit durch Nutzungskonflikte geprägter Räume (u.a. effektiver Biotopverbund).
- 3. NawaRo werden auf mehr landwirtschaftlicher Nutzfläche mit hoher Biodiversität angebaut, daraus entsteht mehr Klimaschutz.
- 4. Die öffentliche Wahrnehmung beider Partner verändert sich bundesweit wie lokal grundlegend. Bioenergie als gemeinsames Produkt von Landbau und Naturschutz birgt einen enormen Imagegewinn.
- 5. Das kommunale Management gewinnt ein neues Werkzeug zur Erarbeitung eines lokalen Mehrwertes (Wertschöpfung, Naherholung, vielfältige Kulturlandschaft, mehr Naturschutz ...).

1.3.3.1 Erhalt von Flächen und ihrer Produktivität für die Landwirtschaft

Ausgangspunkt der in ELKE formulierten Strategien ist der anhaltende Verlust landwirtschaftlicher Flächen durch Siedlungs- und Verkehrsfläche und zusätzlich durch Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Es geht also darum, im Kontext steigender Flächenkonkurrenz, die auch durch die Ziele der Energiepolitik verschärft wird, Möglichkeiten für einen Erhalt der landwirtschaftlichen Produktionsgrundlage Boden in der Hand der Landwirte im Sinne einer gesunden und zukunftsfähigen Agrarstruktur zu erarbeiten. Der Erhalt der Kulturlandschaft für die Landwirtschaft und durch die Landwirtschaft beinhaltet, mit einer Strategie versehen, zudem Optionen für die regionale Wertschöpfung.

Gleichzeitig können extensive Anbausysteme angepasst an regionale Fruchtfolgen, über die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, einen Beitrag zum Erhalt der Produktivität landwirtschaftlicher Standorte leisten.

1.3.3.2 Nutzen von Mehrnutzungskonzepten für landwirtschaftliche Betriebe

Die Landwirte können sich auf der Basis solcher Mehrnutzungskonzepte individuell Vorteile erschließen und damit insgesamt betriebliche Risiken verringern:

- Erhalt landwirtschaftlicher Nutzfläche als Grundlage der Produktion (Existenzsicherung)
- Betriebswirtschaftliche Risikostreuung durch den Anbau marktfähiger Kulturen (Chancen am Markt), welche mit einer festen langfristigen Prämie über die vertraglich geregelte Dienstleistung Naturschutz (Einkommenssicherung) gekoppelt sind – Mehr Nutzen auf der Fläche für den Landwirt
- Aufweitung der Fruchtfolgen und damit Diversifikation des Betriebes Steigerung der Agrobiodiversität (Ertragssicherheit)
- Schließung innerbetrieblicher Nährstoffkreisläufe und Nährstoffgewinnung bzw. -substitution durch geeignete Kulturen – z.B. Leguminosen in den Gemengen – und weniger/keine Pflanzenschutzmittel (Verringerung der Produktionskosten / Anwenderschutz)
- Mögliche Reduzierung der Bodenerosion und Nährstoffauswaschung (Bodenschutz)
- Minderung bzw. Verteilung von Arbeitsspitzen gegenüber einseitiger Pflanzenproduktion (Minderung der Arbeitsbelastung)
- Erhalt oder Ausbau weiterer Betriebszweige in Richtung Veredelungsstufe, z.B. Biogas- und Feuerungsanlagen. Weiterentwicklung zum Energiedienstleister für Dritte oder Einstieg in einen Bioenergiehof (gesteigerte Beteiligung an der Wertschöpfung)
- Steigerung der Akzeptanz des Landbaus durch Integration von Naturschutzleistungen (regionale/betriebliche Identität).
- Zukunftsmärkte in den Blick nehmen: CO₂-Handel, Zertifikate etc.

Zusammengenommen erweisen sich Chancen von Mehrnutzungskonzepten für die Landwirtschaft als äußerst vielseitig.



1.4 Gesamtgesellschaftlicher Nutzen – Mehrnutzung statt Konkurrenz

Im Zuge der Bearbeitung dieser ersten Phase und vor dem Hintergrund der in jüngster Zeit in der EU gesteckten Ziele zum Klimaschutz (20% weniger Kohlendioxidausstoß bis 2020), stellt sich auch die Frage nach einem gesamtgesellschaftlichen Nutzen extensiver Landbausysteme. Im Rahmen dieser ersten Phase konnte diese Frage nicht erschöpfend beantwortet werden, aber einzelne Aspekte und Themen wurden deutlich.

Flächenverbrauch:

Das Ziel der Bundesregierung bis 2020 liegt bei einer Reduktion des Freiflächenverbrauchs auf 30 ha/Tag⁶. Damit wird gekoppelt auch die Aufgabe landwirtschaftlicher Betriebe durch den Verlust von LN reduziert. Denn allein in NRW verlor die Landwirtschaft im Zeitraum von 1990 bis 2000 durchschnittlich rund 7.000 ha LN pro Jahr bei einer Pachtflächenausstattung von bis zu 80% (VERHAAG ET AL., 2003, siehe Abbildung 2).

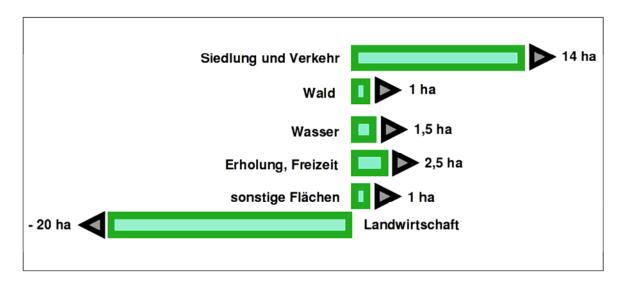


Abbildung 2: Täglicher Flächenverlust in der Landwirtschaft von 1980-2002 in NRW (VERHAAG et al. 2003, S. 11).

Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LN) 2006:

Insgesamt LN 16.951.000 ha (zu 2005 -84.000 ha), davon (zu 2005 -37.000 ha) und Ackerland 11.866.000 ha

Dauergrünland 4.881.000 ha (zu 2005 -48.000 ha) (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2007)

Zunahme Siedlungs- & Verkehrsfläche:

2004: 131 ha/Tag = 47.815 ha/Jahr + A.&E. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2006), 2006: 106 ha/Tag = 38.690 ha/Jahr + A.&E. (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2007)

Ø-Verbrauch 2003 – 2006: 113 ha/Tag (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2007)

Bilanz 10 Jahreszeitraum: deutlich über 400.000 ha Verlust für S.&V. + vermutlich zusätzlich rund 400.000 ha Verlust für A.&E. (bundesweit statistisch nicht erfasst – daher konservativ geschätzt; vgl. sog. "doppelter Flächenverlust") von überwiegend LN: ca. 800.000 ha - ein dramatischer Wert für eine begrenzte Ressource

⁶ Aktueller Hintergrund ist der anhaltende Ressourcenverbrauch von Freifläche (überwiegend LN) zugunsten von Siedlungs- & Verkehrsfläche in Deutschland:



Der so genannte doppelte Flächenverlust für die landwirtschaftlichen Betriebe durch Ausgleich- und Ersatzmaßnahmen (kurz A.+E.) kann zugunsten betriebsintegrierter Maßnahmen, wie in ELKE vorgesehen, reduziert werden. Dadurch werden weniger landwirtschaftliche Existenzen gefährdet und die Agrarstruktur erhalten.

Landbau, Ressourceneffizienz und Klimaschutzwirkungen:

Verschiedene Expertengremien widmen sich in Ihren aktuellen Gutachten der Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung und geben Vorschläge in Richtung Landbau, Ressourceneffizienz und Klimaschutzwirkungen (vgl. Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2007; Wissenschaftlicher Beirat AGRARPOLITIK BEIM BMELV, 2007; u.a.). So stellt der WISSENSCHAFTLICHE BEIRAT AGRARPOLITIK BEIM BMELV einleitend fest: " ... Mehr Effizienzorientierung in der Bioenergie ermöglicht mehr Klimaschutz bei gleichem Aufwand. Bei einer entsprechenden Kurskorrektur in der deutschen Förderpolitik könnte die durch Bioenergie erreichte CO_{2aa} -Vermeidung bei konstantem Budget vervielfacht werden, ohne dass hierfür mehr Agrarfläche in Anspruch genommen werden müsste. ... Die Erzeugung von Biodiesel und Bioethanol in Deutschland ermöglicht nur eine sehr geringe CO_{2äq}-Vermeidungsleistung in einer Größenordnung von weniger als 3 t CO_{2aa}/ha, während sich mit anderen Bioenergie-Linien (z.B. Hackschnitzel-BHKW auf der Basis von Kurzumtriebsplantagen) mehr als 12 t CO_{2äq} /ha erreichen ließen. ... "

Hier setzt ELKE an, denn ausgehend von dem Verständnis der sinnvoll genutzten Kulturlandschaft und der daraus entstandenen Qualität für den angewandten Naturschutz werden neue Landnutzungsstrategien erarbeitet, die auf Mehrnutzungskonzepten beruhen. In Richtung Klimaschutzwirkung werden in ELKE als Maß für den Einsatz naturschutzfachlich geeigneter landwirtschaftlicher Kulturen niedrige CO_{2aa} -Vermeidungskosten bzw. ein sehr hohes CO_{2äq} -Vermeidungspotenzial eingesetzt.

Natur- und Umweltschutz sind Bestandteile unserer Kulturlandschaft:

Entwickelt man den Gedanken des Klimaschutzes durch Landbau weiter stößt man auf einen wichtigen Zusammenhang mit dem Naturschutz. Denn Klimaschutz ist als mittelbares Ziel des Naturschutzes anerkannt (abiotischer wie biotischer Ressourcenschutz; vgl. Kapitel 2.6 bzw. Anhang MICHLER ET AL., 2007). Es wird deutlich, dass der in ELKE verfolgte Ansatz Naturschutz durch Landbau tatsächlich mehrere Nutzungsansprüche auf derselben Fläche zusammenführt und dadurch den gesamtgesellschaftlichen Nutzen steigert und dadurch die lokalen Handlungsspielräume erweitert.

In ELKE wird die Kulturlandschaft als Organismus verstanden, der über verschiedene Märkte in Wert gesetzt wird und damit gekoppelte wirtschaftliche Aktivitäten zulässt.

Naturschutz-Ökonomie als Teil unserer Kulturlandschafts-Ökonomie:

Die Inwertsetzung von Naturschutz als ein Teil der Gesamtleistung unserer Kulturlandschaft soll dazu beitragen, ökonomische Zwänge, die u.a. jahrzehntelange Fehlentwicklungen in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft verursacht haben (vgl. u.a. HAMPICKE, 1991), zu erkennen und lokal aufzulösen. HAMPICKE (1991), als ein Pionier der Naturschutz-Ökonomie, verweist auf eine häufig unzureichende (weil zu einem bestimmten Zeitpunkt unnötige) Inwertsetzung von Leistungen aufgrund so genannter Trittbretteffekte: Durch eine wirtschaftliche Aktivität wird kostenfrei eine Nebenleistung z.B. Naturschutz erbracht. Verändert sich nun die Nutzung verändert dies die bis dato kostenfreie Nebenleistung. So wurden z.B. Feuchtwiesen in Folge veränderter Wirtschaftsweisen in ertragreichere Intensiv-Wiesen umgewandelt. Damit wurde die



Naturschutzleistung aufgehoben. Um nun diese bis dahin kostenfreie Leistung erneut für den Naturschutz zu erschließen, muss zumindest die verminderte Wirtschaftsleistung durch diese Bewirtschaftungsweise als Leistungsentgelt für die Landwirtschaft angeboten werden (z.B. über Vertragsnaturschutz; vgl. HECK & WAGENER, 2007).

Auf der Ebene unserer Volkswirtschaft in Deutschland macht es demnach Sinn, die optimale Allokation von volkswirtschaftlichen Ressourcen permanent zu überdenken und zu justieren. Über die so genannten Indifferenz- (in jedem Punkt der Kurven wird die gleiche Gesamtleistung produktiver Faktoren und Ressourcen erbracht, kollektive Indiffferenzkurven) und Transformationskurven (bildet die Menge aller produzierbaren Kombinationen der konkurrierenden Produkte/Leistungen ab) ermittelt man den optimalen Schnittpunkt, das so genannte Pareto-Optimum (siehe Abbildung 3).

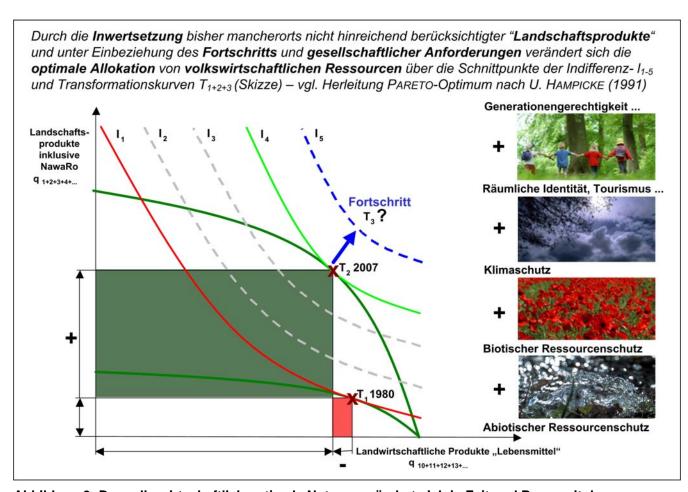


Abbildung 3: Der volkswirtschaftlich optimale Nutzen verändert sich in Zeit und Raum mit der Inwertsetzung von substituierbaren Produkten sowie gesamtgesellschaftlicher Anforderungen.

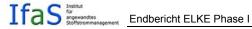
Durch die Inwertsetzung bisher nicht hinreichend berücksichtiger Landschaftsprodukte (z.B. Klima- und Wasserschutz) und gesamtgesellschaftlicher Anforderungen (z.B. Generationenvertrag und politische Weichenstellungen/Förderungen etc.) verändert sich der volkswirtschaftlich optimale Einsatz von Produktionsfaktoren und Ressourcen. Kann man nun mehrere Nutzungen auf derselben Fläche erreichen, sind diese ausreichend wirtschaftlich bewertet, so kann man Mehrnutzungskonzepte erarbeiten. Dies ist der zentrale Arbeitsansatz in ELKE konkretisiert auf die in Deutschland äußerst vielseitige lokale/regionale Kulturlandschaftsebene.



Die Skizze (siehe Abbildung 3) vermittelt einen Eindruck der Gesamtzusammenhänge ohne absolute Werte zu berücksichtigen und soll so auf bereits belegte wie vermutete Antagonismen konkurrierender Nutzungen in der Kulturlandschaft hinweisen, die volkswirtschaftlich von besonderem Interesse sind. Insbesondere einige Beispiele der so genannten Landschaftsprodukte geben einen Eindruck von sich wandelnden ökonomischen Wertzuweisungen aufgrund der Veränderung gesamtgesellschaftlicher Anforderungen und Wertvorstellungen. So wurden seit den 1970iger Jahren Verträge zwischen landwirtschaftlichen Betrieben und der Wasserwirtschaft abgeschlossen, um eine Verunreinigung des Rohwassers durch Bewirtschaftungsauflagen zu verhindern (Stichwort abiotischer Ressourcenschutz). Dem Landwirt wurde sein Ertragsausfall entgolten und das Wasserwerk sparte im Verhältnis Aufbereitungskosten, insgesamt also ein volkswirtschaftlicher Gewinn durch eine ökonomisch darstellbare Win-Win-Situation innerhalb des gesetzlichen Rahmens (gute fachliche Praxis u.a.).

Ähnlich verhält es sich auch bei dem so genannten Vertragsnaturschutz (Stichwort biotischer Ressourcenschutz), der seit den 1980iger Jahren in Deutschland freiwillig von der Landwirtschaft umgesetzt wurde. So konnte großflächig Arten- und Biotopschutz über eine vereinbarte extensive landwirtschaftliche Nutzung (in diesem Zusammenhang wird auch häufig der Begriff Pflege verwendet) effizient umgesetzt werden.

Der Klimaschutz über handelbare Zertifikate, die räumliche Identität (z.B. weicher Standortfaktor), der Tourismus und natürlich das Grundprinzip jeden verantwortlichen gesellschaftlichen Handelns, die Generationengerechtigkeit durch Erhaltung möglichst vieler Optionen, sind weitere Beispiele für Landschaftsprodukte. Der Fortschritt, allgemeine Erkenntniszuwachs und die sich wandelnden gesellschaftlichen Anforderungen und Wertvorstellungen verändern andauernd, die volkswirtschaftlich optimale Allokation von Mitteln. Im Ergebnis geht es i.d.R. grundsätzlich um Ressourcen- und Flächeneffizienz und deren Wirkung in unserer Gesellschaft. In ELKE werden die Modellregionen als Kulturlandschaftssysteme in Form eines *Organismus* verstanden und wo möglich, effizient weiter entwickelt. Dabei geht es nicht um einen Endzustand, sondern um die permanente Weiterentwicklung der Region – ein andauernder Managementprozess. Kulturlandschaftsmanagement ist heute mehr denn je eine fachlich anspruchsvolle Querschnittsaufgabe.



1.5 Regionale Wertschöpfung

Der zuvor beschriebene gesamtgesellschaftliche Nutzen wird über die regionale Wertschöpfung in der Region den Akteuren zugeordnet. Hier wird das praxiserprobte Werkzeug des angewandten Stoffstrommanagements eingesetzt. Grundlage eines erfolgreichen Stoffstrommanagements ist die Verbindung von Senken und Quellen im Sinne einer regionalen Wertschöpfung (vergleiche Abbildung 4). Dabei geht der Bedarf immer von der Senke aus. Nutzt man diese Vorgehensweise in den möglichen ELKE-Modellprojekten, so wird dort die Einbindung der Landwirtschaft in die Veredelungsschiene (Senke) angestrebt. Durch gezieltes Akteursmanagement im Rahmen der lokalen Beratung sollen Landwirte möglichst stark in die Wertschöpfungskette Energieerzeugung eingebunden werden. Dabei werden neben bewährten Technologien aufgrund der Vielfalt und der besonderen Eigenschaften der Biomassen auch innovative und neue Verfahren (Trockenfermentation, Holzvergaser etc.) eine Rolle spielen. Kurzumtriebsholz beispielsweise hat zumeist grünschnittartigen Charakter, Blühgemenge stellen als Koferment ebenfalls besondere Ansprüche an die Technik.

In ELKE werden die vorhandenen regionalen Wertschöpfungsketten – die in Verbindung mit dem Landbau stehen – erfasst, um daraus die vorzüglichste Organisation für die regionale Landnutzungsstrategie zu erarbeiten. So werden z.B. bestehende relevante Contractingmodelle, regionale Vermarktungsinitiativen, genossenschaftliche Strukturen erfasst, die relevanten Biomassekonversionsanlagen mit Substratqualitätsanforderungen dokumentiert und nach Bedarf mit den neuen Kulturen kombiniert. Bestehen derartige Strukturen nicht oder sind diese nicht geeignet, werden diese mit Hilfe des Stoffstrommanagements erarbeitet. Dies liegt in der Hand der Partner vor Ort.



1.6 Alleinstellungsmerkmale

Dieses praxisbasierte Projekt untersucht die Möglichkeiten zur Etablierung einer extensiven flächigen Landnutzungs-/Naturschutzstrategie, die auf dem Anbau von NawaRo beruht.

Folgende Alleinstellungsmerkmale wurden identifiziert und herausgearbeitet:

- 1. Umsetzung des Prinzips Naturschutz durch Landbau. Basierend auf der im praktischen Naturschutz verwendeten Methode Naturschutz durch Nutzung erfolgt deren konsequente Weiterentwicklung in Richtung z.T. neuer Landbauverfahren mit dem systemimmanenten Produkt Naturschutzleistung.
- 2. Integration der vorgenannten Naturschutzleistung in Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sowohl der so genannten baurechtlichen wie auch der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (vergleiche Rechtsgutachten MICHLER ET AL. 2007, Anlage).
- 3. Umsetzung und wissenschaftliche Begleitung von ELKE in der aktuellen Praxis (bottom-up) kein kleinteiliger Versuchsfeldmaßstab.
- 4. Wissenschaftliche und praktische Aufarbeitung der Modellprojekte mit den Themen:
 - Ökologie,
 - Landbau,
 - Naturschutzbewertung,
 - · Klimaschutzwirkungen,
 - Beratung und gegebenenfalls Weiterentwicklung rechtlicher und (förder)politischer Instrumente.
- 5. Erarbeitung und Erprobung praktischer Werkzeuge für die Umsetzungsebene:
 - · Landbaulicher Werkzeugkasten,
 - Kalkulationswerkzeug für langfristige Fondslösungen und
 - angewandtes Stoffstrommanagement mit integriertem Akteursmanagement.
- 6. Zweckmäßige Integration des aktuellen Wirkungsgefüges Landwirtschaft-Naturschutz-Naturschutzverwaltung / Landschaftsplanung auf lokaler wie regionaler kommunaler Ebene in die praxisbasierten Modellprojekte.
- 7. Umsetzung von Mehrnutzungskonzepten in der Fläche, eine neue Denkweise befördert eine effizientere lokale Vernetzung und bereitet damit ein Zusammenwirken in Richtung Kreislaufwirtschaften vor. Mehr finanzielle Mittel werden in der Region gehalten und führen dort zu mehr Wirtschaftswachstum.



2 Stand des Wissens

2.1 Arbeitsgespräche und Öffentlichkeitsarbeit

2.1.1 Länderministerien

Im Zuge der Bearbeitung der rechtlichen Arbeitsaufgaben wurden insgesamt in sieben Bundesländern (Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein) in 2007 Arbeitsgespräche in den für Naturschutz zuständigen Ministerien geführt. Zum einen ging es um die Darstellung und Diskussion des hier verfolgten neuen Prinzips Naturschutz durch Landbau und zum anderen um die Erörterung der rechtlichen Einordnung derartiger Maßnahmen. Die Beachtung landesspezifischer Anforderungen und Besonderheiten bis auf die Umsetzungsebene wurden intensiv diskutiert und herausgearbeitet (vgl. Kapitel 2.6 und insgesamt MICHLER ET AL., 2007).

Die folgenden Anforderungen an extensive Landnutzungssysteme für den Einsatz im angewandten Naturschutz wurden im Ergebnis aus diesen Gesprächen herausgearbeitet und verstehen sich daher als ein grundsätzliches Anforderungsprofil von Seiten der Länderministerien:

- Ökologie wissenschaftlich erarbeiten, Basis für die Einordnung/Festlegung eines Naturschutzwertes
- Rechtssichere und praxisgerechte Umsetzung Ausgleich- und Ersatzmaßnahmen und Ökokonten -Effektivität, Dauerhaftigkeit, kein Finanzierungsdefizit und regionale Akzeptanz
- Erholungswert für die Bevölkerung speziell in/an Verdichtungsräumen maximieren Kulturlandschaft als produktive und erlebnisreiche Landschaftsräume weiter entwickeln (weicher Standortfaktor)
- Erhöhung des regionalen/lokalen Mehrwertes durch Mehrnutzungssysteme

Spezielle landesspezifische Fragestellungen:

- Erhöhung des Waldanteils (hier Agrarholz) über so genannte Bauernwälder auf landwirtschaftlicher Nutzfläche (Agroforstsysteme mit KUP) möglich
- Einpassung bzw. Weiterentwicklung in die bestehende landwirtschaftliche Wirtschaftsstruktur (Biogasanlagen, Holzbasierte Heizungen und Kraftwerke) – Verbesserung der Agrarstruktur
- Lösungen erarbeiten, die den landwirtschaftlichen Strukturwandel berücksichtigen z.B. Rückgang des Viehbestandes, frei werdendes z.T. intensiv geführtes Grünland in Mittelgebirgslagen (Eifel, Schwäbische Alb u.a.) etc.

Eine grundsätzliche Herausforderung wurde in den Gesprächen deutlich: Der in ELKE verfolgte Lösungsansatz wird durch mehrere Fachdisziplinen erarbeitet, die grundsätzlich bezogen auf die Länderministerien in Teilen außerhalb der Ressorts des Naturschutzes liegen und daher auf Landesebene zusammengeführt werden müssen.



Im Ergebnis stehen die Länder grundsätzlich einem neuen Instrument im praktischen Naturschutz positiv gegenüber, wenn die Wirksamkeit nachgewiesen wird. Die Bereitschaft ein derartiges Modellprojekt als F+E-Vorhaben mit zu begleiten ist grundsätzlich vorhanden, wenn die Kommunen eine Umsetzung in ihrem Zuständigkeitsbereich vornehmen.

2.1.2 Forschungsinstitute, Verbände und Öffentlichkeitsarbeit

Innerhalb der Grundlagenermittlung erfolgten Arbeitsgespräche bei verschiedenen Forschungsinstituten oder anlässlich von Tagungen. Zum einen wurde der Ansatz zu ELKE vorgestellt und diskutiert, zum anderen wurden die Projekte mit einem Bezug zu ELKE in der besuchten Einrichtung thematisiert. Die Ergebnisse dieser Arbeitsgespräche wurden jeweils in den Fachthemen im Kapitel 2 zum Stand des Wissens eingearbeitet und mit dem entsprechenden Forschungsbedarf versehen. Nachfolgend werden die Forschungsinstitute, Verbände und andere Einrichtungen gelistet:

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Waldwachstum & Institut für Landespflege, Freiburg
- Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim
- Bundesamt für Naturschutz, Leipzig & Vilm
- Centrum für Energietechnologie Brandenburg (CEBra) & Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Cottbus
- Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL), Ansbach
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow
- Fachhochschule Eberswalde, Fachbereich Wald und Umwelt, Waldbau und Energieholz, Eberswalde
- Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft (FNL), Bonn
- GeoForschungsZentrum Potsdam, Potsdam
- IG Mischfruchtanbau, Langenbach und Institut für Energie und Umwelttechnik (IEU), München
- Kompetenzzentrum HessenRohstoffe e.V. (HeRo), Witzenhausen
- Kontrollverein Ökologischer Landbau e.V., Karlsruhe
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg Außenstelle Forchheim, Pflanzenbau und produktionsbezogener Umweltschutz, Sachgebiet Nachwachsende Rohstoffe, Rheinstetten
- Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung, Hannover
- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz (INRES), Lehr- und Forschungsbereich Ökologie der Kulturlandschaft -Geobotanik und Naturschutz & Geschäftsführung der Lehr- und Forschungsstationen (LFS), Bonn
- Staatliche Fachschule für Agrarwirtschaft, Fachrichtung ökologischer Landbau, Landshut-Schönbrunn
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Dornburg und Jena



- Universität Göttingen, Institut für Bodenkunde und Waldernährung & Institut für Waldbau, Göttingen
- Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie & Institut für Sozioökonomie, Muencheberg
- Technische Universität Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, Tharandt
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Freising

Zusätzlich wurden verschiedene Tagungen in 2007 besucht, eine Vielzahl von auch im Internet zugänglichen Vorträgen gehalten, an Expertengesprächen bis auf Bundesebene teilgenommen und Veröffentlichungen erarbeitet. Letztere sind hier kurz gelistet:

HECK, P. & WAGENER, F. (2007): Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz? In: Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Band 31, Symposium Energiepflanzen 2007, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), TH. Mann, Gelsenkirchen.

WAGENER, F. (2008): Naturschutz durch Landbau? In: HECK, P. & SPEISER, I. (Hrsg.) Dokumentation 7. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz. P+H Wissenschaftlicher Verlag, Berlin.

WAGENER, F. (2008): Mehrnutzung statt Konkurrenz. In: DLG-Mitteilungen 02/2008, Frankfurt.



2.2 Anbausysteme für extensive Landnutzungsstrategien

Um die im Rahmen des ELKE-Projekts verfolgten Ziele zu erreichen, bedarf es extensiver Anbausysteme, d.h. Kulturen, die unter einer extensiven Kulturführung akzeptable und nachhaltige Erträge liefern. Eine Differenzierung in diesem Sinne gegenüber herkömmlichen Bewirtschaftungsformen wird im Folgenden erläutert und geeignete Kulturen werden vorgestellt.

2.2.1 Biomasse aus der Landwirtschaft

2.2.1.1 Biogaserzeugung

Aktuelle Entwicklungen zeigen deutlich, dass durch den Betrieb von Biogasanlagen in der Landwirtschaft auf der Basis von Anbaubiomasse im größeren Umfang Strukturveränderungen stattfinden, die sich direkt auf die Landnutzung auswirken.

Dabei nimmt der Mais unter den Biogassubstraten die führende Position ein. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Mais neben hohen Flächenerträgen über eine gute Gasausbeute im Vergleich mit anderen Substraten verfügt und die Vergärung von Maissilage nur wenige technische Probleme mit sich bringt. Diese Umstände haben dazu geführt, dass zahlreiche Anlagen nahezu vollständig auf der Basis von Maissilage betrieben werden und sich Maiskulturen in Regionen mit einer hohen Dichte an Biogasanlagen verstärkt in der Landschaft ausgebreitet haben. So beschreiben PÖLKING ET AL. (2006), dass sich die Anbaufläche von Maiskulturen zur Herstellung von Silomais in manchen Regionen mehr als verdoppelt hat.

Da der Maisanbau – nicht zuletzt durch die regional hohe Anbaudichte – einen hohen Einsatz an Pflanzenschutz- und Düngemitteln mit sich bringt, treten in diesem Zusammenhang mitunter Umweltprobleme auf, die seit längerem mit steigender Tendenz auch in Fachkreisen (insbesondere des Umwelt- und Naturschutzes, vgl. z.B. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ, 2007 und BUND, 2007) diskutiert werden. Um diesen Problemen zu begegnen wird vielfach eine Extensivierung des Energiepflanzenanbaus gefordert, ohne dass dabei praktikable Alternativen im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Produktion aufgezeigt werden können. Die Empfehlungen beschränken sich weitgehend auf die Erweiterung bzw. Abstimmung gesetzlicher Auflagen für die Landwirtschaft, die politisch kaum durchsetzbar sein werden, und die Anpassung von Förderinstrumenten (vgl. Bundesamt für Naturschutz, 2007) - vor dem Hintergrund der Mittelverfügbarkeit für den Naturschutz insgesamt erscheint die Finanzierbarkeit flächiger Maßnahmen als äußerst anspruchsvolles Ziel.

Neben Maissilage ist vor allem Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) – schwerpunktmäßig aus Roggen und Triticale – eine bedeutsame Anbaubiomasse für die Biogaserzeugung. Ganzpflanzengetreide gilt allgemein als ertragsstarke Frucht auf guten Böden bzw. auch auf mäßigen Böden bei guter Wasserversorgung (GÖDEKE ET AL., 2007). Der Anbau von GPS erfolgt zumeist als Winterung mit einer Ernte zwischen Milchund Teigreife im Juni. Bei einer praxisüblich intensiven Anbauweise wird analog zum Getreideanbau als Lebensmittel ein früher Bestandesschluss und eine optimale Nährstoffversorgung (wobei auf eine Kopfdüngung verzichtet werden kann) der Pflanzen angestrebt, was eine hohe Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern ermöglicht. Dies dient nicht zuletzt einer Verminderung des Herbizidaufwands im Sinne einer



ökonomischen und umweltverträglichen Produktion. Dennoch sorgen gerade diese sehr einheitlichen, dichten Bestände für eine meist sehr geringe Artenvielfalt auf der Fläche. Mehr Agrobiodiversität und damit auch mehr Biodiversität im Allgemeinen lässt sich durch den Anbau von Mischkulturen erzielen (vgl. RAUBER, 2003 und IG MISCHFRUCHTANBAU, 2007).

Zusätzlich zu den vielerorts regional ohnehin hohen Pachtpreisen aufgrund des Bioenergie-Booms der letzten Jahre wirken sich die in 2007 stark gestiegenen Getreidepreise problematisch auf die Substraterzeugung bzw. über den Marktpreis zugekaufter Substrate auf die Wirtschaftlichkeit vorhandener Biogasanlagen aus. Dieser Zusammenhang wirft die Frage auf, wie bei sinkender Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung weitere Kapazitäten für die Erfüllung der Klimaziele der Bundesregierung aufgebaut werden können. Das IfaS berät bzw. projektiert grundsätzlich die gesamte Energieausbeute von Biogasanlagen (wie auch allen anderen Biokonversionsanlagen), daher dient insbesondere die Einbindung von Wärmesenken auch in Form von möglichen verbundenen Nahwärme- oder Mikro-Biogas-Netzen zur Standortfindung derartiger Anlagen.

Ein weiterer entscheidender Punkt für den nachhaltigen Betrieb von Bioenergieanlagen unter Schonung der natürlichen Ressourcen ist die Frage der Rohstofferzeugung. Denn der Trend im Anbau von Biomasse führt bei steigenden Pachtpreisen zu einer Intensivierung des Anbaus (vgl. Kapitel 1).

Dauerhaft Abhilfe können unter diesen Bedingungen lokal verankerte Konzepte schaffen, die u.a. den extensiven Anbau von Biogassubstraten bei gleichzeitigem Nutzen etwa für Naturschutz und Wasserwirtschaft vorsehen, und über diesen Mehrnutzen eine Wirtschaftlichkeit liefern, die von allen Beteiligten partnerschaftlich realisiert wird (Mehrnutzungskonzepte).

2.2.1.2 Biokraftstoffe

Der Anbau von Raps, der zu etwa 75% für die Herstellung von Biodiesel betrieben wird, stellt den größten Posten in der Erzeugung von Biokraftstoffen in Deutschland dar. Auch Rapsanbau ist im Hinblick auf den Betriebsmitteleinsatz hochintensiv, wohingegen der Flächenenergieertrag von Rapsölkraftstoffen (Biodiesel und unverestertem Rapsöl) nur mäßig ist.

Eine Steigerung der Effizienz von Biokraftstoffen wird durch die Einführung der sogenannten 2. Generation der Biokraftstoffe, über die Nutzung von Biogas als Kraftstoff und das Biomass-to-Liquid-Verfahren erwartet, dem auch Stoffe aus extensiver Erzeugung - etwa Miscanthus oder Kurzumtriebsholz - zugeführt werden können. Dieses befindet sich jedoch noch in der Entwicklungsphase.

2.2.1.3 Festbrennstoffe

Festbrennstoffe werden bislang aus dem Ackerbau nur in begrenztem Umfang gewonnen. Während in der Vergangenheit mancherorts die Verbrennung von Speisegetreide in Erwägung gezogen wurde, beschränkt sich die Diskussion heutzutage aufgrund stark gestiegener Marktpreise auf Ausputzgetreide, welches z.B. aufgrund von Mykotoxinbelastungen nicht als Lebens- oder Futtermittel geeignet ist. Auch die Verbrennung von Getreidestroh, die mit technischen Problemen behaftet ist, findet bislang nur vereinzelt in größerem Maßstab statt, u.a. in Dänemark, wenngleich sich auch in Deutschland eine erste, größere Anlage in Planung befindet.



Als interessante Systeme für die Erzeugung von Festbrennstoffen rücken zunehmend Dauerkulturen wie perennierende Großgräser und Kurzumtriebsplantagen in den Mittelpunkt. Diese Systeme können neben ihrer beträchtlichen Biomassepotenziale auch über die langfristige Bodenruhe und den damit einhergehenden Humusaufbau einen Beitrag für den Klimaschutz leisten. Dabei funktioniert der Humus im Boden als Kohlenstoff-Senke, die in ihrem Speicherpotenzial beträchtlich sein kann (HÜLSBERGEN & KÜSTERMANN, 2007).

2.2.1.4 Stoffliche Nutzung

Holz für die Verwertung als Sägeholz, Bauholz o.ä. wird üblicherweise im Forst gewonnen. Aber auch die stoffliche Nutzung von Holz aus landwirtschaftlichen Flächen ermöglicht bei entsprechender Qualität Erlöse, die einen Anbau wirtschaftlich attraktiv machen können (vgl. MÖNDEL, 2007). Eine Möglichkeit hierzu besteht in der Etablierung von sogenannten Agroforstsystemen (vgl. Kapitel 2.2.4.7). Dabei handelt es sich um Flächen, auf denen zusätzlich zur üblichen landwirtschaftlichen Nutzung mit einjährigen Kulturen reihenweise oder horstweise Bäume angepflanzt werden, die energetisch genutzt oder in Abhängigkeit von ihrer Standzeit zur Gewinnung von Furnierholz (z.B. Kirsche, Walnuss, Birne, Elsbeere, etc.), zur Herstellung von Formhölzern (HALLER & ZIEGLER, 2007), als Vollholz oder in der Zellstoff- und Papierindustrie (HOFMANN, 2005) eingesetzt werden können.

Die stoffliche Nutzung von Stärke, Ölen, Fasern und anderen pflanzlichen Produkten für die industrielle Verwertung soll an dieser Stelle nicht weiter betrachtet werden. Der Anbau für derartige Verwertungswege wird flächenmäßig in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit weiter an Bedeutung gewinnen, erfordert jedoch oft einen hohen Grad der Spezialisierung und zum Teil eine im Vergleich mit Energiepflanzen intensivere Bestandesführung, um die gewünschte Produktqualität zu erzeugen. Es ist dennoch denkbar, dass sich im Rahmen der praktischen Anwendung extensiver Landnutzungsstrategien künftig in besonderen Fällen auch solche Kulturen integrieren lassen. Dies könnte beispielsweise der extensive Anbau von Faserpflanzen zur Herstellung von Natur-Textilien oder Dämmstoffen sein.

2.2.2 Extensiver Anbau von nachwachsenden Rohstoffen

Es gibt zahlreiche Kulturen zur Bereitstellung von Biomasse, die für einen extensiven Anbau geeignet sind. In der Praxis haben sich jedoch bislang nur wenige, zumeist intensive Kulturen in großem Maßstab durchgesetzt – zumeist aufgrund ihrer hohen Wirtschaftlichkeit.

Dabei besteht bei der Rohstofferzeugung für die energetische Verwertung tendenziell ein geringerer Qualitätsanspruch im Vergleich zur Nahrungsmittelerzeugung. Vielmehr stehen Quantität und die spezifischen Produktionskosten im Vordergrund – günstige Rohstoffe sind gefragt, also viel Masse zu einem geringen Preis. Durch die monetäre Inwertsetzung eines Naturschutznutzens in ELKE rücken andere, weniger am Höchstertrag orientierte Kulturen in den Blickpunkt. Dies ermöglicht auch eine extensivere Kulturführung.

Um solche Extensivkulturen in ihren Potenzialen einschätzen zu können ist oftmals eine Auswertung alter, historischer Quellen nötig. So haben sich zum Beispiel ROGGOW & HOFFMANN (1957) zu ihrer Zeit intensiv



mit dem Anbau von Gemengen aus Wintergerste und Winterraps bzw. Winterroggen und Winterwicke befasst.

Eine Extensivierung sollte im Hinblick auf Düngung und Pflanzenschutz sinnvollerweise gesamtsystemisch erfolgen. Das heißt, dass durch eine Senkung der Stickstoffdüngung beispielsweise auch eine Verringerung des Pflanzenschutzmittel-Einsatzes möglich und sinnvoll ist. Sinkt durch diese Maßnahmen das Ertragsniveau insgesamt ab, so können auch bei der Grunddüngung von Phosphor – im Sinne des Schutzes knapper Ressourcen – und Kalium die Aufwandmengen reduziert werden.

Die Bodenbearbeitung als weiteres Element einer Extensivierung sollte hierbei gesondert betrachtet werden. Im Sinne des Bodenschutzes (Erosionsschutz) und des direkten Kraftstoffverbrauches beim Anbau ist es sinnvoll, die Bearbeitungsintensität zu reduzieren, indem etwa auf wendende Verfahren mit dem Pflug verzichtet oder gar auf Direktsaat umgestellt wird. Abgesehen davon hat sich gezeigt, dass durch diese Verfahren zum einen der Bedarf an Herbiziden steigen kann und zum anderen der Oberflächenabfluss von Herbiziden minimiert werden kann (LÜTKE-ENTRUP & SCHNEIDER, 2004). Die wendende Bodenbearbeitung stellt dementsprechend im ökologischen Landbau, für den keine Herbizide verfügbar sind, die Grundlage der Beikrautregulierung dar.

Aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes ist somit abzuwägen, ob im Einzelfall eine Reduktion der Bearbeitungsintensität als nützlich oder schädlich einzustufen ist. Dies ist in Abhängigkeit von den Bodenverhältnissen, Hangneigung und klimatischen Verhältnissen (Starkregenereignisse und Wind) einzelner Flächen zu bewerten.

In jedem Fall wirkt sich eine möglichst durchgehende Bodenbedeckung positiv im Sinne des Bodenschutzes aus. Während der Wintermonate kann dies über den Anbau von Dauerkulturen oder Winterungen sowie durch den Anbau von Winterzwischenfrüchten vor Sommerungen erreicht werden. Ein weiterer positiver Effekt ist die Vermeidung von Auswaschungsverlusten – insbesondere von Stickstoff in Nitratform – durch die Bindung in den Pflanzen.

Aus dem Anbau von Zwischenfrüchten resultiert ein Aufwuchs, der einerseits als Futter oder Biogas-Substrat genutzt oder andererseits als Gründüngung auf der Fläche verbleiben kann. Auch wenn sich eine Gründüngung über die Anreicherung des Bodenhumusgehaltes positiv auf das Wasserhaltevermögen von Böden auswirken kann, verbrauchen Zwischenfrüchte für ihr Wachstum kurzfristig Wasser, so dass es im Frühjahr zu einer Knappheit des verfügbaren Wassers in der Hauptkultur kommen kann. Auch hier zeigt sich, dass landbauliche Entscheidungen im Einzelfall genau abgewägt werden müssen. Dahingehend besteht Bedarf an Austausch zwischen Landwirtschaft und Naturschutz. Basis für eine funktionierende Landnutzungsstrategie ist hier, dass die beiden Gruppen ein Verständnis für die wechselseitigen Motive entwickeln, was in der Praxis im Rahmen von Akteursgesprächen erreicht werden kann.

Für die Sicherstellung einer umweltverträglichen landwirtschaftlichen Produktion, sind die EU-Agrarsubventionen an die Einhaltung der sogenannten CrossCompliance-Auflagen gebunden. Diese stellen einen Mindeststandard zum Schutz vor Umweltgefährdung dar und sind für alle Landwirte bindend. Die damit verbundenen Auflagen sind jedoch nicht dafür geeignet, einen zusätzlichen Naturschutznutzen im Ackerbau zu sichern.



Das CrossCompliance-Regelwerk umfasst verschiedene Bereiche in der Landwirtschaft, die mit konkreten Risiken behaftet sind (z.B. auch Lagerung von Pflanzenschutzmitteln), thematisiert mit dem Thema Bodenhumusgehalte aber auch die nachhaltige Bewirtschaftung. So sind verschiedene Kulturen in Tabellen aufgeführt, auf deren Basis eine Humusbilanzierung vorgenommen wird. Diese Tabellen enthalten lediglich gängige Fruchtarten, die zumeist der Lebensmittelerzeugung zuzuordnen sind. Für wenig verbreitete Energiepflanzen, zum Beispiel Topinambur, Chinaschilf, etc., fehlen hier Anhaltspunkte. Daten hierzu sollen auf Modellflächen im Rahmen des ELKE-Projekts gesammelt werden.

Positive Effekte für die Abiotik (Humus usw.) sind unter anderem bei KUP zu erwarten – weitere Informationen hierzu finden sich in Kapitel 2.3. Für einjährige Kulturen werden umfassende Resultate zu Einzelkulturen und Energiepflanzen-Fruchtfolgen aus dem EVA-Projekt erwartet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine extensive Erzeugung von Nachwachsenden Rohstoffen durchaus möglich ist und zahlreiche positive Effekte für Natur, Landschaft und damit für die Gesellschaft mit sich bringt. Werden diese Leistungen angemessen vergütet, steigt auch der Anreiz für Landwirte, entsprechende Maßnahmen zu treffen. Vor diesem Hintergrund lässt sich die Frage, ob Nachwachsende Rohstoffe die Kulturlundschaft bereichern, positiv beantworten.

2.2.3 Extensivierung von Modellflächen in der Praxis

Im Rahmen der ELKE-Modellprojekte ist eine Extensivierung auf dem Niveau des ökologischen Landbaus (analog zur EG-VO 2092/91) und darüberhinaus vorgesehen. Details hierzu werden in Konsensgesprächen mit den Akteuren vor Ort (Naturschutzbehörden, Landwirte) festgelegt. Dabei werden den Kulturen und den jeweils zugehörigen Extensivierungsniveaus verschiedene entweder nachgewiesene oder angenommene ökologische Wertigkeiten und dem Ertragsausfall bzw. Mehraufwand entsprechende Naturschutzleistungen zugeordnet, die mit Preisen hinterlegt und durch Fonds garantiert werden (vgl. Kapitel 2.5).

Im Einzelnen in der Praxis bedeutet dies, dass zum Beispiel die Auswahl der Betriebsmittel für Düngung und Pflanzenschutz auf die zulässigen Mittel gemäß EG-Öko-Verordnung beschränkt ist. Für die Stickstoff-Düngung sollte neben der Einschränkung bei der Auswahl der Dünger eine Begrenzung der Aufwandmenge gelten. Diese muss im Gegensatz zu den Vorgaben der EG-VO, die eine Begrenzung der durchschnittlichen N-Düngung in Höhe von 180 kg N / ha auf Betriebsebene festlegen, für ELKE-Modellflächen auf Feldebene verankert werden. Dabei macht es Sinn, die zulässige N-Menge noch deutlich geringer anzusetzen oder je nach Kultur sogar eine Nulldüngung zu vereinbaren.

Die Grunddüngung (P, K, Mg, Kalk) auf den Flächen sollte im Sinne der Naturverträglichkeit in Anlehnung an die Gute Fachliche Praxis und die Auswahl der Dünger analog zur EG-VO 2092/91 erfolgen.

Auf die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sollte auf ELKE-Modellflächen möglichst vollständig verzichtet werden. Es ist zwar denkbar, den Einsatz von Herbiziden bei der Anlage von Dauerkulturen im ersten Jahr zuzulassen, jedoch gibt es in der Praxis auch ökologisch bewirtschaftete Flächen, auf denen Kurzumtriebsplantagen ohne solche Maßnahmen erfolgreich etabliert werden konnten.

Bei Bedarf, z.B. beim Anbau in Hanglagen, sind nach Absprache Vereinbarungen über Maßnahmen zum Bodenschutz möglich. Dies kann zum Beispiel die Forderung einer dauerhaften Bodenbedeckung über Winter (z.B. durch Dauerkulturen, Winterungen oder Zwischenfrüchte) sein.



Um alle diese Maßnahmen nachvollziehbar zu gestalten und eine Qualitätssicherung im Sinne des Naturschutzes zu erreichen soll ein Kontroll- und Zertifizierungssystem entwickelt werden, das regional verankert und betrieben werden kann (vgl. Kapitel 2.4).

2.2.4 Geeignete Kulturen

In den Modellprojekten im Rahmen von ELKE werden Kulturen und Anbausysteme eingesetzt, die aufgrund einer extensiven Bestandesführung im Hinblick auf den Betriebsmitteleinsatz in der Lage sein sollen, einen wirtschaftlichen Nutzen im Sinne der landwirtschaftlichen Erzeugung mit einem Naturschutzwert zu verbinden. Die im Folgenden aufgeführten Systeme stellen eine exemplarische Übersicht dar, sind Bestandteil des Werkzeugkastens für lokale Landnutzungsstrategien (Abbildung 4) und werden je nach Gegebenheiten vor Ort ausgewählt, angepasst und um zusätzliche Elemente erweitert werden.

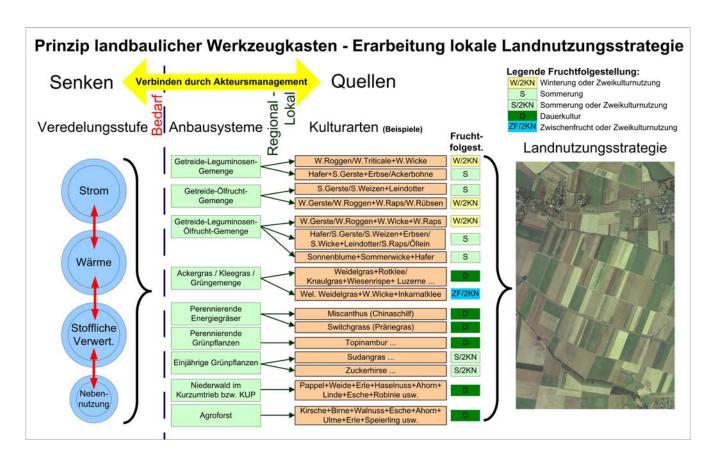


Abbildung 4: Schema landbaulicher Werkzeugkasten

Das Spektrum der Kulturen orientiert sich an aktuellen Erkenntnissen sowohl aus großen Forschungsprojekten wie den Verbundvorhaben EVA, das unter der Leitung der THÜRINGISCHEN LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT steht, oder DENDROM (Leitung FH EBERSWALDE), als auch aus kleineren Forschungsvorhaben, Feldversuchen und Wissen aus der Praxis (vgl. auch Kapitel 2.1.2 und 3.3.1).



	Kulturart	arten-Zusammensetzung Kultur 2 Kultur	nsetzung		gewonnener Rohstoff	Faktoreinsatz			vermutet	er ökologisch	ökologischer Nutzen			Erfolgs-Faktoren,	
Anbausystem	Kultur 1		Kultur 3	FF-Stellung		N*	PSM	alte Sorten	Kulturarten- vielfalt	Biodiv. Flora	Biodiv. Fauna	Erosions- schutz	Standort- eignung	Wirtschaftlichkeit, Arbeitswirtschaft	
Getreide	Wi.Roggen			W/2KN	GPS	minus	null	+	-	+	-	+	leicht	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
	Wi.Triticale			W/2KN	GPS	minus	null	+	-	+	-	+	mittel	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
	Wi.Weizen			W/2KN	GPS	minus	null	+	-	+	-	+	gut	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
Getreide- Gemenge	Hafer	So.Gerste / So.Roggen		S	GPS	minus	null	+	-	+	-	-	leicht, (/kühl)	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
Getreide- Leguminosen- Gemenge	Wi.Roggen / Wi.Triticale	Wi.Wicke		W/2KN	GPS	null	null	+	+	-	+, 1	+	nicht zu trocken	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
	Hafer	Ackerbohne		s	GPS	null	null	+	+	+	+,1	-	nicht zu trocken	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
	Hafer	So.Gerste	Erbse	s	GPS	null	null	+	+	+	+,	-	nicht zu trocken	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
Getreide- Ölfrucht- Gemenge	So.Gerste / So.Weizen	Leindotter		S	GPS, Ölgehalt?*	minus	null	+	+	+	+, 1	-		Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
	Wi.Gerste / Wi.Roggen	Wi.Raps / Wi.Rübsen		W/2KN	GPS, Ölgehalt?*	minus	null	+	+	+	+, 1	+	nicht zu arm	Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
Getreide- Leguminosen- Ölfrucht- Gemenge	Wi.Gerste / Wi.Roggen	Wi.Wicke	Wi.Raps	W/2KN	GPS, Ölgehalt?*	null	null	+	++	+	+, 1	+		Juni-Emte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
3	Hafer / So.Gerste / So.Weizen	Erbsen / So.Wicke	Leindotter / So.Raps / So.Rübsen	S	GPS, Ölgehalt?*	null	null	+	++	+	+,	-		Juni-Ernte von GPS mindert Arbeitsspitzen	
	Sonnenblume	Sommerwicke	Hafer	S	GPS, Ölgehalt?*	null	null	+	++	+	++	+	warm, mittlere bis leichte Böden	Juli-Ernte als GPS	
Grüngemenge (Landsberger Gemenge) als Zwischen-frucht	Wi.Wicke	Welsches Weidelgras	Inkarnatklee	ZF / 2KN	Silage	null	null	+	++	++	+, I	++	mittlere bis gute Böden	sehr extensive Kultur, wenig Ertrag im ersten Jahr, z.T. als Zwischenfrucht	
Ackergras / Kleegras	Knaulgras / Wiesenrispe	Luzerne / Hornklee / Esparsette		D	Silage	null	null	-	++	++	+,	+++	trocken	sehr extensive Kultur, wenig Ertrag im ersten Jahr	
	Welsches Weidelgras	Rotklee		D	Silage	null	null	-	+	+	+, (+++	mittlere bis gute Wasser- versorgung	Anzahl Schnitte? Späte Sorten!	
perennierende Energiegräser	Miscanthus			D	Häckselgut als Brennstoff	minus	nur 1./2. Jahr	-	-	-	+, ∨	++	gute Wasser- versorgung	sehr extensive Kultur, aber höherer Aufwand im Etablierungsjahr (möglichst lange Nutzungf); Emte-, Transport- und Lagerungskosten, Absatzmöglichkeiten	
	Switchgrass			D	Häckselgut als Brennstoff / Silage	minus	nur 1. Jahr	-	-	-	+, V	++	trocken	sehr extensive Kultur, aber höherer Aufwand im Etablierungsjahr (möglichst lange Nutzung!); Emte- Transport- und Lagerungskosten, Absatzmöglichkeiten	
perennierende Grünpflanzen	Topinambur			D	GPS	minus	null	+	-	-	+, V	+	gute Wasser- versorgung	hohe Pflanzgutkosten (möglichst mehrj. Nutzung!)	
einjährige Grünpflanzen	Sudangras			S/2KN	GPS	minus	null	-	-	-	+, V	-	mittel bis trocken	vergleichbar mit Mais, z.T. zweischnittig genutzt	
	Zuckerhirse			S/2KN	GPS	minus	null	-	-	-	+, V	-	mittel bis trocken	vergleichbar mit Mais	
2-Kultur- Nutzungs- system	Sonnenblume zuerst W / 2KN	danach S / 2KN		S/2KN W+S	GPS GPS	minus	null null	+	++	-	+,	-	warm gute Wasser- und Nährstoff- versorgung	hohe Arbeitsintensität (Kosten?), gutes Timing (keine Minutenböden!)	
Kurzumtriebs- plantagen	Weide / Robinie / Hasel usw.	Weide / Robinie / Hasel usw.	Weide / Robinie / Hasel usw.	D	Hack- schnitzel	minus	nur 1./2. Jahr	-	-	+	++, IVK	+++	gute Wasser- versorgung	Nur auf Eigentumsflächen!, Hackschnitzel-Preise	
Agroforst	Wortholz	Intercrop: KUPs / landw. Kulturen		D	versch. Biomassen	minus	null	+	++	+	+++, IVK	+++	variabel	Nur auf Eigentumsflächen!, Wertholz-Preise	
	Weitere denkbare Kulturen: Blühmischung der Stiftung Rheinische Kulturlandschaft, Futtermalven, Waldstaudenrogen, Dauerstaudenroggen, Bokharalee, Buchweizen, Phacelia, Fenchel, Futterraps, Liebstöckel, Westfälischer Furchenkohl, Durchwachsene Silphie, Igniscum (R)		W = Winterung		minus = verringerte Aufwand- menge; Idealerweise null PSM und null Düngung in allen Kulturen. * N-Düngung erfolgt grundsätzlich nur durch Rückführung der Gärreste oder Aschen bzw. allenfalls über organische Handelsdünger		Beitrag zum Erhalt	System bietet eine gewisse Vielfalt an	Erweiterung der Acker- begleitflora	I = Insekten und Spinnen	Beitrag zum Erosions- schutz durch Narben-				
			S = Sommerung	* evtl. höhere Binnas-			alter Kultur- sorten durch	Kulturarten auf dem Acker. Z.T. Nutzung	im Rahmen der vorge- sehenen Nutzung	∨ = Vögel	bildung, Boden- bedeckung über Winter	spezielle Standort- anfor-	ort- - - en entscheidende Faktoren, re Stellschrauben etc.		
Anmerkungen / Legende / Fußnoten			gewissen	ausbeuten durch einen			Nutzung Die E	traditioneller Gemenge instufung bew		K = Klein- säuger ogischen N	in- und r mehrjährige Nutzung	derungen bzw. relative Vozüglich-			
			2KN = als Komponente für das 2- Kultur- Nutzungs- system geeignet	Substrat.			Die Einstufung bewertet den ökologischen Nutzen der Kulturen im Vergleich mit konventionellen Anbauverfahren und stellt eine erste Einschätzung vor dem Hintergrund der Literatur dar. Die Bewertungsstufen im Einzelnen haben folgende Bedeutung: - = keine grundlegende Verbesserung zu konv. Nutzung += geringfügig positiver Einfluss +++ = deutlich positiver Einfluss				keit bei der Standort- auswahl				

Abbildung 5: Beispiele für extensive Anbausysteme/Kulturen und deren Leistungen



Einige Beispiele für geeignete Anbausysteme, deren mögliche Zusammensetzung und die zunächst vermuteten bzw. teilweise nachgewiesenen (vgl. Kapitel 2.3 und 6) ökologischen Leistungen sind in nachfolgender Abbildung 5 vereinfacht dargestellt. Diese erscheinen für einen Anbau auf Kompensationsflächen im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen besonders geeignet, da sie eine entsprechende ökologische Aufwertung intensiv landwirtschaftlich genutzter Räume sowohl im Flachland (Ackerbauregionen) als auch in den Mittelgebirgen (Grünlandregionen) erwarten lassen.

2.2.4.1 Einjährige Kulturen zur Biogas-Substraterzeugung

Hirsen

Alternativ zum üblichen Maisanbau für Biogasanlagen bieten sich als Extensivkulturen, die von der Substratqualität und der Anbaumethodik vergleichbar mit Mais sind, zunächst Sudangras und Zuckerhirse an. Bei beiden Kulturen handelt es sich um Hirsen, die im Vergleich zu Mais einen geringeren Wasserbedarf aufweisen. Dass auch diese Pflanzen bei einer angepassten Kulturführung einen naturschutzfachlichen Wert in einer vielfältigen Kulturlandschaft einnehmen können, wird u.a. durch Untersuchungen des ZALF im Rahmen des EVA-Projektes gezeigt. So weist zum Beispiel Sudangras nach vorläufigen Ergebnissen als neuartiges Habitat " ...einen gewissen Anteil 'eigene' Arten auf, die in keiner anderen Fruchtart auftreten. ... " Als grundlegende Voraussetzung für die Förderung der natürlichen Biodiversität steht jedoch die Vielfalt der Kulturen vor der Leistung der Einzelkultur (vgl. GÖDEKE ET AL., 2007).

Insgesamt zeigte Sudangras in den EVA-Versuchen hohe, mit Mais vergleichbare Erträge. Hinsichtlich einer ersten Reduktion der Düngung ergeben sich zwar deutliche Ertragsrückgänge bei Sudangras ähnlich wie bei Mais. Zusätzliche Minimierungen (reduzierte Düngung und ohne Pflanzenschutz) bewirkten jedoch bei Mais einen weiteren Ertragsrückgang, während Sudangras weitgehend gleich blieb (GÖDEKE ET AL., 2007). Dies mag an einer besseren Unkrautunterdrückung durch geringere Reihenabstände bei Sudangras und damit einer insgesamt geringeren Unkrautkonkurrenz liegen.

Auch Zuckerhirse ist in der Lage, enorme Erträge zu liefern, wobei bislang keine ausgereiften, allgemein anerkannten Produktionsverfahren existieren. Die Erträge bewegen sich in einem weiten Bereich von 35 bis 90 Tonnen Frischmasse bei einem durchschnittlichen TM-Gehalt von 22% (vgl. KTBL, 2006). Wie diese sich bei einer Minimierung der Stickstoffversorgung entwickeln wird derzeit vom Technologie- und Förderzentrum Bayern (TFZ) und der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) im EVA-Teilprojekt Minimierungsstrategien näher untersucht.

Im Zusammenhang mit der Silierbarkeit sind bei Zuckerhirse wie auch bei Sudangras die tendenziell niedrigeren Trockenmassegehalte im Vergleich zu Mais zu beachten. Sowohl beim Anbau (z.B. Mischanbau mit Mais oder Anpassung des Erntezeitpunktes), als bei der Lagerung (Auffangvorrichtungen für Sickersäfte an Fahrsilos) und Verwertung (innovative Anlagen zur Vergärung von Presssaft – vgl. GRAß & SCHEFFER, 2007).



GPS aus Getreiden, Leguminosen und Ölfrüchten

Eine besondere Vielfalt im Sinne der Agrobiodiversität lässt sich durch den Anbau von GPS-Gemengen zur Erzeugung von Biogas-Substraten erzielen. Geeignete Arten hierfür sind in Abhängigkeit vom Standort und der Verwertung verschiedene Getreidearten, bestimmte Ölfrüchte (Raps, Rübsen, Leindotter) und Leguminosen (u.a. Winterwicke, Inkarnatklee, Erbse, Ackerbohne). Dabei gilt es, auf regionaler Basis geeignete Mischungspartner und -verhältnisse zu finden.

Durch den Mehrnutzungsansatz (wirtschaftlicher Wert und Naturschutzwert) tritt die einseitige Optimierung der Kulturen (entweder Hochertrag oder Blühmischung) in den Hintergrund. Stattdessen wird ein Ausgleich angestrebt zwischen einem Wert für den Naturschutz und einer hohen Stabilität der Mischung. Erträge, die auf mittlerem Niveau auch bei schwankenden Wachstumsbedingungen (Klima, Auftreten von Schaderregern etc.) ohne den umfangreichen Einsatz von Betriebsmitteln (PSM, Dünger) realisiert werden können, bieten neben einem Nutzen für Natur und Landschaft auch dem Landwirt mehr Ertragssicherheit bei deutlich geringeren Faktorkosten. Lediglich die Saatgutkosten sind deutlich erhöht im Vergleich zu reinen Getreidebeständen.

Aktuell finden sich Mischkulturen vor allem im Ökologischen Landbau, wo sie traditionell zur Erzeugung von eiweißhaltigen Futtermitteln angebaut werden. Dort gibt es gängige Mischungen, wie z.B. Hafer-Ackerbohnen- oder Hafer-Erbsen-Gersten-Gemenge, die als Druschfrüchte angebaut werden. Diese Systeme sind bisher vor allem auf einen sich ergänzenden guten Ertrag sowie eine gleichmäßige, gemeinsame Abreife der Mischungspartner optimiert worden. In einem GPS-Gemenge spielt die Abstimmung der Abreife keine so große Rolle wie in der Korngewinnung, wenngleich auch für hohe Gasausbeuten im Biogasprozess ein Augenmerk hierauf liegt. Die Wahl des Erntezeitpunktes bei GPS richtet sich hauptsächlich nach dem Trockenmassegehalt, der für eine erfolgreiche Silierung des Erntegutes optimal ist (GÖDEKE ET AL., 2007).

Ein breites Spektrum an Mischkulturen aus mehr oder weniger historischen Quellen wie auch aus aktuellen Ergebnissen wurde bei der Zusammenstellung des Werkzeugkastens berücksichtigt. Dies ermöglicht eine standortangepasste Auswahl und nötigenfalls auch Erprobung der Kombinationen.

Befürworter des Mischfruchtanbaus führen eine Vielzahl positiver Effekte an – hierzu zählen unter anderem Ertragssteigerungen durch eine bessere Ausnutzung von Standraum und Wurzelraum, eine höhere Ertragsstabilität durch eine Verringerung des Schaddrucks sowie eine höhere Toleranz gegenüber abiotischem Stress, oder auch positive Vorfruchteffekte (RAUBER, 2003, aber auch IG MISCHFRUCHTANBAU, 2007).

Darüberhinaus sind als ökologische Leistungen von Mischkulturen die Bereicherung der Strukturvielfalt durch Mischung von Kulturarten mit unterschiedlichen Wuchshorizonten (z.B. Schilfroggen mit Wicken oder Erbsen), das Einbringen von Mischungspartnern, die einen Blühaspekt bieten sowie die Etablierung regionaler Sorten (Thema In-situ-Erhalt genetischer Ressourcen) möglich.

An der Fachschule für Agrarwirtschaft Landshut (Fachrichtung ökologischer Landbau) wurden verschiedene Gemenge zur Grüngutgewinnung entwickelt und seit mehreren Jahren erprobt. Ziel dabei war es, für den ökologischen Landbau besonders geeignete Gemenge zu entwickeln. Die besten Ergebnisse wurden dabei mit verschiedenen Gemengen aus Sonnenblume, Sommerwicke, Ackerbohne, Erbse, Perserklee, Weizen



und Hafer erreicht. Die Erträge dieser Mischungen lagen in den Jahren 2005 bis 2007 bei 7-9 Tonnen Trockenmasse je Hektar (SCHNECK, 2007). Der Standort der Versuchsanlage wird von SCHNECK als tendenziell sommertrocken beschrieben, somit ist davon auszugehen, dass das Ertragspotenzial der angebauten Gemenge noch nicht ausgereizt ist.

Der Anbau dieser Kulturen ist mit einfachen Mitteln realisierbar. So wurde in den Versuchen einphasig mit einer Drillmaschine gesät, Pflegemaßnahmen wurden keine durchgeführt und auch eine Düngung wurde auf den Versuchsparzellen nicht vorgenommen. Die Flächen sind in die Fruchtfolge des Öko-Versuchsbetriebes eingebunden, der Versuch stand in den Anbaujahren 2005-2007 jeweils nach Wintergetreide und verschiedenen Zwischenfrüchten.

Nicht in allen Fällen gestaltet sich der Anbau von Mischfrüchten technisch einfach. So können unter anderem nach RAUBER (2003) besondere Anforderungen an die Sätechnik bestehen. In Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Gemenge spielt z.B. die Entmischung des Saatguts eine Rolle. Außerdem sind die unterschiedlichen Ansprüche der Kulturen hinsichtlich Ablagetiefe und optimalem Saatzeitpunkt zu berücksichtigen.

Möglicherweise ist durch den Gemengeanbau sogar die Mischung von Biogassubstraten auf dem Acker denkbar – eine Erzeugung von chemisch wie strukturell vielfältigen Substraten (z.B. mit erhöhtem Ölgehalt), die tendenziell höhere Gasausbeuten bedingen können. Hinweise auf solche Effekte liegen aus Batchversuchen bereits vor (vgl. KARPENSTEIN-MACHAN, 2005), sind jedoch in Praxisanlagen bislang nicht verifiziert. Die Möglichkeit, solche Substrate im Rahmen der ELKE-Modellprojekte in größerem Umfang zu erzeugen und im Praxismaßstab zu vergären, kann hierzu neue Erkenntnisse liefern.

Nach Aussage von GÖDEKE (2007a) bestehen Einschränkungen hinsichtlich der Silierbarkeit von ölhaltigem Erntegut. Auch hierzu kann die Praxis möglicherweise Antworten liefern.

2.2.4.2 Zwischenfrüchte als Biogas-Substrate

Zusätzlich zu einer Sommerung als Hauptkultur besteht die Möglichkeit, Winterzwischenfrüchte für die Biogasnutzung zu ernten. Besonders interessant für die ELKE-Modellprojekte erscheinen vor allem traditionelle Gemenge aus dem Feldfutterbau, die historisch weit verbreitet waren und heutzutage vorwiegend noch im Ökologischen Landbau zu finden sind. Hierzu zählen unter anderem Wickroggen und das Landsberger Gemenge.

Über den Anbau von Zwischenfrüchten lassen sich vielfältige vorteilhafte Umwelteffekte erzielen, die von PAFFRATH (2006) wie folgt benannt werden:

- Vermeidung von N\u00e4hrstoffverlusten, u.a. Nitrat und Kalium durch Auswaschung \u00fcber Winter, insbesondere auf leichten Böden
- Zusätzliche Fixierung von Stickstoff durch Leguminosen, wodurch besonders im Gemüsebau der Einsatz organischer N-Dünger stark reduziert werden kann
- Verbesserung der Humusversorgung insbesondere auf viehlos wirtschaftenden Betrieben
- Verbesserung der Bodenstruktur und der biologischen Aktivität durch u. a. bessere Wasserhaltekapazität und bessere Befahrbarkeit der Böden



- Schutz vor Erosion
- Reduzierung der Unkrautpotentials
- Reduzierung von Krankheiten und Schädlingen

Für Praxisflächen werden von PAFFRATH TM-Erträge bis 60 dt / ha angegeben. Somit lässt sich ein erheblicher ökologischer Nutzen mit wirtschaftlichen Potenzialen verbinden.

Der Anbau von Zwischenfrüchten belastet jedoch grundsätzlich die Wasserbilanz auf einer Anbaufläche. Wenngleich Wickroggen im Vergleich zum Landsberger Gemenge auch auf trockeneren Standorten gut zurecht kommt, muss in diesem Zusammenhang gerade vor dem Hintergrund der klimatischen Schwankungen der letzten Jahre die Wasserverfügbarkeit für die Hauptfrucht im Blick behalten werden. Daher ist auch der Anbau von Zwischenfrüchten in Abhängigkeit vom Standort zu erwägen.

Ist eine ausreichende Wasserversorgung und nutzbarer Vegetationszeitraum gegeben, so steht nach dem Anbau einer frühräumenden Zwischenfrucht eine vollständige Vegetationsperiode für den Anbau einer Sommerung (Zuckerhirse, Sudangras, Sonnenblumen) zur Verfügung.

2.2.4.3 Zweikultur-Nutzungssystem für die Biogas-Substraterzeugung

Ein weiterer Ansatz für die Biogassubstraterzeugung, der die Nutzung einer Winterung und einer darauffolgenden Sommerung vorsieht, besteht im sogenannten Zweikultur-Nutzungssystem, das auf Prof. Dr. Scheffer von der Universität Kassel / Witzenhausen zurückgeht. Dabei wird über Winter beispielsweise ein Gemenge aus Wintererbsen und Roggen oder das Landsberger Gemenge angebaut und im Frühsommer (etwa Ende Mai) geerntet. Im Anschluss daran kann eine spätsaatverträgliche Sommerung z.B. Mais, aber auch Sonnenblumen, Hirsen oder Gemenge daraus – angebaut werden, so dass zwei volle Ernten in einer Saison erzielt werden können. Auch hier gelten wie bei den Zwichenfrüchten Einschränkungen bezüglich ausreichender Wasserverfügbarkeit und nutzbarer Vegetationsperiode am betrachteten Standort.

Durch diese Anbauform werden räumlich wie zeitlich vielfältige Strukturen in der Landschaft geschaffen, die nach Einschätzungen von GRAß & Scheffer (2006) in Kombination mit entsprechenden Saumstrukturen zur Biotopvernetzung beitragen können. Gerade durch die vielfältige Vernetzung mit anderen Kulturen, wie sie im Rahmen einer praktischen Phase von ELKE vorgesehen ist, kann dieser Gedanke aufgegriffen und möglicherweise weiter verifiziert werden.

Nach aktuellen Erkenntnissen aus dem EVA-Projekt ist die Zuckerhirse als Zweitkultur im Hinblick auf die Ertragssicherheit besonders hervorzuheben (GÖDEKE ET AL., 2007).

2.2.4.4 Mehrjährige Kulturen zur Biogas-Substraterzeugung

Topinambur

Sehr unterschiedlich werden in der Literatur die Potenziale von Topinambur für die Energieerzeugung dargestellt (vgl. STOLZENBURG, 2002 und SCHOLZ ET AL., 2004). Diese Pflanze kann, vor allem in



Abhängigkeit vom Wasserangebot während der Vegetationsperiode, enorme Mengen an Biomasse bilden. Die Erträge krautreicher Sorten liegen im langjährigen Mittel der Forchheimer Versuche bei ca. 7 t TM/ha (STOLZENBURG, 2002). Interessant erscheint insbesondere der mehrjährige Anbau bei einer reinen Krautnutzung, der den Ernteaufwand verringert und den hohen Kosten für die Pflanzung Rechnung trägt.

Als empfehlenswert für die Erzeugung von Biogas-Substraten wird der Anbau von spätreifenden, krautreichen Sorten wie Fuseau 60 und Violet de Rennes erachtet (KOCSIS, 2007 und STOLZENBURG, 2007).

Die Düngung von Topinambur kann analog zu einem Stickstoffgehalt von durchschnittlich lediglich 0,48% im Kraut bzw. Entzügen um 80 kg N/ha (STOLZENBURG, 2002 und 2007) verhalten erfolgen, ohne den Ertrag stark negativ zu beeinflussen. Dies konnte auch in Versuchen an der Universität Bonn beobachtet werden (BÖHMER & PUDE, 2006).

Mehrjähriges Ackerfutter / Futterbau-Gemenge

Als mehrjährige Kulturen, die aus dem Feldfutterbau stammen, sind verschiedene Formen von Klee- und Luzernegras geeignet. Diese vereinen zahlreiche, im landbaulichen wie im naturschutzfachlichen Kontext positive Effekte, wozu u.a. der Erosionsschutz, die Mehrung der Bodenhumusgehalte, die Verbesserung der Bodengare und des Porenvolumens, das Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten sowie die Fixierung von Luftstickstoff zählen.

Nach Ergebnissen des EVA-Projektes stellt sich der Ackerfutterbau als vergleichsweise ertragsschwache Kultur dar, die jedoch auf Standorten mit hohen Niederschlägen (und Höhenlage) zunehmend konkurrenzfähig wird. Dabei konnte durch eine Verringerung der Schnitte eine deutliche Ertragssteigerung erreicht werden (GÖDEKE ET AL., 2007), wobei die Bewirtschaftungskosten sinken und der Naturschutznutzen tendenziell steigt.

Eine Nutzung von diesen Kulturen erfolgt bislang vornehmlich zur Erzeugung von Grundfutter für die Tierhaltung. In ökologisch wirtschaftenden Marktfruchtbetrieben, in denen der Anbau von Klee- oder Luzernegras ausschließlich der Bodenverbesserung und der innerbetrieblichen Stickstoffgewinnung dient, werden solche Bestände oftmals nicht genutzt, sondern lediglich mit einem Mulcher eingearbeitet. Die Schnittnutzung kann im Vergleich zum Mulchen von Kleegrasbeständen erheblich zur Minderung der N-Auswaschungsverluste beitragen (LOGES, KELM & TAUBE, 2005).

Blühgemenge

Eine weitere Steigerung der Biodiversität, bei voraussichtlich geringerer Ertragsleistung, ist von Blühgemengen zu erwarten, die einen hohen Anteil Wildpflanzen beinhalten. In der Praxis werden solche Mischungen im Rahmen von Kulturlandschaftsprogrammen (Blühstreifen), jagdlichen Maßnahmen (Wildäcker, Äsungsflächen) oder Naturschutzprojekten (z.B. Projekt Lebensraum Brache) verwendet.

Die energetische Verwertung dieser Kulturen kann sicherlich als Herausforderung betrachtet werden, und muss im Einzelfall auf ihre Realisierbarkeit hin überprüft werden. Auch wenn derartige Bestände bereits in großem Umfang in der Landschaft vorkommen, ist die Erhebung von Ertragzahlen hierzu bislang kaum geschehen (z.B. Schumacher, 2007; Muchow, 2007) und konkrete Aussagen sind dementsprechend noch nicht möglich.



Auch wenn eine Weiterentwicklung in Richtung der Biomassenutzung denkbar ist, wird vermutlich der wirtschaftliche Nutzen hier weit hinter den Naturschutzwert zurücktreten. Bei der Auswahl möglicher Pflanzenarten für derartige Kulturen sind daher einige Kriterien zu beachten. Es sollte sich um biomassereiche Arten handeln, die gut beerntbar sind. Hier spielt z.B. eine geeignete Morphologie wie bei Futterpflanzen eine Rolle, um Bröckelverluste zu vermindern – Rosettenpflanzen haben hier Nachteile. Im Sinne des Naturschutzes sind langblühende Arten zu bevorzugen, für die Landwirtschaft ist ein frühes Aussamen sowie eine intensive vegetative Ausbreitung ungünstig. Züchterisch wenig bearbeitete Pflanzen bzw. Wildpflanzen neigen zu einer ungleichmäßigen Abreife. Dem Risiko des unkontrollierten Aussamens dieser Pflanzen kann jedoch auch durch eine frühe Schnittnutzung begegnet werden. An der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR WEINBAU UND GARTENBAU laufen bzw. sind Untersuchungen geplant, die sich der Inkulturnahme von Wildpflanzen zur Biomasseerzeugung widmen (Kuhn, 2007). Inwieweit sich Blühgemenge für die landbauliche Praxis der Biomassegewinnung eignen, bleibt bis heute offen. Gleichwohl stellen auch derartige Kulturen ein Potenzial in Aussicht, welches zumindest in einem einzelnen Modellprojekt in ELKE weiter verfolgt werden könnte (vgl. Kapitel 3.1.1, Bayern: Umland Stadt Würzburg).

2.2.4.5 Kulturen zur Erzeugung von Biokraftstoffen

Ein Weg zur Erzeugung von Pflanzenölkraftstoffen besteht im Mischanbau von Leindotter z.B. mit Getreide. Das Prinzip, welches u.a. von Teilnehmern der IG MISCHFRUCHTANBAU (2007) entwickelt wurde und verfolgt wird, sieht vor, bei der Erzeugung von Sommergetreide als Nahrungsmittel zusätzlich Leindotter als Gemengepartner anzubauen, ohne dass dabei Abstriche beim Getreideertrag auftreten (vgl. PAULSEN ET AL., 2003). Der Kornertrag des Leindotters kann nach der Ernte problemlos separiert werden und genügt mindestens, um den Kraftstoffverbrauch für den Getreideanbau zu kompensieren. Neben dem energetischen Gewinn bietet diese Kultur zudem noch weitere Zusatz-Effekte für den Landbau (zum Teil wurde eine Qualitätsverbesserung beim Getreide beobachtet) und den Naturschutz (der Blühaspekt des Leindotters bietet z.B. Insekten eine gute Nahrungsbasis). In der Fläche hat sich der Anbau von diesem und anderen Gemengen dennoch bislang aufgrund des höheren Anspruchs bei Anbauplanung, Saat- und Erntetechnik kaum durchgesetzt. Würde der gesamtgesellschaftliche Umweltnutzen solcher Systeme vereinfacht in Höhe des Mehraufwandes vergütet, so ist auch ein größerer Anbauumfang zu erwarten.

2.2.4.6 Kulturen zur Erzeugung von Festbrennstoffen

Bei der Etablierung von mehrjährigen Kulturen kommt der Unkrautbekämpfung in der Initialphase nach der Pflanzung bzw. Aussaat eine besondere Bedeutung zu. Die Kulturen sind im ersten Jahr oftmals schwachwüchsig und nur in geringem Maße konkurrenzfähig gegenüber der Begleitvegetation. Es ist daher zu prüfen, inwiefern der einmalige Einsatz von Herbiziden in der Etablierungsphase die angestrebte Naturschutzfunktion dieser Kulturen beeinträchtigt. Nach Ansicht von Schumacher (2007) ist der Schaden durch einen einmaligen Herbizideinsatz im Verhältnis zum potenziellen Nutzen durch die folgende langjährig extensive Bewirtschaftung vernachlässigbar. In einer praktischen Modellphase, wie sie in ELKE vorgesehen ist, wird es möglich sein, diesen Sachverhalt zu untersuchen. Dazu müssen die Ansprüche von Naturschutz und Landwirtschaft im Einzelfall vor Ort in Übereinstimmung gebracht werden.



Mehrjährige Großgräser

Miscanthus, auch als Chinaschilf bekannt, ist ein perennierendes C₄-Gras, das in unseren Breiten jährliche Erträge von etwa 15 bis 20 Tonnen Trockenmasse erreicht (vgl. PUDE, 2005 und KTBL, 2006). Die Ertragspotenziale von Switchgrass – dabei handelt es sich um ein nordamerikanisches Präriegras, das auch als Rutenhirse bezeichnet wird - hingegen liegen mit etwa 12 bis 15 Tonnen Trockenmasse (vgl. TRESELER, 2007) darunter. Die beiden Kulturen decken jedoch verschiedene ökologische Optima ab. So ist Chinaschilf vor allem unter einer guten Wasserversorgung in der Lage, sein Potenzial zu realisieren, während bestimmte Switchgrassherkünfte und -sorten auf trockenen oder wechselfeuchten Standorten überlegen sind.

Beide Pflanzen lassen sich extensiv anbauen, was in der Praxis auch gemacht wird. So sind Miscanthusbestände mit langjährig hohen Erträgen bekannt (beispielsweise in der Moselaue bei Trier), die ohne nennenswerte Düngung und ohne Pflanzenschutzmaßnahmen auskommen. Diese zum Teil annähernd 20 Jahre alten Bestände werden lediglich zwischendurch stellenweise zur Pflanzgutgewinnung genutzt, wobei ein Grubbern und Aufsammeln der Rhizome oder ein teilweises Roden mit einem umgebauten Kartoffelroder erfolgt.

Die Etablierung von Chinaschilf erfolgt üblicherweise auf dem Wege der Rhizomvermehrung und -pflanzung. Zum Legen der Rhizome bietet sich angepasste Technik aus dem Kartoffelanbau an. Das Produktionsverfahren, welches im KTBL-Titel "Energiepflanzen" (2006) beschrieben wird, unterscheidet sich in einigen Punkten von den aus der Praxis bekannten Verfahren. Die Pflanzung wird hier – anscheinend als Handpflanzung – sehr kostspielig kalkuliert, die Ernte erfolgt entgegen der gängigen Praxis in einer Ballenlinie. Hierdurch werden relativ hohe Kosten veranschlagt, wobei durch das Pressen von Ballen nach Angaben von erfahrenen Praktikern bei Miscanthus kaum Verdichtung möglich ist (HAYER, 2007). Verbreitet ist vielmehr der Einsatz von Feldhäckslern.

Switchgrass kann sowohl auf dem Wege der Aussaat etabliert werden, als auch in Rhizomform gepflanzt werden. Bei einer Aussaat, die hinsichtlich Technik und Kosten die günstigere Möglichkeit darstellt, muss jedoch unbedingt der ausgeprägten Dormanz des Saatgutes Rechnung getragen werden (TRESELER, 2007).

Hinsichtlich der Düngung bestehen bei beiden Gräsern nur geringe Ansprüche. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Nährstoffe in Stängel und Blättern bei einer Schnittnutzung des trockenen Materials im ausgehenden Winter bereits weitgehend ins Wurzelwerk zurückverlagert bzw. durch Niederschläge ausgewaschen sind. Für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln besteht, abgesehen von der Flächenvorbereitung vor der Aussaat oder Pflanzung, weder besonderer Bedarf noch eine gültige Zulassung.

Die perennierenden Gräser, wie Miscanthus und Switchgrass, erfüllen nach aktuellem Erkenntnisstand (vgl. Kapitel 2.3) die Anforderungen an einen qualitativ hochwertigen abiotischen Ressourcenschutz. Denn u.a. die lange Bodenruhe, der geringe Bedarf an Betriebsmitteln und Wasser bei bemerkenswerten Massenzuwächsen kennzeichnet diese Kulturen als so genannte Low-Input-Kulturen. Es besteht eine gute Bodenschutzwirkung im Sinne einer Stabilisierung von erosionsgefährdeten Böden. Switchgrass mindert Erosion im Vergleich zu üblichen landwirtschaftlichen Bewirtschaftungssystemen um mehr als 90% (SAMSON, 2007).



Die geringen Nährstoffansprüche und die niedrige Krankheitsanfälligkeit der Gräser bergen günstige Eigenschaften für den Wasserschutz. Switchgrass ist zudem ausdrücklich für die Anlage von Filterstreifen geeignet (TRESELER, 2007), die den Eintrag von Schadstoffen in Oberflächengewässer erheblich mindern können (vgl. AMELUNG ET AL., 2004).

Aus den USA liegen Studien vor, die bei der Anlage von Switchgrassbeständen eine gleichbleibende Qualität für den Vogelschutz im Vergleich zu reinen Schutzgebieten feststellen. Insgesamt ist außerdem im Zusammenhang mit der energetischen Nutzung von einem wertvollen Lebensraum die Rede, wenn die Bestände über Winter stehen bleiben. Und auch abgeerntete Switchgrassbestände bieten einen geeigneten Lebensraum für Vögel (SAMSON, 2007). In den USA existieren daher bereits Schutzprogramme, die den Anbau unter anderem von Switchgrass fördern.

Die wirtschaftliche Nutzung von Halmgut aus dem Miscanthus- und Switchgrassanbau ist in Deutschland noch nicht ausgeprägt entwickelt. Somit ist bei der Etablierung von Beständen stets ein gesicherter Absatz im Sinne eines Vertragsanbaus oder einer innerbetrieblichen Verwertung anzustreben. Die Erzeugung von Pellets stellt nach Ansicht von SAMSON (2007) für Switchgrass den hinsichtlich der Energieeffizienz optimalen Verwertungsweg dar.

Agrarholzanbau & Kurzumtriebsplantagen

Aktuell steht der Agrarholzanbau aufgrund der steigenden Nachfrage von nachwachsenden Rohstoffen als grundlastfähige, holzartige Biomasse vor bzw. in einer Einführung in die landbauliche Praxis.

Die Bandbreite verwendeter Bezeichnungen spiegelt die Vielfalt möglicher Anbausysteme mit ihrer Kulturarten- und Bewirtschaftungsvielfalt wieder:

- Kurzumtriebsplantagen (KUP)⁷
- Kurzumtriebskulturen⁸

⁷ BEMMANN (2007): "Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind Anpflanzungen mit besonders gut dafür geeigneten Baumarten, Rassen oder Sorten auf (sehr) produktiven Standorten, die in kurzen Produktionszeiträumen Erträge (Biomasse) liefern, welche die Wuchsleistungen von klassischen Hochwaldbeständen übertreffen."

Kurzumtriebskulturen stellen eine moderne Form der historischen Niederwaldnutzung dar. Sie werden über einen Zeitraum von 20 bis 30 Jahren mehrmals abgeerntet, wobei die Umtriebszeiten in einem weiten Rahmen von zwei bis zehn Jahren liegen. Nach der Ernte treiben die Wurzelstöcke im nächsten Frühjahr wieder aus, man arbeitet nach dem Prinzip "einmal pflanzen - mehrmals nutzen". Für Kurzumtriebskulturen können alle Baumarten mit einer hohen Stockausschlagsfähigkeit verwendet werden. Wirtschaftlich interessant sind aber nur in der Jugend wuchskräftige Baumarten wie Weiden, Aspe, Robinie, Schwarzerle und insbesondere Pappelhybride. Die Wuchsleistungen von klassischen Waldbeständen werden dabei weit übertroffen. Auf den bayerischen Versuchsflächen erzielten verschiedene Sorten der Balsampappel die besten Erträge mit 10 bis 13 Tonnen Zuwachs absolut trockener Biomasse pro Jahr und Hektar. Das entspricht einem Holzvolumen von über 30 Erntefestmetern oder dem Energiegehalt von etwa 5.000 bis 6.000 Liter Heizöl. Im Vergleich zur intensiven Landwirtschaft stellen Kurzumtriebskulturen eine umweltschonende Bewirtschaftungsform dar."

BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (Zugriff am 06.03.2008. http://www.lwf.bayern.de/waldbewirtschaftung/holz-logistik/holzenergie/kurzumtriebskulturen/); "Unter Kurzumtriebskulturen versteht man Anpflanzungen von schnellwachsenden und stockausschlagfähigen Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen mit einer sehr kurzen Umtriebszeit. Die erzeugte Biomasse kann stofflich verwertet werden (z.B. in der Papier-, Zellstoff- und Holzwerkstoffindustrie), meist wird sie aber als Holzhackschnitzel zur Energiegewinnung genutzt. Man spricht deshalb auch von Energiewäldern. ...



- Kurzumtriebsflächen (KUF)
- Niederwald im Kurzumtrieb (europäischer Sprachgebrauch)
- Agrarholzanbau
- Bauernwald
- Holzacker
- Energiewälder
- Feldholz

Es sind exemplarisch nur zwei Umschreibungen als Fußnoten angeführt, um die Bandbreite des Agrarholzanbaus zu verdeutlichen. In diesem Bericht wird allgemein der Begriff KUP neben dem Sammelbegriff Agrarholzanbau verwendet und meint grundsätzlich stockausschlagsfähige Baumarten in gepflanzten Verbänden (auch linienförmige und/oder als Bestandteil innerhalb einer Agroforstkultur) auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, die nach unterschiedlich langen Umtriebszeiten (bis zu 20 Jahre, bis zu 5-7 Nutzungen) gerodet und gegebenenfalls neu begründet werden. Grundsätzlich bleibt die Multifunktionalität der landwirtschaftlichen Nutzfläche erhalten. Diese Kulturen können auch als Mischungspartner in Agroforstsystemen verwendet werden (siehe Kapitel 2.2.5).

Die wissenschaftliche Betrachtung von KUP kann in Deutschland auf eine lange, wenn auch zyklisch verlaufende Tradition verweisen. Forschungsprojekte aus dem Bereich der KUP konzentrieren sich im Wesentlichen auf die Sorten/Klone der Pappel- und Weidenarten. Hierbei wurden und werden verschiedene Anbauverfahren, Verbandsversuche, Sortenvergleiche und Ertragsleistungen bei unterschiedlichen Umtriebszeiten in den Fokus der Untersuchungen genommen. Darüber hinaus sind auch ökologische Einflüsse teilweise begleitend zu den Projekten betrachtet worden (vgl. z.B. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V., 1999)

Aktuelle Forschungsprojekte

Derzeit laufen in Deutschland mehrere Verbundprojekte, die sich mit dem Anbau von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen befassen. Ein Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung war die Bestandsaufnahme des aktuellen Forschungsstandes. Die vorliegenden Ergebnisse aus den laufenden Projekten werden dahingehend analysiert, inwieweit Erkenntnisse für extensive Landnutzungsstrategien abgeleitet werden können. Die folgende Listung gibt einen Überblick über diese Forschungsvorhaben und soweit vorhanden deren Internetseite:

- AGROWOOD⁹ (2005-2009), Koordination TU Dresden www.agrowood.de, gefördert vom BMBF
- AGROFORST (2005-2008), Koordination Albert-Ludwig-Universität Freiburg, www.agroforst.unifreiburg.de, gefördert vom BMBF

⁹ Der Forschungsstand der Verbundprojekte AGROFORST, AGROWOOD und DENDROM wurde und wird regelmäßig bei Tagungen vorgestellt (1. Fachtagung/Tharandt 2006, 2. Fachtagung/Freiburg 2007, 3. Fachtagung/Cottbus 2008 in Vorbereitung).



- BIODEM (ab 2006), www.biodem.de, FH Eberswalde und Partner
- DENDROM, Koordination FH Eberswalde (2005-2008), www.dendrom.de, gefördert vom BMBF
- Novalis, Koordination Georg-August-Universität Göttingen (ab 2006), www.novalis.forst.unigoettingen.de, gefördert von der DBU
- Ökonomische und ökologische Bewertung von Agroforstsystemen in der landwirtschaftlichen Praxis (2007-2010), Gesamtkoordination Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) - Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe
- Anlage einer Modellpflanzung mit Pappel-Sortenschau auf dem landwirtschaftlichen Versuchsgut Eichhof zur Sicherung der Sortenbasis und zur Sortenpflege (bis 2008), Kompetenzzentrum Hessen Rohstoffe, gefördert vom BMELV über die FNR
- Erfassung von Klon-Standort-Wechselwirkungen bei Pappel und Weide auf landwirtschaftlichen Standorten in kurzen Umtriebszeiten, Koordination Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (in Beantragung bei der FNR)

Darüber hinaus beschäftigen sich eine Vielzahl weiterer Forschungseinrichtungen mit KUP bzw. Agroforstsystemen, wie z.B. die BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT (LWF; BURGER, 2007) und das Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB). 10

Analyse und Bezug zu ELKE

Die Verbundprojekte AGROWOOD und DENDROM befassen sich mit der Anbaupraxis von KUP. Während bei DENDROM der Schwerpunkt auf der Konzeptentwicklung und Umsetzungsplanung liegt (die praktische Umsetzung von einigen 100 ha soll nach Projektabschluss realisiert werden), ist im Projekt AGROWOOD die Anlage von mehreren hundert Hektar (schwerpunktmäßig Pappel- und Weidenkulturen) vorgesehen, so z.B. im Energiewald Kostebrau (LANDGRAF ET AL., 2007). Zur Bearbeitung verschiedener Forschungsaspekte kann von den Forschungsinstitutionen auf bereits bestehende KUP zurückgegriffen werden (z.B. LIESEBACH, 2006).

Obgleich sich die Zielsetzungen dieser beiden großen Verbundprojekte unterscheiden, wird in beiden Projekten sowohl ökologischen als auch ökonomischen und sozialen Fragestellungen nachgegangen, wobei jedoch Untersuchungstiefe und Methodik variieren. Beide Forschungsansätze verfolgen ganzheitlich die wesentlichen Aspekte vom Anbau bis zur Verwertung.

In Brandenburg wurden im Projekt Biodem bereits Versuchsflächen angelegt und betreut, wobei hier zum Teil auch heimische Baumarten wie die Korb-Weide (Salix viminalis), Mandel-Weide (Salix triandra) bzw. deren Kreuzungen, die in der Alpenregion heimische Grau-Erle (Alnus incana) und die sich in Deutschland ausbreitende Robinie (Robinia pseudoacacia) untersucht werden (vgl. Versuchsanlagen unter www.biodem.de).

Im Projekt Novalis werden seit dem Frühjahr 2007 auf einer Versuchsfläche neben Pappelhybriden und Weiden, Aspe/Zitter-Pappel (Populus tremula), Schwarz-Erle (Alnus glutinosa), Robinie sowie Berg-Ahorn

¹⁰ Das ATB verfügt über einen der ältesten Feldversuche zu KUP.



(Acer pseudoplatanus), Winter-Linde (Tilia cordata) und Eberesche (Sorbus aucuparia) unter folgenden Aspekten untersucht (LAMERSDORF, 2007):

- Standraumregulierung (verschiedene Pflanzverbände), Wachstum und ökologische Parameter (Biomasseentwicklung, Nährstoffallokation, Strahlungsprofil, Begleitvegetation)
- Ökologisch verträgliche Flächenvorbereitung und Kulturpflege (Pflanzenschutz) Nutzpflanzendecken als Alternative zu Totalherbiziden (Buchweizen, Erd-, Klein-, Faden-, Gelb-, Hopfen- und Weißklee)
- Einsatz von Mykorrhizapilzen und anderen Hilfsstoffen
- Randgestaltung durch Wildobst

Ein wesentlicher Aspekt dieses Forschungsvorhabens ist der ökologieorientierte Ansatz. Da die Pflanzung erst im Frühjahr 2007 stattfand, liegen zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Ergebnisse vor.

Unterschied des Baumartenspektrums (Sorten/Klone) von Hochleistungs-KUP zum extensiven Agrarholzanbau

Eine umfangreiche Darstellung zur Energieholzproduktion in der Landwirtschaft liefert Hofmann (HOFMANN, 2007). Hinsichtlich der Anbauwürdigkeit sind mehrere Hochleistungssorten/-klone aufgeführt:

- Pappel, insbesondere Balsampappeln (ca. 30 Spezies alle baumfähig): Hybride 275 (Syn. NE 42), Max (Mehrklonsorte), P. koreana*, 10/85, 20/85*, Androscoggin, Trichobel, Muhle Larsen (* noch nicht zugelassen nach FoVG, kursiv = Pappelblattrost gefährdet) – zudem Fritz Pauley, Scott Pauley. Der Dendromassezuwachs kulminiert im Alter zwischen 12 und 15 Jahren.
- Weide (ca. 30 baumartige Spezies): Empfohlen werden insbesondere die schwedischen Sorten Björn, Tora, Tordis, Inger oder Sven. Ein Beispiel für eine heimische Weide ist die Sorte Zieverich.

Zur Einschätzung des Energieertrags werden die durchschnittlichen Heizwerte in MJ/kg atro (Unterer Heizwert, H_{II}) für Pappel mit 18,4 und für Weide mit 18,3 angegeben, wobei die Erträge bei mittlerem Ertragsniveau von Pappel bei 8 bis 12 und von Weide bei 5 bis 9 Tonnen atro je Hektar und Jahr liegen. Ausgedrückt in MWh/ha bedeutet dies bei Pappel ca: 40 bis 60 MWh/ha und bei Weide: 25 bis 45 MWh/ha, wobei 1 MWh rund 100 Liter Heizöl entspricht).

Die bekannten Gefährdungen in der Anbaupraxis reichen vom Wühlmausbefall, Rindenschäden, Pilzerkrankungen (z.B. Pappelrindentod, Pappelblattrost) bis hin zum Schneedruck.

Aussagen zum vermehrten Auftreten von Schaderregern bis hin zu Kalamitäten können für KUP aufgrund mangelnder Erfahrung mit einer erhöhten Anbaudichte bzw. großflächigem Anbau in Deutschland nicht getroffen werden. Grundsätzlich wird auch hier eine Systemstabilität, wie in der Ökologie beschrieben und im Landbau bewiesen, durch eine Diversifizierung in der Zusammensetzung der miteinander verträglichen Kultur-/Baumarten bzw. Sorten/Klone erhöht bzw. die Gefahr von Kalamitäten reduziert. Aufgrund mangelnder Praxisflächendichte ist die Abschätzung von landbaulich vernünftigen Anbauumfängen von Arten-/Sortenmischungen unbekannt.



Heimische Baumarten und deren Sorten begründen in den in ELKE verfolgten standorttypischen extensiven Bewirtschaftungsweisen von KUP neben einer erwünschten Bestandssicherheit insbesondere die systemimmanente Naturschutzqualität.

Dazu eignen sich heimische

- Pappeln wie Schwarz-Pappel (Populus nigra) und Aspe/Zitter-Pappel, die auch durch die Stecklingsgewinnung aus nachgewiesen lokal heimischen Bäumen/Beständen zur Erhaltung und Sicherung gefährdeter Arten beitragen kann. Eine wichtige Naturschutzleistung im Bereich des Artenschutzes. Die LWF hat für die Sorten Münden und Ahle (Aspe/Zitter-Pappel) Erträge zwischen 6 und 13 Tonnen atro je Hektar und Jahr nachgewiesen (BURGER, 2006).
- Weiden wie Korb-Weide, Mandel-Weide aber vermutlich auch für Mittelgebirgslagen typische Weidenarten wie beispielsweise Sal-Weide (Salix capreae) oder Ohr-Weide (Salix aurita). Letztere wurden bisher im Versuchswesen nicht oder kaum berücksichtigt. Aufgrund der z.B. auch in Schweden guten Erfahrungen in der Weidenzüchtung (vgl. WEIH, 2007), bleibt auch für Deutschland die Frage offen, ob und inwieweit ein entwicklungsfähiges Potenzial speziell für Weiden besteht.
- Schwarz- und Grau-Erlen. Derzeit laufen einige Versuche an der LWF (vgl. BURGER, 2007) und in den Projekten Biodem und Novalis). Besonders im Bereich der Wasserläufe bzw. deren Auen und Feuchtgebiete können neben den Weiden heimische Erlen wichtige Funktionen im Naturschutz sowie in anderen Handlungsfeldern, wie der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (in Kraft seit 22.12.2000) oder im Grundwasserschutz, übernehmen. Die Erträge liegen bei ca. 6 Tonnen atro je Hektar und Jahr (z.B. BURGER, 2007).
- bzw. sich einbürgernde Arten wie die Robinie. Derzeit laufen erfolgreiche Anbauversuche in Ostdeutschland u.a. in Brandenburg im Projekt Biodem. Die Robinie zeigt in verschiedenen Untersuchungen Erträge zwischen 6 und 12 t atro je Hektar und Jahr (z.B. Scholz, 2006 und LANDGRAF, 2005). Allerdings wird auch auf Probleme durch Wurzelbrut und starke Durchwurzelung der Böden hingewiesen, die eine Rekultivierung der Flächen erschweren kann.

Grundsätzlich gilt für diese, bisher wenig bearbeiteten Gehölze für den Agrarholzanbau, dass eine z.T. deutliche Ertragssteigerung durch Züchtung zu erwarten ist.

Anbauverfahren im Kontext von Pflanzdichten und Ernteverfahren

Die Vielfalt der Anbauverfahren für KUP zeichnen sich durch einen engen Zusammenhang zwischen Bestandesbegründung und beabsichtigter Verwertung aus. Mit der Erhöhung der Umtriebszeit und der damit verbundenen Holzqualität eröffnen sich neben energetischen auch stoffliche Absatzwege.

Einige aktuelle Beispiele für unterschiedliche Anbauverfahren:

In den ostdeutschen Ländern Sachsen und Brandenburg (z.B. im Projekt AGROWOOD, Projektgespräch 9. Mai 2007) liegen die Pflanzzahlen bei ca. 10.000 bis 12.000 St./ha. Gepflanzt wird i.d.R. mit Pflanzmaschinen aus Baumschulen und zwar in Doppelreihen (150/75/150, alternativ 180/75/180 cm, Abstand der und in den Reihen 60 – 65 cm). Die Umtriebszeit beträgt i.d.R. 3 Jahre. Geerntet wird mit einem Selbstfahrhäcksler Claas Jaquar HS2, der bisher maximal einen Stammdurchmesser von 7 cm ernten konnte. Dadurch werden die Umtriebszeiten auf 2 bis zu 5



Jahre festgelegt. Eine Konseguenz ist eine geringe Flexibilität in der Bewirtschaftung. Die Fa. Krone bewirbt ihren BigX mit Spezialvorsatz WoodCut mit einem maximalen Stammdurchmesser von 12 cm.

- In Süddeutschland findet man Verfahren, die zur Kulturbegründung die Pflanzung von 5.000 7.000 Stecklingen in Einzelreihen mit einem maximalen Reihenabstand von 1,7 m vorsehen. Geerntet wird i.d.R. nach 5 Jahren mit einem Gehölzmähhäcksler, wobei die Durchmesser bei 7 – 12 cm liegen (BURGER, 2006).
- Ein neuerer Ansatz verfolgt die starke Reduktion der Pflanzzahlen durch die Nutzung von ca. 500 -1.000 oder 300 - 500 rund 2 - 4 m langer Setzstangen (vgl. u.a. HOFMANN, 2007). Die Ernte erfolgt motormanuell oder mit forstlichen Vollerntern nach 7 - 10 oder mehr Jahren und erlaubt so eine hohe Nutzungselastizität.

Grundsätzliche Zusammenhänge werden durch die Ermittlung der optimalen Pflanzdichte über die prognostizierten Erträge in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit des Standorts deutlich. Es bestehen genaue Bezüge zwischen den Kulturbegründungs-, Ernte- und Rekultivierungskosten.

Übergang KUP zu Niederwald

Verringert man über die Verlängerung der Umtriebszeit von 10 bis zu 20 Jahren die Bewirtschaftungsintensität auf der Fläche, so liegt hier auch der Übergang von der KUP zum Niederwald. Die produktionstechnischen Eigenschaften von Niederwald sind durch Umtriebszeiten von ca. 10 bis zu 40 Jahren gekennzeichnet, wobei man ca. 600 bis zu 4.000 Stöcke/ha vorfindet (z.B. Scherzinger, 1996). Aufgrund der klassischen manuellen Ernteverfahren können Niederwälder auch in Hanglagen bewirtschaftet werden (vgl. Darstellung bei www.agrowood.de). Die Biomasseproduktion ist im Vergleich zu den Hochleistungs-KUP bedeutend niedriger. Eine Halbierung der Massenerträge von heimischen Arten gegenüber intensiver KUP kann als grundsätzliche Faustformel angenommen werden. Allerdings wurden für die Edel-Kastanie (Castanea sativa) auch schon Erträge bis zu 6 t atro je Hektar und Jahr nachgewiesen (SUCHOMEL, 2006).

Im Zusammenhang mit den in ELKE verfolgten extensiven Landnutzungsstrategien wird in Abhängigkeit zum Standort (Flachland - Mittelgebirge) eine mehr oder weniger große Nähe zu den klassischen Niederwaldstrukturen deutlich¹¹.

¹¹ Eine differenzierte historische Einordnung der Vegetationseinheiten von Niederwädern in Mitteleuropa findet man in ELLENBERG (1996).

Eine aktuelle und umfassende Einführung in einer Gebietsmonographie für NRW findet man in LANUV (2007c) ab Seite 341: " ... Die Ausbildung unterschiedlicher Niederwaldtypen war und ist eng mit klimatischen, edaphischen und nutzungsabhängigem Faktoren verbunden. In Mitteleuropa stocken Niederwälder vor allem auf planar bis submontanen Laubmischwald-, Edellaubbaum-, Mischwald- und Auenstandorten (MAYER, 1992). Niederwaldnutzung fördert immer die Entwicklung von Lichtholzarten. Hainbuche, Linde, Ahorn, Esche, Hasel und auf nassen Standorten Erle und einige Weidenarten ertragen Niederwaldnutzung besonders gut. Weniger ausschlagfreudig sind Eiche, Ulme, Pappelarten, Birke, Vogelkirsche, Wildobst und viele Sträucher.

Bei 10-12 jährigem Umtrieb dominieren echte Sträucher, bei 18-20 jährigem Umtrieb Eichen, bei 20-30 jährigem Umtrieb Hainbuchen und erst bei über 30 jährigem Umtrieb die Rotbuche (ELLENBERG, 1996). ... "



Derartige Bauernwälder (vgl. ABETZ, 1955) liegen zwar unter den Erträgen von Hochleistungs-KUP, aber auf guten Standorten mit vitalen Stöcken liegen sie i.d.R. über den von klassischen Hochwäldern. BURSCHEL & Huss (1987) verweisen in Anlehnung an HAMM (1896) auf die Massenleistung verschiedener heimischer Baumarten in Festmeter je Hektar und Jahr:

> Pappeln, Baumweide > 10 (ca. 4 bis 6 t atro)

Schwarz-Erle, Winter-Linde, Esche, Berg-Ahorn > 10 (ca. 4 bis 6,5 t atro)

Ulme, Grau-Erle, Trauben-Eiche, Birke > 8 (ca. 4 bis 5,5 t atro)

Hainbuche, Wildobst, Hasel > 6 (ca. 3 bis 4,5 t atro)

> 4 (ca. 2,8 t atro) Rotbuche

Diese Massenleistungen können lediglich als Anhaltspunkte dienen und müssen in den hier verfolgten neuen Anbauverfahren in ELKE bestätigt werden.

Synthese und Modellbildung

Obwohl sich derzeit der Anbau schnellwachsender Baumarten in Deutschland im Übergang vom Versuchsmaßstab hin zu praxisrelevanten Größenordnungen entwickelt, liegen in Deutschland nur eingeschränkt großflächig vergleichbare standortbezogene Ertragsprognosen für Hochleistungssorten/-klone vor.

Bei dem Anbau von heimischen Hölzern sind die jeweiligen Standortansprüche hinlänglich bekannt. Die Ertragserwartungen für eine Biomasseproduktion im Agrarholzanbau müssen jedoch vorwiegend aus älteren Untersuchungen entnommen werden und sind daher aktuell in der Praxis in Hinsicht auf die geplanten Anbausysteme nicht bestätigt.

In der Fläche verändern sich die Ertragserwartungen entsprechend der angestrebten Mischungsverhältnisse von heimischen Arten mit modernen Sorten und Klone, des Pflanzverbandes und der Stückzahl bis hin zu den geplanten Ernteintervallen. Der damit festgelegte Ernte- und Logistikaufwand und ein optimierter Verwertungsweg bestimmen maßgeblich die einzelbetriebliche Ertragssituation. Im Sinne der hier verfolgten Mehrnutzungskonzepte wird durch die Anbauverfahren die Qualität der ökologischen Leistung und damit der naturschutzfachlichen Wertigkeit festgelegt. Daraus wird der jeweils vor Ort erzielbare Preis abgeleitet, der maßgeblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Anbauverfahren hat.

Eine Zunahme der möglichen Nutzungselastizit der Kulturen kann eine Strategie sein, um flexibler auf den aktuellen Markt (bis hin zur energetischen oder stofflichen Verwertungsschiene) reagieren zu können. Anpassungsfähige Rotationsintervalle und/oder selektive Ernten sind grundsätzlich abhängig von der Artenzusammensetzung, den Pflanzzahlen sowie dem Pflanzverband.

Bei der praxisbasierten Modellbildung wird die potenzielle abiotische wie biotische Schadanfälligkeit der Kulturen sowie mögliche Vektorfunktionen im Hinblick auf die angrenzenden klassischen landwirtschaftlichen Anbausysteme berücksichtigt.



Auffällig ist auch, dass einzelne, zumindest theoretisch geeignete, heimische Arten nicht hinreichend untersucht sind, z.B. Haselnuss (Corylus avellana)¹² oder Schwarz-Erle speziell in kühl-feuchten Mittelgebirgslagen. Diese Arten sind von besonderem Interesse für den Naturschutz. Des Weiteren können in diesem Zusammenhang auf geeigneten Standorten Baumarten wie bspw. Berg-Ahorn (Acer pseudoplatanus) und Gemeine Esche (Fraxinus excelsior) sowie die ursprünglich zwar nicht bei uns beheimatete, aber in einigen Gebieten etablierte Edelkastanie (Castanea sativa)¹³ genannt werden.

In ELKE sollen vielfältige Mischungen aus Hochleistungssorten sowie -klonen und heimischen Gehölzen entwickelt werden, die Biomasse- und Naturschutzleistung effizient zusammen führen. Das Vorgehen führt grundsätzlich vegetationskundliche, ökologische, forstwirtschaftliche und lanbauliche Grundlagen nebst bestehenden praktischen Erkenntnissen zusammen, die für die neuen Kulturen regional interpretiert und in Kulturen umgesetzt werden.

Zwei Beispiele stehen stellvertretend für eine Vielzahl möglicher Pflanzenkombinationen:

- 1. Modellfläche auf gut bis sehr gut wasserversorgtem Standort im Flachland:
 - 30 % mehrere Hochleistungssorten/-klone Weide
 - 20 % Schwarz-Erle
 - 20 % Schwarz-Pappel (Aspe/Zitter-Pappel)
 - 20 % Gemeine Esche, Berg-Ahorn, Winter-Linde
 - 10 % Mandel-Weide, Korb-Weide (auch Baumweiden wie Silberweide (Salix alba), Bruch-Weide (Salix fragilis) oder deren Kreuzung Hohe Weide (Salix x rubens) ...)
- 2. Modellfläche auf gut bis sehr gut wasserversorgtem Standort im Hügelland/Mittelgebirge:
 - 40 % mehrere Hochleistungssorten/-klone Pappel
 - 20 % Gemeine Esche, Berg-Ahorn, Winter-Linde, Aspe/Zitter-Pappel, Eberesche (Sorbus aucuparia) ...
 - 20 % Schwarz-Erle
 - 20 % Sal-Weide, Ohr-Weide, Grau-Weide (Salix cinerea), Haselnuss ...

¹² Die letzte gefundene Originalquelle zum Massenzuwachs von Haselnuss in Niederwäldern stammt von HAMM und ist 1896 publiziert.

¹³ In manchen Gebieten, wie z.B. dem Niederrhein, verbreiteten bereits die Römer vor rund 1.900 Jahren diese Baumart. In einigen Wäldern findet sich dieser Baum bis in die heutige Zeit (z.B. NSG- und Natura 2000-Gebiet Knechtstedener Wald mit Chorbusch bei Dormagen).



Weiterer Forschungsbedarf

Neben den bereits beschriebenen Aspekten, die in der aktuellen Agrarholz-Forschungslandschaft noch nicht ausreichend beachtet werden, bleiben weitere offene Fragen:

- Standortsspezifische Ertragsleistung bei heimischen Baumarten (über Biomassefunktionen am Kernwuchs und nach dem auf den Stock setzen – Frühzeitiger Rückschnitt – Ertragssteigerung durch Erhöhung der Anzahl von Schösslingen)?
- Interspezifische Konkurrenz mit Hochleistungsklonen Optimierung der Baumartenzusammensetzung aus ertragskundlicher wie ökologischer Sicht?
- Optimierung der Leistungs- und Kostensituation durch entsprechendes Pflanzgut als Voraussetzung einer extensiven Bewirtschaftung
- Optimierung des Pflanzverbandes und der Umtriebszeit hinsichtlich der Nutzungselastizität der Kulturen?
- Erntetechnik insbesondere Mechanisierungsgrad
- Optimierung in der Logistikkette, ein Aspekt: geringere Ernte-, Aufbereitungs- und Lagerkosten durch bspw. höhere Holzdichten heimischer Baumarten?
- Höhere Qualifizierung von Energieholz (Hackschnitzelqualität) durch heimische Baumarten?
- Ökonomische Leistungen des Brennholzwaldes bei Selbstwerbung (motor-manuelle Verfahren speziell auf weniger gut befahrbaren Flächen) - vor allem in Mischkalkulation mit anderen Ernteverfahren?

Kulturen zur Erzeugung von Wertholz

Agroforstsysteme ermöglichen es, neben den Verwertungspfaden Energieholz, Vollholz, Holz für die Zellstoff- bzw. Papierproduktion oder Dämmaterialien¹⁴ auch Wertholz bis zur Furnierqualität auf landwirtschaftlichen Flächen zu erzeugen. Eine Übersicht über die in Europa erarbeiteten Grundlagen zu Agroforstsystemen und deren Verwertungswegen bietet das SAFE-Projekt (DUPRAZ ET AL., 2005). Gleichwohl sind im Rahmen von SAFE in Deutschland keine umfassenden Versuchsflächen angelegt bzw. untersucht worden (eine Kultur wurde 2002 installiert: Groß Zecher, Schleswig-Holstein, vgl. www.agropark.org). Neben den bereits erwähnten Forschungsprojekten im vorhergehenden Abschnitt Aktuelle Forschungsprojekte (Kapitel 2.2.4.6) gibt aktuell die Internetseite www.agroforst.de eine Übersicht zu Agroforstkulturen in Deutschland.

Nachfolgend wird als ein mögliches Agroforstsystem die Erzeugung von Wertholz¹⁵ in Form hochwertiger Furnierstämme in Kombination mit herkömmlicher landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf einer Fläche

¹⁴ Diese Verwertungswege werden nicht näher betrachtet. Gleichwohl können auch diese Produktionsziele an einzelnen Standorten sinnvoll sein. Daher bleibt eine weitere Betrachtung den konkreten Modellprojekten in Phase II vorbehalten.

¹⁵ Die Erzeugung von Wertholz mit Furnierqualität hat eine lange Tradition in Mitteleuropa. Ursprünglich sind diese Wertholzträger in Wäldern produziert worden.



näher betrachtet. Dieses Anbausystem wird aktuell im Projekt Agroforst am Institut für WALDWACHSTUMSKUNDE an der ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG bearbeitet. Es ist derzeit das einzige Forschungsprojekt in Deutschland mit dieser Ausrichtung.

Vom Grundgedanken getragen, dass gerade Lichtbaumarten in Zeiten waldbaulicher Extensivierungsbestrebungen nicht mehr im vormals üblichen Maße freigestellt und dadurch zu Wertholzstämmen erzogen werden können, wird durch den Anbau von Bäumen in geringer Stückzahl auf landwirtschaftlichen Flächen eine Alternative zur konventionellen forstlichen Produktion gesehen (BRIX. 2006).

Im Vergleich zu den oben beschriebenen Kurzumtriebsplantagen bestehen in Deutschland nur in sehr begrenzten Umfang Versuchsflächen im Bereich agroforstlicher Wertholzerziehung. Neben theoretischen Überlegungen sind jedoch gerade diese Praxisflächen, wie sie im Rahmen der ELKE-Modellprojekte angelegt werden sollen, notwendig für umfassende Betrachtungen zu Produktionstechnik, Ökologie und Wechselwirkungen zwischen landwirtschaftlicher und forstlicher Komponente dieses Agroforstsystems in der Fläche.

Die möglichen Leistungen von Agroforstsystemen¹⁶ sind vielfältig. Neben der Erweiterung der Strukturvielfalt in der Landschaft können Baumreihen bei richtiger Anordnung und Ergänzung mit strauchartigen Gewächsen in Hecken (vgl. Elemente wie Alley cropping) u.a. als Wind- und Erosionsschutzhecken dienen und damit deutliche positive Effekten auf den Wasserhaushalt und die Bodenstruktur von Ackerflächen haben (RÖSER, 1988). Aktuell hat MÖNDEL (2006) auf einem ertragsschwachen Standort (Sandböden, flachgründige Böden, Wassermangel und Hitzestress) einen ertragssteigernden Effekt nachgewiesen (siehe Abbildung 6)¹⁷.

VOIGT (1999): "Agroforstwirtschaft ist eine Form der Landnutzung, bei der mehrjährige Holzpflanzen (Bäume, Sträucher, Palmen, Bambus etc.) willentlich auf der selben Fläche angepflanzt werden, auf der auch landwirtschaftliche Nutzpflanzen angebaut und / oder Tiere gehalten werden. Diese Elemente können entweder in räumlicher Anordnung oder in zeitlicher Abfolge kombiniert werden. In Agroforstsystemen gibt es normalerweise sowohl ökologische als auch ökonomische Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten."

NAIR (1989): "Agroforstwirtschaft ist eine gezielte zeitlich oder räumlich gemischte Landnutzung von Bäumen auf der selben Fläche mit Feldfrüchten und / oder Tieren; dabei treten bedeutsame ökonomische oder ökologische Interaktionen zwischen den Gehölzen und Nichtgehölzen auf."

¹⁶ Zwei Beispiele für eine Definition:

¹⁷ MÖNDEL (2006): " ... Fazit: Auf ertragsschwachen Standorten (Sandböden, flachgründige Böden, Wassermangel und Hitzestress) können geeigneten Windschutzanlagen einen ertragssteigernden Effekt haben. Dies bedeutet, dass 5 - 10% der Fläche mit Windschutzanlagen oder Hecken bestockt werden können ohne an Ertrag zu verlieren. Der Faktoreinsatz (vor allem Betriebsmittel) beschränkt sich auf die verbleibende Fläche, was sich positiv auf die Rentabilität auswirken kann. Der Versuch wird im nächsten Jahr unter besonderer Rücksichtnahme auf die Fragestellung wiederholt und übers Jahr begleitet."



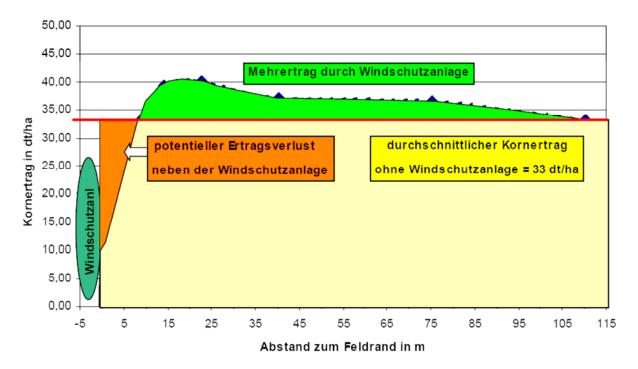


Abbildung 6: Potenzieller Mehrertrag bzw. Ertragsverlust bei Winterroggen auf einem grundwasserfernen Sandstandort mit Windschutzanlage in Durmersheim (MÖNDEL, 2006)

Da die Auswirkung der Bäume auf die landwirtschaftliche Produktion bzw. die ökologischen Parameter (Wasserhaushalt, Bodenzustand etc.) erst nach einigen Wuchsjahren nachgewiesen werden können, wird aus Forschungsgründen im Projekt AGROFORST auf bereits früher etablierte Versuchsflächen aus waldwachstumskundlichen Untersuchungen bzw. Ausgleichsmaßnahmen zurückgegriffen (SPIECKER, 2007). Daneben wird der Einfluss auf die Ackerkulturen anhand vorhandener Baumreihen - hier bspw. einer Eschenallee in Mecklenburg-Vorpommern – untersucht (MÖNDEL, 2006).

Neben praxisrelevanten Erkenntnissen in Bezug auf die Produktion von Wertholz in Furnierqualität und ganzheitlichen Aspekten des Agroforstsystems in pflanzenbaulicher wie ökonomischer Hinsicht werden Ergebnisse zum Naturschutznutzen sowie zur landschaftsästhetischen Beurteilung und Simulation erwartet (REEG & KONOLD, 2007).

Für Agroforstsysteme eignen sich je nach den standörtlichen Gegebenheiten mehrere Baumarten, die im Kontext der Wertholzerzeugung eine bedeutende Rolle spielen können. Innerhalb des Agroforst-Projektes wird auf die folgenden 22 Baumarten verwiesen (vgl. SPIECKER & BRIX, 2006):

- Berg-Ahorn (Acer pseudoplatanus)
- Berg-Ulme (Ulmus glabra)
- Edel-Kastanie (Castanea sativa)
- Elsbeere (Sorbus torminalis)
- Esche (Fraxinus excelsior)
- Feld-Ahorn (Acer campestre)
- Feld-Ulme (Ulmus minor)



- Flatter-Ulme (Ulmus laevis)
- Hybrid-Nuss (Juglans x spec.)
- Moor-Birke (Betula pubescens)
- Robinie (Robinia pseudoacacia)
- Schwarz-Erle (Alnus glutinosa)
- Sand-Birke (Betula pendula)
- Schwarznuss (Juglans nigra)
- Sommer-Linde (Tilia platyphyllos)
- Speierling (Sorbus domestica)
- Spitz-Ahorn (Acer platanoides)
- Walnuss (Juglans regia)
- Wild-Apfel (Malus sylvestris)
- Wild-Birne (Pyrus pyraster)
- Wild-Kirsche (Prunus avium)
- Winter-Linde (Tilia cordata)

Die Erzeugung von hochwertigem Holz in Form von Furnierqualität auf landwirtschaftlichen Flächen erfordert im Vergleich zur forstlichen Erzeugung eine veränderte Produktionstechnik. Während beispielsweise zur Erziehung von Furniereichen bis zu 20.000 Tausend Pflanzen je Hektar zu Beginn der Produktion auf der Fläche sind, wovon nach 200 bis 300 Jahren lediglich mehrere Dutzend im Endbestand verbleiben, werden die Flächen in Agroforstsystemen grundsätzlich mit einer wesentlich geringeren Anzahl von Bäumen im Ausgangsbestand bestockt. Der Hintergrund dafür ist, dass der Produktionsschwerpunkt auf der Fläche die Landwirtschaft bleibt. Damit ist schließlich auch eine niedrigere Anzahl an Zielbäumen je Hektar verbunden, als in der konventionellen Forstwirtschaft. Entscheidend für das Erreichen der angestrebten Furnierqualitäten ist daher, dass die notwendigen Pflegeeingriffe – und hier insbesondere das Erziehen astreinen Holzes durch Wertästung – entsprechend sorgfältig ausgeführt werden. Da die Ausgangszahl an potenziellen Wertholzträgern bei der Anlage der Flächen maximal ca. 100 Bäume beträgt, stellt sich der Pflegeaufwand als überschaubar dar (BRIX, 2006).

Ein in Baden-Württemberg entwickeltes Modell zur Etablierung für silvoarable Agroforstsysteme - Bäume und ackerbauliche Nutzung - für einen Baumbesatz von 26 Endbäumen geht von folgenden Annahmen aus (BRIX, 2007):

 Zielstärke des Wertholzträgers 60 cm Brusthöhendurchmesser

Geschätzte Wuchsdauer 60 Jahre

Astfreier Schaft 7,5 m (= ein Festmeter Furnier/Baum)

Erwartete Endhöhe 25 m



Baumreihenabstand 26 m

Baumabstand innerhalb der Reihe 15 m

 Anzahl der Wertholzträger 26 Stück

Baumstreifenbreite 2 m

- Pflanzung der 3-fachen Wertholzträgerzahl in 3er Gruppen im Abstand von 15 m (78 Bäume je Hektar). Abstand der Bäume innerhalb einer Gruppe 2 m
- Im Jahr 10 nach der Begründung erfolgt die Reduktion auf die max. mögliche Zahl von Bäumen je Hektar und im Anschluss daran die Wertästung.

Da der Nutzungsschwerpunkt auf der landwirtschaftlichen Produktion liegt, kann die Anzahl der Wertholzträger nicht unbegrenzt gesteigert werden. Durch den Abstand der Baumreihen zueinander kann in einem weiteren Szenario die Anzahl der Wertholzträger bis auf 45 gesteigert werden. Eine Erhöhung der Endzahl an angestrebten Wertholzträgern erscheint vor allem auf ertragsschwächeren Standorten sinnvoll (MÖNDEL, 2007).

Inwieweit die Produktion von Furnieren auf landwirtschaftlichen Flächen durch den verhältnismäßig großen Standraum den gefragten Qualitätsstandards für Furnierholz entspricht bleibt offen. Daraus leitet sich die Frage ab, welche Maßnahmen zur Qualitätssicherung ergriffen werden müssen (Einzelbaumsimulation zur Furnierqualität)?

Weiterhin lässt sich die Frage aufwerfen, wie die Betriebssicherheit aufrecht erhalten werden kann. Gerade Antworten zu der Frage nach der optimalen Anzahl der gepflanzten Bäume zur Furnierholzgewinnung sind standortspezifisch nicht ausreichend gesichert.

Ein Problem, das man bei der Bewirtschaftung von Agroforstsystemen im Blick haben sollte, ist der mögliche Besatz der Fläche mit Wühlmäusen. Hierzu sollte vor der Pflanzung eine Einschätzung vorliegen, angelegte Mulchstreifen sollten gerade auch zum Winter tief gemulcht bzw. gemäht und gegebenenfalls Greifvogelstangen eingerichtet werden. Nach dem die Wertholzträger eine gewisse Höhe erreicht haben, können sie Predatoren als Habitat zur Verfügung stehen.

Ein wesentlicher Aspekt der im Rahmen des Projektes AGROFORST untersucht wird, ist die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit dieser Landnutzungssysteme. Agroforstsysteme weisen gerade in der zeitlichen Dynamik unterschiedliche Produktionsschwerpunkte auf. So ist zu Beginn der Anteil an landwirtschaftlicher Produktionsfläche und am Ende der Umtriebszeit der Anteil forstwirtschaftlicher Produktionsfläche größer.

Die Reduzierung der landwirtschaftlichen Nutzfläche durch die Konkurrenz um Wachstumsfaktoren zwischen dem Wertholzträgerbestand und der landwirtschaftlichen Komponente nimmt mit zunehmendem Alter deutlich zu. Innerhalb der ersten 20 Jahre findet nur ein geringer Einfluss auf die landwirtschaftlichen Kulturen statt (ca. sechs Prozent Überschirmung). Im Alter von 30 Jahren überschirmen die Bäume rund 14 % vom Hektar und beim Erreichen des Zieldurchmessers ist gut die Hälfte der Fläche überschirmt. Dadurch nehmen in den letzten drei Jahrzehnten die ackerbaulichen Erträge in den baumnahen Bereichen deutlich ab, nicht jedoch in der breiteren baumfernen Ackerbauzone (DUPRAZ ET AL., 2005).



Mit der Entwicklung eines Kalkulationsmodells ist es möglich, entsprechende Szenarien auch ökonomisch zu simulieren. Demnach sind die agroforstlichen Szenarien gegenüber dem reinen ackerbaulichen Szenario zwar im Nachteil, allerdings erreicht nach zwölf Jahren das oben beschriebene Szenario mit 26 Wertholzträgern die Gewinnschwelle (MÖNDEL, 2007). Der Wertholzanbau in Agroforstsystemen stellt daher eine interessante Alternative zur reinen Nahrungsmittelproduktion dar.

Die Möglichkeit, die ökonomische Leistung dieser Systeme zu simulieren, wird in ELKE aufgegriffen und erweitert (siehe Kapitel 2.5). Gerade die Einbeziehung der Monetarisierung von Naturschutzleistungen in Mehrnutzungssystemen verspricht eine bessere wirtschaftliche Gesamtbilanz für die Landwirtschaft.

Über den rein ökonomischen Wert hinaus besitzen gerade seltene Baumarten (z.B. Elsbeere oder Speierling) zusätzlich einen hohen Naturschutzwert und sind deshalb von besonderem Interesse für Agroforstsysteme im Kontext von ELKE. Aber auch der Anbau geschädigter Populationen, wie der Ulmen-Arten, ist zur Erhaltung dieser im Sinne des Erhalts genetischer Ressourcen (Artenschutz) sowie der Förderung der Biodiversität in der Feldflur von hohem Interesse (In-situ-Erhaltung).

Der bekannte ökologische Wert klassischer Streuobstäcker und -wiesen (als einer historischen Form von Agroforstsystemen), besteht unter anderem aufgrund ihres besonderen Strukturreichtums. Wenn nun Agroforstsysteme zur Erziehung von Wertholz in Furniergualität eine ähnliche Struktur aufweisen, kann durchaus interpretiert werden, dass ein entsprechender Naturschutzwert auch hier nachgewiesen werden kann. Zur Klärung dieser Zusammenhänge bedarf es jedoch umfangreicher Untersuchungen (siehe Kapitel 2.3), die auch die Langzeitwirkungen dieser Systeme betrachten.

2.2.5 Kombinierte Kulturen – Vielfalt auf Landschafts- und Feldebene

Die oben aufgeführten, geeigneten Kulturen stellen bereits eine enorme Vielfalt dar, die sich in Abhängigkeit von den regionalen Gegebenheiten (Rohstoffbedarf, Standortbedingungen, etc.) auch als Mosaik in der Landschaft realisieren lässt. Zusätzlich zu dieser Vielfalt auf Landschaftsebene ist es möglich, bestimmte Kulturen auf der Feldebene bzw. auf einzelnen Schlägen gemeinsam anzubauen. Kombinationen sind somit auf verschiedenen Ebenen möglich. Vielfalt kann also durch den flächigen Anbau verschiedener Kulturen innerhalb eines Landschaftsraumes, durch den streifigen Anbau innerhalb einer Fläche (z.B. Wertholzstreifen) oder auch durch mehrere Arten bzw. Sorten innerhalb einer Kultur (z.B. im Gemenge oder im Mischanbau) entstehen. Im weiteren soll ein kurzer Überblick auf die Kombinationsmöglichkeiten von Kulturen innerhalb einer Fläche gegeben werden.

Eine klassische Verbindung von Bäumen und landwirtschaftlicher Bewirtschaftung stellen silvopastorale Systeme – Bäume und Grünland, wie bei einer Streuobstwiese – dar. Auf solchen Flächen finden sich auch horstartige oder Einzelbaum-Strukturen, im Gegensatz zu silvoarablen Systemen, wo die Kombination von Bäumen und Ackerbau praktiziert wird, bei denen aufgrund der lanbaulichen Bewirtschaftung nur eine linienförmige Anordnung von Bäumen Sinn macht. Wie in Kapitel 2.2.4.7 erörtert, hat der Abstand der Baumreihen eine besondere Bedeutung für die Konkurrenzverhältnisse und die Synergieffekte in ackerbaulichen Kulturen.



Für die Kombination mit der Wertholzgewinnung eignet sich gleichermaßen die Erzeugung von Lebensmitteln wie auch der - im Sinne von ELKE extensiv geführte - Anbau von Energiepflanzen. Ein anderer Ansatz bei der Gestaltung von Agroforstsystemen – ausgehend vom Begriff des Bauernwaldes – sieht die Kombination der Produktion von Wertholzträgern mit Kurzumtriebsgehölzen vor. Hier zeichnet sich aus forstlicher Sicht ein Übergang hin zur modernen Mittelwaldbewirtschaftung ab (SPIECKER ET AL., 2006). Weiterführend kann der "moderne Mittelwald" schließlich auch noch mit ackerbaulichen Elementen gemischt werden.

Eine Ummantelung der Furnierbäume mit klassischen Kurzumtriebs- oder Niederwaldbaumarten sowie durch Heckenstrukturen könnte möglicherweise entscheidend zum Produktionsziel Wertholzerzeugung mit Furnierqualität beitragen. In diesem Kontext erscheint die Festlegung des optimalen KUP-Anteils respektive des Zeitpunktes der Etablierung im Agroforstsystem hinsichtlich Wertholzqualität, Biomasseleistung und Deckungsbeitrag von entscheidender Bedeutung.

Somit ist unter günstigen Rahmenbedingungen der räumlich (Schlageinteilung) bzw. zeitlich (Fruchtfolge) auf einer Fläche kombinierte Anbau von Wert- und Energieholz, von Biogassubstraten, Biokraftstoffen und/oder Lebensmitteln in Agroforstsystemen möglich. Dadurch lassen sich jährliche Erträge aus der klassischen landwirtschaftlichen Produktion, mittelfristige Erträge aus dem Kurzumtrieb und langfristige Erträge aus der Wertholzproduktion verbinden. Schließlich sind bei verschiedenen Baumarten noch Nebennutzungen wie die Gewinnung von Früchten und Wurzelholz durchaus möglich.



Eine Übersicht verschiedener Wechselwirkungen in Agroforstsystemen ist in Tabelle 1 gegeben und allgemein bei DUPRAZ ET AL. (2005) beschrieben (dort allerdings nicht für Standorte in Deutschland).

Tabelle 1: Wechselwirkungen in Agroforstsystemen – einige Beispiele

Aspekt	kritische Punkte	Positive Effekte			
Arbeitswirtschaft	Bei der Anordnung der Baumreihen auf landw. Flächen sind unbedingt Aspekte der Befahrbarkeit (Vorgewende etc.) und Logistik (Zuwegungen und Hauptwirtschafts- wege) zu beachten, um eine effiziente Bewirtschaftung zu ermöglichen	Durch eine Diversifizierung der betrieblichen Aktivitäten kann u.U. eine Verteilung von Arbeitsspitzen realisiert werden.			
Pflanzengesundheit	Bestimmte Kulturen können in einzelnen Fällen als Zwischenwirte oder Rückzugsräume für Schaderreger fungieren. Eine genaue Kenntnis von Problemschädlingen ist bei der Planung von Agroforstflächen hilfreich.	Eine Erhöhung der Agrobiodiversität bedingt im Allgemeinen eine Minderung des Schaddrucks bei einer gleichzeitig höheren Populationsdichte an Nützlingen.			
Wasserhaushalt und Erosion	Im direkten Wurzelbereich der Bäume kommt es anfangs und/oder an manchen Standorten dauerhaft zu Wasserkonkurrenz mit den benachbarten Kulturen, dadurch entstehen in der unmittelbaren Nachbarschaft zu Baumreihen in der Regel Mindererträge.	Baumreihen in Agrarflächen können bei entsprechender Ausstattung mit strauchartigen Gehölzen als Windschutzhecken dienen. Dadurch kann die Evapotranspiration in der Fläche gesenkt werden und auf Standorten mit Wassermangel sind dadurch insgesamt Ertragsvorteile realisierbar. Nach der Etablierungsphase erschließen sich Bäume tiefere Bodenschichten zur Wasserversorgung – eine bessere Ausnutzung des Boden- und/oder des hoch anstehenden Grundwassers ist die Folge. Erosionsschutz kann durch entsprechend ausgerichtete Baumreihen und Hecken erreicht werden.			
Lichtangebot	Im Kronenschirmbereich der Bäume kommt es zu Lichtkonkurrenz mit den benachbarten Kulturen, somit entstehen in der unmittelbaren Nachbarschaft zu Baumreihen in der Regel Mindererträge.	Ist an einem Standort die Wasserverfügbarkeit und Erosion der produktionsbegrenzende Faktor, ist die Lichtkokurrenz vernachlässigbar. Werden Bäume mit Grünlandflächen kombiniert, so steht unter relativ geringen Verlusten beim Futteraufwuchs Schatten für Weidetiere zur Verfügung. Insgesamt steigt in der Regel der Blattflächenindex und damit die biologische Produktivität pro ha.			
Nährstoffangebot	Im direkten Wurzelbereich der Bäume kann es zu Nährstoffkonkurrenz mit den benachbarten Kulturen kommen.	Aber Nährstoffgehalte im Holz sind relativ gering und der Großteil der Nährstoffe wird über die Laubstreu periodisch wieder ins System eingebracht. Im Rahmen dessen findet eine erhebliche Humusanreicherung statt.			



2.2.6 Rolle der Landwirtschaft in der Wertschöpfungskette

Im Rahmen der ELKE-Modellprojekte wird die Einbindung der Landwirtschaft in die Verwertung von Biomasse im Sinne der regionalen Wertschöpfung angestrebt. Idealerweise sollen Landwirte nicht nur in der Rolle des Rohstofflieferanten verbleiben, wie dies aktuell bei großen Biomasseprojekten z.B. bei Biogasanlagen häufig der Fall ist, sondern im Sinne einer nachhaltigen Etablierung selber Teilhaber oder Betreiber dezentraler Energieanlagen werden.

Fehlt eine Integration in die Wertschöpfungskette bzw. der eigenbetriebliche Ausbau der Veredelungsstufe, so ist der Landwirt stark vom Preisgeschehen überregionaler Märkte abhängig, auf die er nahezu keinen Einfluss hat. Die lokalen Nachfrageverhältnisse und damit verbunden die meist wenig entwickelten lokalen Anbietermärkte (aufbauend darauf ensteht i.d.R. ein Nachfragemarkt) müssen demnach zur erfolgreichen Etablierung der hier betrachteten Landbausysteme lokal (Stichwort u.a. Transportwürdigkeit der Güter) ausgebaut und wie in ELKE verfolgt direkt systematisch mit der Nachfrageseite verbunden werden. Die Etablierung von Mehrnutzungssystemen ist ein weiterer entscheidender Faktor, um die Kulturlandschaft als Organismus in diesen sich entwickelnden Markt zu integrieren. Dadurch entsteht regional Identität, gerade auch für die landwirtschaftlichen Betriebe – eine besondere Chance.

2.2.6.1 Wirtschaftlichkeit der Biomasseerzeugung

Aus ökonomischer Sicht sind durch die stark gestiegenen Getreidepreise intensive Systeme für die Lebensmittelproduktion extensiv angebauten Kulturen zur Biomasseerzeugung überlegen (vgl. insgesamt FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V., 2007). Auch die Wirtschaftlichkeit klassischer Energiepflanzen wie Mais liegt unter günstigen Standortbedingungen in der Regel über den realisierbaren Erlösen aus Gemenge-, Agrarholz- oder Miscanthusanbau. Nach Aussagen des EVA-Projekts ist Mais in der Einzelbetrachtung nach wie vor die vorzüglichste Kultur (der Rohstoffstufe) für die Biogaserzeugung (GÖDEKE ET AL., 2007).

Bei Dauerkulturen zeichnen sich die Bodeneigentumsverhältnisse (Pacht- oder Eigenland) und die damit verbundene Agrarstruktur als limitierende Faktoren aus landwirtschaftlicher Sicht ab. Eine Kultur, die erst nach mehreren Jahren Erträge bringt, pflanzt man üblicherweise nicht auf gepachtete Flächen. Wenn vielerorts in Deutschland 70 - 80 % Pachtflächenanteile bestehen oder die Altersstruktur in den landwirtschaftlichen Betrieben (Hofnachfolger, Investitionssicherheit) ungünstig ist, wirkt sich dies negativ auf die Etablierung dieser Kulturen aus. Dabei existieren vielfältige positive Effekte: Neben der allgemeinen Diversifizierung der Betriebszweige, bieten z.B. Kurzumtriebsgehölze durch die jahreszeitliche Verteilung der anfallenden Arbeiten (u.a. Ernte im Winter) eine Entzerrung von Arbeitsspitzen. Außerdem ermöglicht der Aufbau betrieblicher Spardosen durch eine hohe Nutzungselastizität der neuen Anbausysteme eine Reaktion auf aktuelle Marktentwicklungen, bietet also Betriebssicherheit.

Als grundlegendes Werk wird für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und der einzelnen Deckungsbeiträge landwirtschaftlicher Kulturen i.w.S. das in 2006 durch das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der LANDWIRTSCHAFT E.V. und das LEIBNIZ-INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK POTSDAM-BORNIM E.V. herausgegebene Buch Energiepflanzen nebst Internetangebot genutzt. Um eine Vergleichsbasis für Kostenkalkulationen zu erhalten wurden außerdem Maschinenringsätze herangezogen.



Darüber hinaus wurden die einzelnen Projektträger in den Arbeitsgesprächen auch zur Wirtschaftlichkeit ihrer untersuchten Kulturen befragt, so z.B. UNIVERSITÄT FREIBURG, Projekt AGROFORST und das Teilprojekt III zur Ökonomie im EVA-Verbund, das durch das Institut für Betriebslehre der Agrar- und ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT DER UNIVERSITÄT GIEßEN bearbeitet wird.

Zusätzlich zu diesen Recherchen wurden auf der Basis der KTBL-Methodik eigene Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit der Kulturen vorgenommen. Die Leistungen der Produktionsverfahren sind im KTBL-Buch "Energiepflanzen" als Naturalerträge angegeben. Um die Wirtschaftlichkeit des Energiepflanzenanbaus im Vergleich zur Nahrungsmittelerzeugung beurteilen zu können, ist eine montäre Bewertung der Ernteprodukte notwendig. Wenn man für diese Güter Marktpreise aus der Praxis ansetzt, liegen viele der beschriebenen Verfahren zur Erzeugung von energetisch nutzbarer Biomasse an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass das KTBL mit vergleichsweise hohen Maschinenkosten rechnet. In der landwirtschaftlichen Praxis wird häufig kostengünstiger gearbeitet. Neben dem bekannten Erfindungsreichtum der Landwirte spielt hier auch der Einsatz alter, bereits abgeschriebener Maschinen eine Rolle.

Die monetäre Bewertung der Biomasseerträge ist grundsätzlich auf einer energetischen Vergleichsbasis möglich. Dazu müssen die verschiedenen Substrate in Verhältnis zu realen Marktpreisen gesetzt werden. Hierbei wird nach aktuellem Stand eine Orientierung an Holzpreisen nach C.A.R.M.E.N. E.V. (2008, bei Brennstoffen) und jeweils regional gegebenen Preisen für Biogas-Substrate angestrebt. Diese Preise (z.B. für Maissilage frei Anlage) werden dann anhand von Heizwert (H_{II}) bzw. Methanausbeute auf Substrate aus extensivem Anbau übertragen.

Die Bewertung der Biogas-Substrate auf der Basis der Gasausbeuten ist dennoch schwierig, da die unter Laborbedingungen ermittelten Gasausbeuten oft stark von den Erfahrungen aus der Praxis abweichen. So sind Batch-Versuche nach Einschätzung von Anlagenbetreibern nur sehr bedingt geeignet, um ein Substrat qualitativ zu klassifizieren. Eine wichtige Rolle spielen vielmehr die Zusammensetzung der Substrate im Fermenter, die Prozessbiologie und chemisch-physikalische Größen wie etwa die Viskosität des Fermenterinhalts oder der Gehalt an Spurenelementen (SPURK, 2007). Welchen Einfluss Ganzpflanzen-Silagen aus verschiedenen Gemengen als heterogene Substrate auf die Gasbildung haben, ist bisher kaum untersucht und auch nicht mit Erfahrungen aus der Praxis belegt.

Die Wirtschaftlichkeitbetrachtungen in Phase I von ELKE diente zunächst nicht der Berechnung absoluter Kennzahlen, sondern nur der näherungsweisen Berechnung und Identifikation der zentralen Stellschrauben. Ferner sollten die Relationen zwischen Nahrungsmittelerzeugung, intensivem und extensivem Energiepflanzenanbau bzw. der Vergleich der ELKE-Anbausysteme mit ortsüblichen Kulturen / Fruchtfolgen beleuchtet werden. Die Ansätze zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung finden zudem Eingang in den erarbeiteten Fondsaufbau (siehe Kapitel 2.5). Ein endgültiges Abwägen zwischen Kosten und Nutzen kann letztlich nur auf der Basis realer Rahmenbedingungen in den Modellprojekten, also in der Praxis erfolgen.

2.2.6.2 Anlagenbetrieb durch die Landwirtschaft

Für die Errichtung neuer Biomasseanlagen gibt es derzeit eine Vielzahl an technischen Neuerungen. Während im Bereich der Festbrennstoffe erneut Anbieter für Holzgasanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung in



Erscheinung treten (FA. SPANNER, sowie eine 2007 in Betrieb gegangene Pilotanlage im Saarland), ist im Biogas-Segment die Entwicklung von Anlagen zur Trockenfermentation stark in Bewegung sowie auch die Entwicklung neuer Verfahren, z.B. das so genannte zweistufige GICON-Verfahren, welches an der BTU COTTBUS entwickelt wurde (FA. GICON, Zugriff am 06.01.2008: http://biogas.gicon.de/).

Die Projektierung neuer, innovativer Anlagen kann in den Modellregionen erfolgen, jedoch steht anfangs vielmehr die Einbindung vorhandener Anlagen in eine regionale Landnutzungsstrategie im Vordergrund. Auch hierbei sollen bevorzugt dezentrale Anlagen berücksichtigt werden. Auf die technischen Unterschiede verschiedener in der Praxis eingeführter Biogasverfahren geht u.a. KARPENSTEIN-MACHAN (2005) im Detail ein. Diese sollen jedoch an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. Dies bleibt Aufgabe der Modellprojektentwicklung in der Phase II.



Ökologie 2.3

2.3.1 Zusammenfassung der Ergebnisse der Datenrecherche

2.3.1.1 Vorbemerkungen

Die im Rahmen der Phase I durchgeführte Datenrecherche¹⁸ liefert einen Querschnitt über Inhalte und Ergebnisse abgeschlossener und noch laufender (Feld-)Untersuchungen zum Thema Nachwachsende Rohstoffe und Naturschutz unter besonderer Berücksichtigung von Kurzumtriebsplantagen, Agroforstsystemen und Kulturen mit C₄-Pflanzen. Im Hinblick auf die Fragestellung des vorliegenden Projektes, ob die neuen Nutzungssysteme eine Bereicherung für die Kulturlandschaft darstellen können, wurden überwiegend solche Untersuchungen in die Auswertung einbezogen, die einen Vergleich mit Referenzsystemen (konventionell genutzter Acker, Brache, Wald etc.) vornehmen. Die Datenrecherche erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, insbesondere im Bezug auf Ergebnisse der aktuell noch laufenden Forschungsprojekte.

Die ökologischen Vorzüge von praxiserprobten Gemengen (z.B. Landsberger Gemenge) und Mischkulturen¹⁹ auf Basis alter Kulturarten (C₃-Pflanzen) sind grundsätzlich bekannt und in der Praxis akzeptiert. So werden bereits vielerorts praktische Naturschutzprojekte umgesetzt, die auf derartigen Kulturen aufgebaut sind (z.B. BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WEINBAU UND GARTENBAU, o.J., BÖRNER, 2007, MUCHOW ET AL., 2007 und www.bluehende-landschaft.de). Daher wird auf eine detaillierte Datenrecherche verzichtet und beispielhaft auf die zuvor gennaten Projekte und Autoren verwiesen.

Die überwiegende Mehrheit der hier ausgewerteten Untersuchungen zum Thema Umweltwirkungen nachwachsender Rohstoffe bezieht sich auf Kurzumtriebsplantagen i.w.S. Dies gilt sowohl für die abgeschlossenen als auch für die aktuellen oder geplanten Projekte (AGROWOOD, BIODEM, DENDROM, Novalis). Bei den untersuchten schnellwachsenden Baumarten handelt es sich dabei meist um Pappeln (Balsampappeln) und Weiden, seltener auch um Erlen, Robinien, Aspen oder sonstige Arten. Insgesamt wurde bzw. wird in diesen Untersuchungen ein weites Spektrum an Standorten mit unterschiedlichen Bodeneigenschaften abgedeckt. Als Referenzbiotope dienen in der Regel Ackerflächen, daneben auch Brachflächen oder Waldbestände.

Aus dem großen Pool der nicht holzigen nachwachsenden Rohstoffpflanzen war bisher insbesondere das Chinaschilf (Miscanthus sinensis bzw. Miscanthus x giganteus) Gegenstand ökologischer Untersuchungen. Hier werden ebenfalls Ackerflächen, zum Teil auch Wiesen als Vergleichsflächen herangezogen. Laufende Projekte wie EVA oder AGROFORST erweitern aktuell das Spektrum der betrachteten Kulturen und Arten.

¹⁸ Die gesamte Datenrecherche ist im Kapitel 6 Anhang: Ergebnisse der Literatur- und Projektrecherche abgelegt.

¹⁹ Ein Beispiel: Beim Anbau von Mischkulturen kann der Schädlingsbefall durch Diversifizierung verringert werden. Dies kann direkt oder durch eine erhöhte Parasitierung der Schädlinge durch Nützlinge gegeben sein (z.B. PAULSEN ET AL., 2006)



Die im folgenden Kapitel 2.3.1.2 getroffenen Aussagen über Umweltwirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe geben Tendenzen wieder, wie sie aus der Mehrzahl der Untersuchungsergebnisse zu dem jeweils betrachteten Parameter abgeleitet werden können. In der Regel weisen diese Ergebnisse aber eine mehr oder weniger breite Streuung auf, was als Ausdruck der starken Variation der Untersuchungsbedingungen (z.B. Standorteigenschaften, Art, Struktur und Entwicklungsstadium der untersuchten Kulturen) zu werten ist. Die beschriebenen Umweltwirkungen sind daher nicht vorbehaltlos auf vergleichbare Kulturen übertragbar.

2.3.1.2 Ergebnisse

Von den abiotischen Umweltgütern ist in den hier betrachteten vergleichenden Untersuchungen insbesondere der Boden ausführlich behandelt worden. Hierbei standen vor allem folgende Bodeneigenschaften im Vordergrund: Humusgehalt, Lagerungsdichte, Bodenreaktion (pH-Wert) und Bodeninhaltsstoffe (C, N, P, K, Mg, Ca). In der Tendenz ist unter Kurzumtriebsplantagen und unter Miscanthus im Vergleich zum konventionell bewirtschafteten Ackerboden ein Anstieg des Humusgehaltes und der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte, sowie eine Abnahme der Lagerungsdichte nachgewiesen. Der pH-Wert der Böden bleibt demzufolge unter Miscanthus unverändert, während er unter den Kurzumtriebsplantagen je nach Standort und Baumart eine Abnahme zeigen kann.

Neben dem Boden stand auch das Schutzgut Wasser im Fokus einiger Untersuchungen. Hier wurde hauptsächlich die Wirkung der neuen Anbausysteme auf den Bodenwasserhaushalt, speziell die Wasserrückhaltung und die Grundwasserneubildung untersucht. Auch hier lassen sich an dieser Stelle aufgrund der starken Variation der Untersuchungsbedingungen nur Trends wiedergeben. Diese zeigen für Miscanthus eine starke Ausschöpfung der Bodenwasservorräte bei fehlender Grundwasserneubildung. Unter den schnellwachsenden Baumarten lässt sich in der Regel keine Veränderung der Böden im Hinblick auf die Fähigkeit zur Wasserspeicherung nachweisen.

Eine Erfassung der Auswirkungen des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen auf das Klima (Mikro-, Meso- bzw. Makroklima) fand nach dem Stand der vorliegenden Recherche bisher offensichtlich nur in sehr wenigen praktischen Untersuchungen Eingang.

Von den biotischen bzw. biotisch-abiotischen Umweltgütern waren (naturgemäß) hauptsächlich die neuen Biotope (Ökotope) mit den nachwachsenden Rohstoffen und den darin lebenden Pflanzen- und Tierarten Gegenstand mehrerer Untersuchungen. Anhand diverser Indikatorgruppen wurde die Artenvielfalt dieser Biotope mit der verschiedener Referenzbiotope verglichen. Neben der Erfassung von Flora und Vegetation in einigen Projekten, wurden vor allem ausgewählte funktionale Tierartengruppen, namentlich Vögel, Spinnen, Weberknechte und Käfer als Indikatoren ausgewählt. In manchen Fällen sind aufgrund der Vielzahl der gefangenen Tiere Bestimmungen nur bis auf Ordnungs- und Familienebene vorgenommen worden.

Die Ergebnisse der vorliegenden floristisch-vegetationskundlichen Erhebungen beziehen sich in der weit überwiegenden Zahl auf Kurzumtriebswälder und zeigen in der Tendenz für diese eine vielfältigere und dichtere Bodenvegetation als auf Ackerflächen. Je nach Alter und Struktur der Bestände sind Zahl und Deckung der Bodenpflanzen aber stärkeren Fluktuationen unterworfen: Kurz nach der Pflanzung der Gehölze oder nach der Ernte steigen sie schnell an, nehmen mit zunehmenden Bestandesschluss aber wieder mehr oder weniger stark ab. Die Zusammensetzung der Bodenvegetation ändert sich mit



zunehmendem Alter der Pflanzungen dahingehend, dass die überwiegend einjährigen Arten der Ackerwildkrautfluren mehr und mehr durch mehrjährige Arten des Grünlandes und der Gehölzbiotope ersetzt werden.

Ein Vergleich von Anbauflächen mit Chinaschilf, Faserhanf, Kenaf und Raps mit Mais, Winterweizen und Wiesen in der Schweiz ergab, dass eine vielfältige Begleitflora eher durch eine extensive Bewirtschaftung als durch den Anbau eines speziellen nachwachsenden Rohstoffes erreicht werden kann und dass innerhalb der Gruppen ein- und mehrjährigen Kulturen bzw. Sommer- und Winterkulturen der Anbau Nachwachsender Rohstoffe im Hinblick auf die Begleitflora insgesamt weder eine weitere Verarmung der Kulturlandschaft noch eine Erhöhung der Artenvielfalt mit sich bringt.

Auch die Ergebnisse der hier ausgewerteten faunistischen Untersuchungen beziehen sich überwiegend auf Kurzumtriebsplantagen, in geringerem Umfang auch auf Miscanthusfelder und nur selten auf sonstige Kulturen, wie Faserhanf, Kenaf und Raps.

Aussagen zu Säugetieren liegen nur sehr wenige vor. Sie benennen Miscanthusfelder als Lebensraum und Winterquartier für Kleinsäuger bzw. sprechen ihnen eine gute Funktion als Deckungsflächen für Großsäuger in strukturarmen Agrarlandschaften zu.

Vögel wurden hauptsächlich in Pappel- und Weidenpflanzungen untersucht. Die hier zitierten Ergebnisse stammen dabei zum Teil auch aus Großbritannien und den USA. In der Tendenz besagen sie, dass Arten der Offenlandschaften in den Plantagen mit zunehmendem Alter durch solche der Feldgehölze, Hecken und Waldränder ersetzt werden, dass in den Kurzumtriebsgehölzen Artenzahlen und Siedlungsdichten höher sind als auf Ackerflächen, aber niedriger als in Wäldern und dass sich in den neuen Kulturen eine eigene Artenkombination herausbildet.

Aus der großen Gruppe der Wirbellosen wurden, wie bereits erwähnt, vor allem Spinnen, Weberknechte und Käfer untersucht. Einzelne Projekte haben sich daneben auch mit, Pseudoskorpionen, Milben, Asseln, Hautund Zweiflüglern, Schmetterlingen und Regenwürmern befasst.

Miscanthus wird dabei in einigen Untersuchungen (auch aus Großbritannien), verglichen mit konventionellen Kulturarten wie Wintergetreide und Mais, ein größeres Potenzial als Winterrefugium bzw. Lebensraum für die Arthropodenfauna insgesamt, namentlich Spinnen, Schmetterlingen, Käfern und Schnabelkerfen sowie für die Regenwurmfauna zugesprochen.

Auch Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln und Weiden sind den vorliegenden Ergebnissen zufolge in der Tendenz förderlich für eine im Vergleich zu konventionellen Ackerflächen vielfältigere Arthropodenfauna. Dies drückt sich u.a. in einer Zunahme der Artenzahlen und Aktivitätsdichten der meisten der aus unterschiedlichen Ordnungen stammenden untersuchten Arthropoden aus. Besonders zu beachten ist hierbei, dass sich in den neuen Biotopen - analog zur Entwicklung der Vogelfauna (s.o.) - meist eigenständige Lebensgemeinschaften bilden, wie sie in dieser Zusammensetzung in den sonstigen Biotopen der Kulturlandschaft nicht anzutreffen sind. Dies wird z.B. für Spinnen und Milben hervorgehoben. Grundsätzlich zeichnet sich ab, dass störungstolerante Arten der Ackerflächen in den KUP mit zunehmender Entwicklungsdauer durch störungsempfindlichere Arten ersetzt werden, die ansonsten die weniger intensiv genutzten Strukturen wie Brachen und Gehölze bevorzugen.



Die Auswirkungen der neuartigen Anbausysteme auf die Landschaft, insbesondere auf die Kriterien Landschaftsbild, Erholungspotenzial, Raumvielfalt und Biotopverbund wurden nach dem Stand der vorliegenden Recherche bisher nur in sehr wenigen Projekten untersucht bzw. abgeschätzt.

So wurde die Wirkung von fünf Pappel-Versuchsplantagen auf das Landschaftsbild in einem Projekt teils positiv, teils negativ, ihr Einfluss auf die Erholungsfunktion überwiegend negativ bewertet. Der Beitrag der Kurzumtriebsplantagen zur Raumvielfalt wurde dagegen im selben Projekt als Bereicherung der Biotopstruktur ausschließlich positiv bewertet. Eine weitere Untersuchung aus Nordamerika zur Abundanz von Grünlandvogelarten in Beständen der Rutenhirse folgert, dass das Habitatangebot in Ackerbauregionen durch den Anbau perennierender Gräser erweitert werden kann.

Zum Biotopverbund schließlich liegen bisher keine praktischen Untersuchungen vor. Beispielhaft wird daher hier eine theoretische Bewertung des Anbaus von Zweikulturennutzungssystemen angeführt, die aussagt, dass durch die unterschiedlichen Kulturen in der Landschaft eine Mosaikstruktur etabliert wird, wodurch die Vernetzung von isoliert liegenden Naturschutzflächen verbessert werden könnte.

2.3.1.3 Resumee

Vom Anbau nachwachsender Rohstoffe können sehr vielfältige Wirkungen auf die abiotischen und biotischen Funktionen von Natur und Umwelt ausgehen. Ökologische Untersuchungen, die belastbare Ergebnisse zu den verschiedenen Umweltwirkungen ermitteln wollen, müssen ein weites Spektrum an Ausgangsbedingungen berücksichtigen. Dieses umfasst u.a. die Vielzahl der in Frage kommenden Kulturen und Anbausysteme, deren Struktur, Art und Dauer der Bewirtschaftung, Art und Verteilung der Anbausysteme in einer räumlichen Bezugseinheit (Untersuchungsraum), die Ausstattung des Untersuchungsraumes mit abiotischen und biotischen Komponenten usw.

Die Felduntersuchungen, die in der Vergangenheit zu ökologischen Folgewirkungen des Anbaus von Nachwachsenden Rohstoffen durchgeführt wurden, haben vor allem Beiträge zu den Aspekten Boden und Artenvielfalt von Vögeln, Käfern und Spinnen in Kurzumtriebsplantagen geliefert. Die Wirkungen auf den Raum, speziell auf das Landschaftsbild, die Raumvielfalt und den Biotopverbund sind dagegen bisher kaum betrachtet worden. Einige neuere Projekte, wie EVA²⁰ und Novalis nehmen sich auch dieser Aspekte in ausgewählten Regionen und für bestimmte Anbausysteme an. Insgesamt stark unterrepräsentiert sind in der Forschung allerdings noch Felduntersuchungen, die die Umweltwirkungen von NawaRo-Anbausystemen in

²⁰ Einzelne Zwischenergebnisse aus dem EVA-Projekt z.T. in Verbindung mit schon länger laufenden Untersuchungen liegen bereits vor und sind hier als Aufzählung gelistet z.B.:

Reduzierter Faktoreinsatz erhöht die Lebensraumqualität für die Feldlerche in beträchtlichem Maße bei Getreide – dies gilt nicht für Mais und Kartoffeln (STACHOW, 2003 und GLEMNITZ ET AL., 2007).

Eine hohe Vielfalt in der Unkrautflora bedingt eine hohe Artenzahl bei den Blütenbesuchern (GLEMNITZ ET AL., 2007).

Sommeranuelle und Winteranuelle Kulturen haben einen unterschiedlichen Einfluss auf die Anzahl vorkommender Laufkäferarten – diese sind jeweils an die Kulturdauer angepasst, daher sind für eine Erhöhung der Biodiversität sowohl Sommerungen als auch Winterungen in die FF zu integrieren (GLEMNITZ ET AL., 2007).



einer Region unter Praxisbedingungen und in der Fläche erfassen und hierbei auch die Langzeitwirkungen mit betrachten.

Handlungsempfehlungen für das landschaftsökologische Monitoring in Phase II

2.3.2.1 Vorgehensweise und Methoden

Grundsätzliches:

Die ökologischen Begleituntersuchungen dieses Projektes unterscheiden sich von vergleichbaren Untersuchungen zu Umweltwirkungen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe insbesondere durch ihren raum- und praxisbezogenen Ansatz. Entsprechend dieser speziellen Fragestellung ergeben sich dem gemäß auch ein spezifisches, eigenständiges Versuchsdesign bzw. ein entsprechend eigenständiger und projektspezifischer Untersuchungsumfang.

Die im Rahmen von ELKE vorgesehenen Untersuchungsmethoden zur Erfassung der Biotope und der Tierund Pflanzenarten entsprechen den neuesten wissenschaftlichen und feldökologischen Standards und sind somit grundsätzlich mit solchen, die in Projekten mit ähnlichen Fragestellungen angewendet werden vergleichbar (z.B. ZALF-Begleitforschung zum FNR-Verbundvorhaben EVA: Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands).

Für ELKE ist insgesamt eine umfassende Zeit- und Honorarkalkulation für die in Phase II folgenden Ökologischen Begleituntersuchungen durchgeführt worden. Die Basis bilden insgesamt folgende Grundlagen bzw. Abschätzungen:

- Für 1 Modellprojekt ist ein Landschaftsausschnitt von ca. 1.000 ha Größe (800 ha überwiegend landwirtschaftlich genutzte Fläche zzgl. 200 ha Randbereiche) hinsichtlich der Parameter Raumvielfalt und Biotopverbund zu untersuchen
- Pro Landschaftsausschnitt werden im Schnitt 7 NawaRo-Flächen mit ca. 2-4 ha Größe (insgesamt ca. 25 ha), sowie 9 Referenzflächen vergleichbarer Größe (4 Ackerflächen und 5 Biotopverbundflächen) in die Untersuchungen bezüglich der Parameter Biotopstruktur, Biodiversität und Biotopverbundfunktion einbezogen.
- Das Honorar wird als Zeithonorar nach § 6 der HOAI (Stand: 1. Januar 2002) berechnet. Der Stundensatz beträgt 40 € und liegt somit im untersten Bereich der möglichen Honorarspannen der HOAI.
- Der geschätzte Zeitaufwand für die landschaftsökologischen Untersuchungen beruht auf Praxiserfahrungen anerkannter Experten und bewegt sich im in Fachkreisen anerkannten Rahmen (vgl. hierzu auch: Handbuch landschaftsökologischer Leistungen, VUBD, 1999).



2.3.2.2 Erfassung des Status-Quo

Biotoptypen- und Kleinstrukturkartierung

Über eine flächendeckende, die vorhandenen Daten bestätigende Biotoptypenkartierung wird die Vielfalt der Biotope (Ökotope) im Untersuchungsraum erfasst (Bewertungskriterium: Raumvielfalt). Die hiermit kombinierte (Klein)strukturkartierung liefert Informationen über die Habitatqualität (Lebensraumqualität) der vorhandenen Biotope (Ökotope; Bewertungskriterium: Strukturvielfalt). Integriert in die kombinierte Biotop-/Strukturerfassung ist eine Erfassung von Flora und Vegetation und ausgewählter Tierartengruppen auf den Flächen.

Methode:

- 1. Auswertung vorhandener Unterlagen, Erstellung einer vorläufigen Biotoptypen- / Nutzungskarte auf der Basis der zur Verfügung stehenden Daten (Phase II/a)
- 2. Geländebegehung zur Aktualisierung und Vervollständigung der vorliegenden Datengrundlagen. Art und Umfang der erforderlichen Geländerhebungen sind abhängig von der Aktualität und Qualität der vorab ausgewerteten Unterlagen. Flächenscharfe Abgrenzung der Biotoptypen, Erfassungsmaßstab: 1:5.000 (DGK 5). (Phase II/b)

Erfassung der Biotoptypen in Anlehnung an die Methode der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS, vgl. z.B. DRÖSCHMEISTER, 2001; KÖNIG, 2003; LANUV, 2007a). In der BRD wird die ÖFS derzeit nur in NRW im Rahmen des Biodiversitätsmonitorings umgesetzt. Hierfür wurden zu jedem Biotop/Nutzungstyp spezielle Aufnahmebögen entwickelt, mit deren Hilfe diverse Parameter abgefragt werden (z.B. Strukturparameter, floristisches Arteninventar mit prozentualen Deckungsgraden der einzelnen Arten usw.), die in die Bewertung der Lebensraumvielfalt des betrachteten Landschaftsausschnittes bzw. der Artenvielfalt innerhalb der Lebensräume einfließen. Aus Gründen der direkten Vergleichbarkeit der Ergebnisse für die Benennung der Biotoptypen (Biotoptypencodes, Zusatzcodes) wird ein einheitlicher Biotoptypenschlüssel für alle Bundesländer verwendet.

Kartierung funktionaler Tierartengruppen

Die Auswahl der in dem jeweiligen Untersuchungsraum zu erfassenden Tierartengruppen richtet sich nach der Qualität und Verteilung der vorhandenen Lebensräume.

Methode:

- 1. Auswertung vorhandener Unterlagen und Erstellung einer vorläufigen Fundpunkt- / Revierkarte auf der Basis der zur Verfügung stehenden Daten. Die Auswahl der zu untersuchenden Arten richtet sich nach dem Versuchsdesign und den Verhältnissen vor Ort. (Phase II/a)
- 2. Geländebegehung zur Aktualisierung und Vervollständigung der vorliegenden Datengrundlagen. Art und Umfang der erforderlichen Geländerhebungen sind abhängig von der Aktualität und Qualität der vorab ausgewerteten Unterlagen. (Phase II/b)



2.3.2.3 Ökologische Begleituntersuchung

Die hier folgenden Untersuchungsmethoden sind für die Phase II/b vorgesehen.

Die Ökologische Begleituntersuchung zum Anbau von nachwachsenden Rohstoffen in dem betreffenden Landschaftsraum dient der Ermittlung der Artenvielfalt, des Vorkommens und der Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften sowie der Lebensraum- und Biotopfunktion von NawaRo-Kulturen im Vergleich zu konventionell landwirtschaftlich genutzten Flächen (i.d.R. Ackerflächen) und naturschutzfachlich höherwertigen Biotopen im Untersuchungsraum. Zu diesem Zweck erfolgt für jede im Untersuchungsraum installierte NawaRo-Fläche eine Auswahl geeigneter Vergleichsbiotope auf der Grundlage der Ergebnisse der Datenauswertung.

Flora und Vegetation

Methode:

Qualitative und quantitative (prozentuale Deckungsgrade) Erfassung von Flora und Vegetation sowie der relevanten Strukturparameter auf den NawaRo-Anbauflächen und den entsprechenden Vergleichsbiotopen im Untersuchungsraum in Anlehnung an die Methode der Ökologischen Flächenstichprobe (ÖFS) / Landschaftsmonitoring NRW (vgl. KÖNIG, 2003; LANUV 2007a). Zur möglichst vollständigen Erfassung des Arteninventars wird eine zweimalige Begehung im Jahr (Frühjahr/Sommer) vorgeschlagen (vgl. hierzu auch die Empfehlungen in Statistisches Bundesamt & Bundesamt für Naturschutz, 2000).

Fauna

Die Auswahl der zu untersuchenden Tierartengruppen orientiert sich sowohl an pragmatischen Gegebenheiten wie auch an wissenschaftlichen Fakten (vgl. RECK 1990, 1992; RIECKEN 1990, 1992; SPANG 1992). Von wesentlicher Bedeutung sind in diesem Zusammenhang:

- ein guter autökologischer Kenntnisstand,
- die Eignung der Arten(gruppen) als Deskriptoren im Hinblick auf die möglichen Umweltwirkungen,
- die Existenz unterschiedlicher Anspruchtypen zwischen den Tierartengruppen und innerhalb der Taxa, z.B. Flächenanspruch, Nahrungsökologie, besondere Einnischung, Besiedlung unterschiedlicher Strata u.a.,
- eine hohe Repräsentativität der Arten für den betreffenden Landschaftsraum / Landschaftsausschnitt (regionaler Ansatz).

Daneben spielen arbeitstechnische Gründe wie die gute Erfassbarkeit der Arten und ein vertretbarer Zeitaufwand bei der Kartierung und Auswertung der Daten eine Rolle. Darüber hinaus ist dem Gesamtverständnis bei der späteren Präsentation der Untersuchungsergebnisse ein hoher Bekanntheitsgrad auch innerhalb politischer Gremien und behördlicher Entscheidungsträger förderlich.

Die Auswahl der zu untersuchenden Tiergruppen ist zunächst flexibel und richtet sich nach dem jeweiligen Versuchsdesign sowie den Verhältnissen in den einzelnen Landschaftsräumen. Dementsprechend sind auch geringfügige Modifizierungen der Untersuchungsmethoden möglich. Grundsätzlich ist die Vergleichbarkeit



der Untersuchungsergebnisse in den verschiedenen Versuchsflächen von großer Bedeutung, um auch bundesweit gültige Aussagen zur tierökologischen Bedeutung von Kulturflächen mit nachwachsenden Rohstoffen zu erhalten.

Vögel

Bei der Auswahl der im betreffenden Untersuchungsraum zu untersuchenden Vogelarten wird insbesondere auch der Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt (ACHTZIGER ET AL., 2004, vgl. auch DRÖSCHMEISTER, 2007), der im Rahmen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie entwickelt wurde und auch eine Auswahl an Vogelarten mit Indikatorfunktion für das Agrarland enthält, berücksichtigt. Neben diesen Indikator- bzw. Schlüsselarten, auf die ein besonderes Augenmerk gelegt wird, ist auch die Erfassung des Gesamtartenspektrums ein Ziel.

Methode:

Erfasst werden alle Vogelarten, die das entsprechende Untersuchungsgebiet (Vergleichsflächen und NawaRo-Kulturen) in der überwiegenden Zeit der Vegetationsperiode kontinuierlich nutzen, in erster Linie also Brutvögel. Gastvogelarten (Nahrungs- und Wintergäste, Durchzügler) werden soweit möglich ebenfalls registriert, stehen aber nicht im Vordergrund der Betrachtung. Die Erfassung erfolgt je nach Größe und Struktur des Untersuchungsraums flächendeckend oder in mehreren, repräsentativen Probeflächen.

Methodisch wird nach den Richtlinien der Revierkartierung vorgegangen (BIBBY ET AL.; 1995; OELKE, 1980; PROJEKTGRUPPE ORNITHOLOGIE UND LANDSCHAFTSPLANUNG DER DO-G, 1995; SÜDBECK ET AL. 2005) und orientiert sich weitgehend an der in NRW bewährten Brutvogelkartierung im Rahmen der Ökologischen Flächenstichprobe (LANUV, 2007b). Die Vogelarten werden während mindestens 7 vollständigen Begehungen im Zeitraum März bis Juni (Juli) akustisch wie auch optisch erfasst, z.T. auch unter Verwendung einer Klangattrappe. Zur Ermittlung dämmerungs- bzw. nachtaktiver Arten erfolgen zusätzlich 1-2 Nachtbegehungen. Die Brutfeststellung erfolgt nach revieranzeigenden Merkmalen (Reviergesang, Kopula, Sichtung von Eiern, Jungvögeln etc.).

Laufkäfer

Laufkäfer kommen in allen terrestrischen Lebensräumen in großer Artenzahl vor. Bundesweit sind derzeit 553 Laufkäferarten nachgewiesen (TRAUTNER ET AL., 1997). Der Kenntnisstand über die Verbreitung und Häufigkeit ist auf Grund der intensiven Erfassungstradition gut. Wegen der spezifischen Ansprüche vieler Arten eignen sich Laufkäfer sehr gut zur qualitativen Beurteilung von Groß- wie von Kleinlebensräumen. Methode:

Die Erfassung der Laufkäfer erfolgt in Anlehnung an TRAUTNER & FRITZE (1999). Zum Einsatz kommen Bodenfallen mit Fang- und Konservierungsflüssigkeit nach BARBER (1931) und STAMMER (1948), die in repräsentativen Transekten eingegraben werden. Als Fallen werden 370-ml-Gläser mit einem Öffnungsdurchmesser von 5.5 cm verwendet, mit jeweils 6-10 Fallen pro Untersuchungsfläche. Zur Erhöhung der Effizienz der Fallen bzw. zur Regenabdeckung werden die Fallen mit Plexiglasdächern (20 cm x 20 cm) ausgestattet, die mit Metallbügeln in einer Höhe von 10 cm bis 15 cm über dem Boden fixiert werden. Als Fangflüssigkeit wird eine angesäuerte, 10%ige Natriumbenzoatlösung eingesetzt, der zur Herabsetzung der Oberflächenspannung ein Detergenz (Spülmittel) beigesetzt wird. Zusätzlich zum Bodenfallenfang werden, insbesondere in schwierigem Gelände, Handaufsammlungen durchgeführt. Dabei



wurden Steine oder Holzteile gewendet, Grashorste durchsucht, der Boden aufgekratzt und Streu oder Pflanzenmaterial mittels eines Käfersiebes gesiebt. Je Probefläche werden etwa 30 Minuten für den Handfang aufgewendet.

Es werden drei bis vier einmonatige Fangperioden im Zeitraum von Anfang Mai bis Ende Oktober durchgeführt. Die Termine der Handaufsammlungen werden nach artspezifischen Präferenzen, Witterungsbedingungen und naturräumlichen Spezifika ausgerichtet.

Die Bestimmung der Laufkäfer richtet sich nach MÜLLER-MOTZFELD (2004). Bei schwierig zu unterscheidenden Arten und Unterarten werden Genitalpräparationen vorgenommen.

Spinnen

Obwohl Spinnen im Rahmen umweltrelevanter Gutachten bisher nur relativ wenig Beachtung fanden, besitzen sie hinsichtlich landschaftsökologischer Fragestellungen eine zunehmende Bedeutung. Sie kommen in Mitteleuropa mit einer recht hohen Artenzahl vor (z.B. in Deutschland 956 Arten nach PLATEN ET AL., 1995) und decken ein breites Spektrum unterschiedlicher ökologischer Anspruchstypen ab. Sie leben sowohl räumlich wie auch zeitlich differenziert in meist hoher Individuendichte in allen nichtlimnischen Biotopen. So besiedeln sie alle Straten vom Boden bis in die Kronen der Bäume. Abiotische Parameter prägen dabei die Verbreitung der einzelnen Arten entscheidend mit.

Methode:

Die Erfassung der Spinnen erfolgt in Anlehnung an BLICK (1999). Wie bei den Laufkäfern kommen Bodenfallen mit Fang- und Konservierungsflüssigkeit nach BARBER (1931) und STAMMER (1948) zum Einsatz. Insofern ist eine Kombination mit der Laufkäfererfassung sehr sinnvoll. Für die hier vorliegende Fragestellung sollten 6 Bodenfallen pro Untersuchungsfläche nicht unterschritten werden. Als Fangzeitraum ist Anfang April bis Ende November anzusetzen. Die Fallen werden ebenfalls monatlich geleert.

In gehölzbestimmten Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen ist neben der vorgenannten Standardmethode der zusätzliche Einsatz von Stammeklektoren sinnvoll. Hier lassen sich gegenüber dem Ausgangslebensraum relativ schnell Nachweise von Baumarten erzielen. Darüber hinaus sind sie für die Untersuchung von Vergleichsbiotopen im Wald oder am Waldrand sinnvoll. Empfehlenswert ist der Einsatz von mindestens 10 Stammeklektoren je Untersuchungsfläche.

Schmetterlinge

Innerhalb der Schmetterlinge existieren unterschiedliche Anspruchstypen der phytophagen Fauna. So sind viele Arten von bestimmten Pflanzenarten oder Pflanzenfamilien abhängig. Entscheidend sind zudem strukturelle Komponenten im Lebensraum, der räumliche Verbund von Teilhabitaten oder die anthropogene Nutzungsintensität. Da die Schmetterlinge sensibel auf Habitatveränderungen reagieren, sind sie ebenfalls als Indikatortiergruppe bestens geeignet. Um den Erfassungsaufwand möglichst gering zu halten, ist zunächst die Erfassung der Tagfalter vorgesehen. Optional können aber auch die nachtaktiven Großschmetterlinge (Nachtfalter), die mit ungleich mehr Arten in Mitteleuropa vorkommen, in das Untersuchungsprogramm aufgenommen werden.



Methode:

Die Erfassung der Tagfalter erfolgt über die gezielte Suche nach Imagines in repräsentativen Probeflächen während jeweils fünf bis sechs Begehungen (vgl. MÜHLHOFER, 1999; SETTELE ET AL., 1999). Hierbei wird insbesondere darauf geachtet, dass die einzelnen Begehungstermine in die Hauptflugzeiten der Arten gelegt und zu phänologisch gleichen Zeitpunkten durchgeführt werden. Der Fang der Tiere – soweit für eine Determination notwendig – erfolgt durch Keschern oder Ködern. Um halbguantitative Angaben zu erhalten, d.h. eine grobe Schätzung der Häufigkeit in Häufigkeitsklassen vornehmen zu können, werden alle gesichteten Individuen pro definierter Flächeneinheit gezählt. Um auch Arten mit geringen Abundanzen oder unauffälliger Lebensweise erfassen zu können, werden die Präimaginalstadien ebenfalls kartiert.

Heuschrecken

Heuschrecken zeigen auf Grund ihrer i.d.R. ein- bis zweijährigen Entwicklungszeit eine schnelle Reaktion der Individuenzahlen und relativen Abundanzen auf sich verändernde Umwelteinflüsse. In Verbindung mit artspezifischen Einnischungen sind sie daher als Indikatoren im Landschafts- bzw. Biomonitoring gut geeignet.

Methode:

Es wird die Standardmethode in Anlehnung an SCHLUMPRECHT & STRÄTZ (1999) angewendet. In repräsentativen Probeflächen wird das Artenspektrum während 4 bis 5 Begehungen pro Jahr (Frühjahr bis Herbst bei jeweils geeigneten Witterungsbedingungen) durch Absuchen nach Imagines und Sichtbestimmung (z.T. über Kescherfänge) sowie Verhören stridulierender Tiere ermittelt. Kaum oder für das menschliche Ohr nicht hörbare Arten werden mit Hilfe eines Ultraschall-Detektors erfasst. Durch ergänzende Klopfproben und Schütteln von Zweigen in Gehölzen werden gehölzbewohnende Arten kartiert. Beobachtungen zum Fortpflanzungsstatus (Larven, Eiablage etc) werden dokumentiert.

Um zumindest halbquantitative Aussagen bzw. spätere Vergleiche zu ermöglichen, werden in den Probeflächen bzw. entlang von definierten Linientransekten die angetroffenen Individuen ausgezählt.

Kleinsäuger

Diese Gruppe wird aufgrund der besonders aufwändigen Erfassungsmethode des Lebendfanges nicht in das Untersuchungsportfolio aufgenommen, da die Kosten besonders hoch sind. Gleichwohl kann z.B. eine derartige Arbeit über eine Diplomarbeit exemplarisch geleistet werden. Daher wird die Methodik nachfolgend dargestellt.

Kleinere Säugetiere (Mäuse, Spitzmäuse, Bilche) weisen meist sehr differenzierte Biotopansprüche auf. In erster Linie zeigen sie bestimmte Strukturqualitäten an, so dass sie als Indikatoren für die Strukturdiversität eines Lebensraums gelten.

Methode:

Da sich die meisten Säugetierarten am lebenden Tier bis auf Artniveau bestimmen lassen, werden Lebendfallen den Totschlagfallen vorgezogen. Die hier zu Grunde gelegte Erfassungsmethode ist an die Angaben bei BOYE & MEINIG (1996) bzw. MÜLLER-STIESS (1999) angelehnt. Um ein möglichst großes Artenspektrum zu erfassen, wird eine Kombination aus Fallenfang, Haarhaftröhren, Nistkastenkontrollen in gehölzdominierten Lebensräumen und Analyse von gefundenen Gewöllen gewählt.



Fallenfang: Auf repräsentativen Probeflächen werden während je einer Fangperiode je mehrere Tage lang Lebendfallen ausgebracht. Als Fallen kommen Oos-Wippbrettfallen mit Abdeckung, Ugglan-Fallen oder Holzfallen in Betracht, die an geeigneten Stellen eingesetzt werden. Zusätzlich kommen in den Boden eingegrabene Fangtrichter für Spitzmäuse zum Einsatz. Aufstellung und Kontrolle der Fallen erfolgen in Anlehnung an die Gießener Standardmethode (BOYE & MEINIG, 1996). Hierbei wird zur Erfassung von Kleinsäugern eine Linientaxierung mittels einer Reihe von Lebendfallen durchgeführt. Dabei wird auf einer Probefläche eine bestimmte Anzahl von Fallen ausgebracht, die in einer geraden Linie aufeinander folgen. Die Kontrolle der Fallen erfolgt alle vier Stunden, um Verluste durch Verdursten, Verhungern oder Auskühlen der gefangenen Tiere zu verhindern. Gefangene Tiere werden bestimmt, gewogen und per Fellschnitt markiert. Dabei wird den Tieren mit einer Nagelschere das Deckhaar in bestimmten Mustern kurz geschnitten, um Neufänge von schon einmal gefangenen Tieren unterscheiden zu können.

Haarhaftröhren: Zum Nachweis weiterer Kleinsäuger werden Haarhaftröhren ausgebracht. Da hiermit potenziell vorkommende Bilche (besonders die Haselmaus) nachzuweisen sind, werden die Röhren in Kopfhöhe in gehölzdominierten Strukturen ausgebracht. Nach einer Expositionsdauer von einigen Tagen werden sie auf anhaftende Haare von Kleinsäugern hin untersucht.

Kontrolle von Nistkästen: Da verschiedene Kleinsäugerarten Nistkästen als Quartiere beziehen, ist die Nistkastenkontrolle eine der schonensten Nachweismethoden für baum- und höhlenbewohnende Kleinsäuger.

Gewölleanalysen: Über die Analyse von gefundenen Eulengewöllen lassen sich zusätzliche qualitative Nachweise von Kleinsäugern erzielen.

Die Beifänge aus den Barberfallen der Laufkäfer- bzw. Spinnenuntersuchungen werden ebenfalls mit ausgewertet.



2.4 Kontroll- und Zertifizierungssystem für extensive Biomasse-**Erzeugung**

Wenn die Einrichtung und extensive Bewirtschaftung von Energiepflanzen-Flächen ein Leistungsbild Naturschutz integriert, sollte aus verschiedenen Gründen ein Kontroll- und Zertifizierungssystem eingerichtet werden. Dieses gewährleistet einerseits die naturschutzfachliche Qualität und dient damit der Wahrung des öffentlichen Interesses, zum anderen ist durch eine Überwachung auch eine Korrektur und damit Optimierung der Maßnahme möglich.

Die Erarbeitung von Details zu einer Zertifizierung muss im Rahmen der Projektarbeit in Phase II/a von ELKE vollzogen werden. Hierzu wird neben der institutsinternen Kompetenz beim IfaS noch ein externer Partner, der über langjährige Erfahrung in Entwicklung, Aufbau und Betrieb von Kontroll- und Zertifizierungssystemen verfügt, beratend hinzugezogen.

Bei der Entwicklung eines Kontroll- und Zertifizierungssystems werden zunächst die konkreten Anforderungen von der naturschutzfachlichen Seite festgelegt. Darauf aufbauend wird in einem weiteren Schritt geprüft, welche Ansprüche bereits durch gesetzliche Auflagen (CrossCompliance, Dünge-Verordnung und andere), vorhandene Zertifizierungssysteme (EU-Öko-Zertifizierung usw.) und evtl. geltende Förderprogramme (z.B. Vertragsnaturschutz) abgedeckt sind und welche Aspekte darüber hinaus relevant sind.

Nachdem die inhaltlichen Ziele feststehen, gilt es, einen konkreten Aufbau des Systems zu erarbeiten. Dabei werden mögliche Kontrollorgane (Naturschutz- und Landschaftsbehörden, Beratung oder Verbände), sinnvolle Prüfmethoden und -intervalle, notwendige Dokumentationen und auch Sanktionsmaßnahmen festgelegt.



2.5 Fondsmodelle

In Deutschland gibt es vielerorts Stiftungen des öffentlichen Rechts (DVL, DBV usw. bis hin zu Länderstiftungen, vgl. Kapitel 2.6.2.3 bzw. Tabelle 4), die langfristig Gelder für den Naturschutz aufnehmen und damit ein festgelegtes Finanzmanagement für den angewandten Naturschutz umsetzen. Diese Stiftungen können genutzt werden. Gleichwohl sind auch eigene regionale Überlegungen sinnvoll, um beispielsweise die Verbindung von Quellen und Senken zu realisieren. So kann durch die Verpflichtungserklärung der zuständigen Kommune die hier betrachtete Landnutzungs-/ Naturschutzstrategie verbindlich gesichert und über z.B. einen genossenschaftlichen Zusammenschluss partizipativ für alle Beteiligten umgesetzt, also die gesamte Wertschöpfungskette erschlossen werden.

Zur Umsetzung und Finanzierung regionaler / lokaler Landnutzungsstrategien mit verschiedenen Feldebenen und regionalen Akteuren (Landwirten) übernimmt der Fonds das Finanzmanagement. Aus ihm werden die Unterhaltungskosten und Leistungszahlungen an die regionalen Akteure geleistet. Da die Deckungsbeiträge aus den Extensivkulturen in der Regel jedoch unter denen der konventionellen, ortsüblichen Leitkulturen (Marktfrüchte) liegen, müssen den Landwirten nach Bedarf weitere Anreize geboten werden. Das Anreizprogramm soll für die Akteure eines Mehrnutzungskonzeptes im Rahmen des integrierten Naturschutzes einen Impuls zum Einstieg bieten und muss daher den Markteintritt erleichtern. Es besteht aus verschiedenen Komponenten, die je nach regionalen Rahmenbedingungen miteinander kombiniert werden können. Das landwirtschaftliche Einkommen bei der extensiven Erzeugung der Biomassen setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Erlöse aus der erzeugten Biomasse
- Leistungsentgelte für die in den Kulturen integrierte Naturschutzqualität
- ggf. Erstattung der Erstinvestitionskosten für die Anlage von Flächen mit kostenintensiven und langfristigen Kulturen (Dauerkulturen)
- mögliche Sicherung des Kulturbestandes durch Kostenübernahme von Nachpflanzmaßnahmen
- evtl. Einnahmen über CO₂ Zertifikatehandel

Eine Umsetzung integrierter Naturschutzmaßnahmen auf regionaler / lokaler Ebene indiziert jedoch unterschiedliche regionale Rahmenbedingungen, wie z.B. Pachtniveau, Bodenqualität, regionales Anbauspektrum usw. Daher ist für die Konzeption und Planung solcher Maßnahmen ein Kalkulationsmodell auf Basis eines variablen Kulturenspektrums unter Berücksichtigung regionaler Rahmendaten notwendig.

In der Phase II/a des Projektes ELKE wird ein solches Kalkulationsmodell als Werkzeug entwickelt, erprobt und laufend verbessert. Die Integration von Wirtschaftlichkeitsdaten zum CO₂-Handel wird eingearbeitet.

2.5.1 Ziel des Kalkulationsmodells

Ziel des Projektes ELKE ist es regionale / lokale Landnutzungsstrategien auf verschiedenen Feldebenen aufzubauen und im Markt zu platzieren. Sie müssen am freien Markt der Kulturlandschaft konkurrenzfähig sein und basieren auf einem freiwilligen, vertraglich geregelten Leistungsaustausch. Als Planungsgrundlage zur Gestaltung eines Fonds als Finanzmanagementinstrument für den angewandten Naturschutz muss daher ein Kalkulationsmodell erstellt werden, das wirtschaftliche Aspekte des Extensivanbaus betrachtet und



darstellt. Hierzu sind Kulturen aus vier verschiedenen Anbausystemen (ortsübliche Leitkulturen, landwirtschaftliche Energiepflanzen, Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsysteme) auf Feldebene miteinander kombiniert darstellbar und vergleichbar. Darüber hinaus muss das Modell die Möglichkeit besitzen allgemeine und insbesondere regionale Rahmendaten zu berücksichtigen.

Auf Basis der spezifischen Daten der jeweiligen Kulturen und der Rahmenbedingungen wird so zum Einen eine Wirtschaftlichkeitsprognose für jede einzelne Feldebene erstellt, in die auch die verschiedenen Anreizsysteme für Naturschutzmaßnahmen einfließen; zum Anderen erfolgt eine Gesamtbetrachtung aller Feldebenen für den Fonds, die den Zahlungsverlauf des Fonds wiedergibt und aus der die Investitionssumme für die Naturschutzmaßnahmen errechnet wird. Die Betrachtung soll über einen Zeitraum von 50 Jahren erfolgen, kann aber auch auf marktübliche 25 oder 30 Jahre reduziert werden.

2.5.2 Aufbau

Die Entwicklung des Kalkulationsmodells für einen Fonds oder eine Stiftung umfasst die folgenden Bausteine:

- 1. Allgemeine und regionale Rahmendaten
- 2. Kulturenspektrum Übersicht wirtschaftlicher Grunddaten (KTBL basiert)
- 3. Anbaumix je Feldebene
- 4. Wirtschaftlichkeitsprognose je Feldebene
- 5. Wirtschaftlichkeitsprognose des Fonds
- 6. Finanzierungs- und Investitionsplan für den Fonds
- 7. Sensitivitätsbetrachtung des Fonds

In der ersten Ausbaustufe sollen auf Basis von rund 35 Kulturen inklusive Gemengen mit derzeit über 100 Kulturarten vier Kategorien untergliedert werden, um damit auf fünf Feldebenen jeweils bis zu fünf unterschiedliche Kulturen erfassen zu können. Hierzu werden die spezifischen Grunddaten, die überwiegend auf KTBL-Daten (KTBL, 2006) basieren, automatisch aus der Übersicht Grunddaten übertragen und an die flächenbezogenen und regionalen Rahmendaten angepasst. Hierauf aufbauend wird je Feldebene eine Wirtschaftlichkeitsprognose erstellt, die dem Landwirt als Entscheidungshilfe ausgehändigt werden kann. Die Wirtschaftlichkeitsprognosen je Feldebene werden in der Wirtschaftlichkeitsprognose für den Fonds zusammengeführt, auf deren Basis ein Finanzierungs- und Investitionsplan für den Fonds erstellt wird. Abschließend werden in einer Sensitivitätsanalyse die Auswirkungen von Veränderungen einzelner ausgewählter Parameter untersucht, um so Auswirkungen auf die wirtschaftliche Lage des Fonds bei veränderten Marktsituationen graphisch darstellen zu können.

Allgemeine und regionale Rahmendaten 2.5.2.1

Zunächst erfolgt die Erfassung der allgemeinen und regionalen Rahmendaten. Hierzu zählen unter anderem das Anpflanzjahr sowie die Laufzeit der Naturschutzmaßnahme, die mit 50 Jahren kalkuliert wird.

Des Weiteren erfolgt die Erfassung der Inflationssätze, die zur besseren Kalkulation in die Sparten allgemeiner Preisindex (Warenkorb), landwirtschaftliche Produkte, Holzhackschnitzel, Furnierkosten, Arbeitskosten und technische Ausstattung aufgeteilt werden.



Auf dieser Basis erfolgt die Zusammenstellung der Landnutzungsstrategie, dass heißt die Definition der Flächengrößen und die Zuteilung der Arten auf die Flächen / Feldebenen (siehe Tabelle 2). Die Auswahl der Arten erfolgt per Drop-Down-Menü über eine Verknüpfung mit der Übersicht der Grunddaten des Kulturenspektrums.

Tabelle 2: Eingabemöglichkeit zur Zusammenstellung der Landnutzungsstrategie

Artenmix

	Pflanzenart		Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 4	Fläche 5	Gesamt	Pflanzenart
			10 ha	50 ha	30 ha	20 ha	0 ha	110 ha	Filanzenari
1	Leitkultur	LK_01	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	LK_01
2	Leitkultur	LK_02	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	LK_02
3	Leitkultur	LK_03	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	LK_03
4	Landwirtschaft	LW_01	100%	0%	0%	0%	0%	10 ha	LW_01
5	Landwirtschaft	LW_02	0%	50%	0%	100%	0%	45 ha	LW_02
6	Landwirtschaft	LW_03	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	LW_03
7	Landwirtschaft	LW_04	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	
8	KUP	KUP_01	0%	30%	50%	0%	0%	30 ha	KUP_01
9	KUP	KUP_02	0%	0%	50%	0%	0%	15 ha	
10	KUP	KUP_03	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	KUP_03
11	KUP	KUP_04	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	KUP_04
12	Furnierbäume	Funier_01	0%	20%	0%	0%	0%	10 ha	Funier_01
13	Furnierbäume	Funier_02	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	Funier_02
14	Furnierbäume	Funier_03	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	Funier_03
15	Furnierbäume	Funier_04	0%	0%	0%	0%	0%	0 ha	Funier_04
	Gesamt		100%	100%	100%	100%	0%	110 ha	

Des Weiteren sind Eingabeblöcke zur Erfassung betriebswirtschaftlicher Daten (Einnahmen / Kosten) für die Akteursgruppe Landwirte sowie für den Fonds (z.B. Kosten für wirtschaftliche Geschäftsführung, Zinskonditionen) vorgesehen.

2.5.2.2 Kulturartenspektrum – Übersicht Grunddaten

Das Datenblatt Kulturenspektrum in Anlehnung an KTBL (2006) dient als Kalkulationsgrundlage für die Berechnung und wirtschaftliche Simulation der entsprechenden Landnutzungsstrategie. Hier werden zentral die spezifischen Daten erfasst, auf welche die Simulation bei der Zusammenstellung der einzelnen Feldebenen zurückgreift. Insgesamt können 35 Kulturen erfasst werden. Das Artenspektrum teilt sich auf die folgenden vier Anbausystem-Kategorien auf:

- 1. Ortsübliche Leitkulturen (Marktfrüchte)
- 2. Landwirtschaftliche Energiepflanzen
- 3. Kurzumtriebsplantagen (KUP)
- 4. Agroforstsysteme mit Furnierbäumen

Die konventionellen Leitkulturen dienen einerseits als Vergleichsbasis und als Basis für die Verhandlungen bzgl. des Anreizprogramms, andererseits können sie auch in Agroforstsystemen eingesetzt werden. Fünf verschiedene Kulturen werden erfasst.

Bei den Hauptbausteinen der Landnutzungsstrategie, den landwirtschaftlichen Energiepflanzen, Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen mit Furnierbäumen besteht jeweils die Möglichkeit zehn Arten zu erfassen. Somit können insgesamt 35 Kulturen erfasst werden, die im Rahmen einer Landnutzungsstrategie miteinander kombiniert werden können.



Für jede Kultur werden die spezifischen Daten erfasst. Eingang in die Berechnung finden: Umtriebszeiten, Standzeiten, regelmäßige Pflegeintervalle und Rekultivierungsperioden. Hierzu gehören spezifische Erlösdaten sowie diverse Kostenblöcke (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht erfasster Daten für das Kulturenspektrum

Kulturartenspektrum - Datenerf	assung
F	
Ertrag	
Ertrag im Anpflanzjahr	[ja/nein]
Rekultivierungsperiode	[Jahre]
Pflegeperiode	[Jahre]
Pflege bis	[Jahr]
Emteperiode	[Jahre]
NawaRo in Mg Frischmasse	
Frischmasse Nawaro	[Mg/ha]
Preis je Mg Frischmasse	[€/Mg FM]
TM-Gehalt [%]	[%]
Trockenmasse	[Mg/ha]
Energiegehalt je kg TM	[MJ/kg TM]
Energieertrag NSch-Kultur in GJ	[GJ/ha]
Energieertrag NSch-Kultur in MWh	[MWh/ha]
Ertrag Frischmasse NawRo	[€/ha]
NawaRo in Mg Trockenmasse	
Frischmasse Nawaro	[Mg/ha]
TM-Gehalt [%]	[%]
Trockenmasse	[Mg/ha]
Preis je Mg Trockenmasse	[€/Mg TM]
Energiegehalt je kg TM	[MJ/kg TM]
Energieertrag NSch-Kultur in GJ	[GJ/ha]
Energieertrag NSch-Kultur in MWh	[MWh/ha] [€/ha]
ErtragTrockenmasse NawaRo	[e/naj
Furnierholz in Festmeter	
Anzahl gepflanzte Bäume	[St./ha]
Festmeter je Baum	[m³/St.]
Z-Baumquote	[%]
Festmeter je ha	[m³/ha]
Preis je Festmeter Ertrag Furnierholz	[€/m³] [€/ha]
Gesamtertrag Nawaro	[€/ha]
Inflationssatz	
Gruppe	
Inflationssatz	[%]
<u>Direktkosten</u>	
Saat- und Pflanzgut, Pflanzenschutz	
Düngung etc.)	16/11
Direktkosten - Pflanzjahr Direktkosten - Pflegejahr	[€/ha] [€/ha]
Direktkosten - Standjahr	[€/ha]
Direktkosten - Erntejahr	[€/ha]
•	
Rekultivierungskosten	100-1
Umbruchkosten Rekultivierungskosten	[€/ha] [€/ha]
variable Ko. der Arbeitserledigung	
Lohnarbeit & Masch.miete (Lohn)	
Lohnunternehmen - Pflanzjahr	[€/ha]
Lohnunternehmen - Pflegejahr	[€/ha]
Lohnunternehmen - Standjahr Lohnunternehmen - Erntejahr	[€/ha] [€/ha]
Maschinenkosten (var.)	[Cita]
Maschinenkosten - Pflanzjahr	[€/ha]
Maschinenkosten - Pflegejahr	[€/ha]
Maschinenkosten - Standjahr	[€/ha]
Maschinenkosten - Emtejahr	[€/ha]
Var. Ko. Arbeitserl. Pflanzjahr	[€/ha]
Var. Ko. Arbeitserl. Pflegejahr	[€/ha]
Var. Ko. Arbeitserl. Standjahr Var. Ko. Arbeitserl. Erntejahr	[€/ha] [€/ha]
•	[Cita]
	l
Fixe Kosten	
Arbeitskosten	[Alch // *
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr	[Akh/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr	[Akh/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr	[Akh/ha] [Akh/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [€/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflegejahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [€/ha] [€/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Entlejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflegejahr Arbeitskosten - Standjahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [€/ha] [€/ha] [€/ha] [€/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Entlejahr Arbeitsstunden - Entlejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Entlejahr Flächenkosten Flächenkosten	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [€/ha] [€/ha] [€/ha]
Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsskosten - Pflegejahr Arbeitskosten - Pflegejahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Techn. Ausstattg. & Masch. (fix)	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [€/ha] [€/ha] [€/ha] [€/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Entlejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Techn. Ausstatte. & Masch. (fix) Tech. & Masch Pflanzjahr	[Akh/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Tech. Ausstattg. & Masch. (fix) Tech. & Masch Pflanzjahr Tech. & Masch Pflegejahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Techn. Ausstattg. & Masch. (fix) Tech. & Masch Pflegejahr Tech. & Masch Pflegejahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flachenkosten Techn. Ausstattg. & Masch. (fix) Tech. & Masch Pflanzjahr Tech. & Masch Pflegejahr Tech. & Masch Standjahr Tech. & Masch Standjahr Tech. & Masch Standjahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha] [E/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Tech. & Masch Pflanzjahr Tech. & Masch Pflanzjahr Tech. & Masch Standjahr Tech. & Masch Erntejahr Flack & Masch Erntejahr Flack Standjahr Tech. & Masch Erntejahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [E/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Flachenkosten Techn. Ausstattg. & Masch. (fix) Tech. & Masch Pflanzjahr Tech. & Masch Pflegejahr Tech. & Masch Estandjahr Tech. & Masch Emtejahr Tech. & Masch Emtejahr fixe Kosten - Pflanzjahr fixe Kosten - Pflanzjahr fixe Kosten - Pflanzjahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [E/ha]
Arbeitskosten Arbeitsstunden - Pflanzjahr Arbeitsstunden - Pflegejahr Arbeitsstunden - Standjahr Arbeitsstunden - Erntejahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Pflanzjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Standjahr Arbeitskosten - Erntejahr Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Flächenkosten Tech. & Masch Pflanzjahr Tech. & Masch Standjahr Tech. & Masch Standjahr Tech. & Masch Erntejahr flixe Kosten - Pflanzjahr	[Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [Akh/ha] [E/ha]



2.5.2.3 Anbaumix je Feldebene

Für jede Feldebene, bzw. Fläche gibt es ein eigenes Datenblatt Anbaumix je Feldebene. Hier werden für die entsprechende Feldebene die Daten der ausgewählten Kulturen übernommen und an die flächenspezifischen Bedingungen (z.B. Schlaggröße) angepasst. Des Weiteren können entsprechende Anpassungen bei der Höhe der einzelnen Positionen aus dem Anreizprogramm vorgenommen werden, um die Deckungsbeiträge der Naturschutzkulturen auf das Niveau der Markteintrittsbarriere anzuheben.

2.5.2.4 Wirtschaftlichkeitsprognose je Feldebene

Je Feldebene wird eine Wirtschaftlichkeitsprognose erstellt. Sie bildet den Zahlungsverlauf aus Sicht des Landwirtes dynamisch über die Laufzeit der Naturschutzmaßnahme ab, dass heißt es fließen die im Datenblatt Rahmendaten festgelegten Inflationsraten in die Wirtschaftlichkeitsprognose ein. Dadurch werden die prognostizierten Preissteigerungen eingerechnet, um die Veränderungen am Markt zu berücksichtigen.

Es erfolgt ein jährlicher Einnahmen/Ausgaben-Vergleich auf dessen Basis die jährlichen Deckungsbeiträge und Gewinne aus der Feldebene ersichtlich werden. Der Zahlungsverlauf wird dynamisch dargestellt. Die Betriebsergebnisse werden über die Jahre hinweg kumuliert. Die Leistungsentgelte für den Naturschutz werden als Ausschüttungen an den Landwirt ausgezahlt.

Auf der Basis der jährlichen Berechnungen erfolgt eine dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Verwendung der Methode des internen Zinsfußes. Bei einer ökonomischen Interpretation wird der interne Zinsfuß als Rendite der Investition angesehen und ähnelt der Gesamtkapitalrentabilität (vgl. z.B. WÖHE, 1996, S. 762). Der interne Zinsfuß kann aber auch auf eine andere Basis als das gesamte eingesetzte Kapital bezogen werden, z.B. das eingesetzte Eigenkapital oder die eingesetzte Fläche. Die genaue Bezugsbasis wird in der Phase II/a des Projektes ELKE ermittelt um den Landwirten auf Ihre Bedürfnisse angepasst eine aussagekräftige Kennzahl zu liefern.

Darauf aufbauend werden weitere Kennzahlen gebildet, die dem Landwirt als Entscheidungshilfe dienen sollen. So werden die Kennzahlen Deckungsbeitrag je ha, Deckungsbeitrag je Arbeitsstunde und Gewinnbeitrag je ha als jährlicher Wert und als Mittelwert dargestellt.

Die Wirtschaftlichkeitsprognose je Feldebene stellt in den Verhandlungen mit den Landwirten einen wichtigen Baustein dar, da diese die finanzielle Einordnung der Naturschutzmaßnahme aus Sicht des Landwirtes mit den Finanzströmen darstellt, die in das Betriebsergebnis des Landwirtes einfließen.

2.5.2.5 Wirtschaftlichkeitsprognose des Fonds

Im Datenblatt Wirtschaftlichkeitsprognose des Fonds werden die Wirtschaftlichkeitsprognosen je Feldebene zusammengeführt und aus Sicht des Fonds dargestellt. Dass heißt hier werden alle Zahlungen an die Landwirte ausgewiesen und um fondsspezifische Zahlungsströme, wie z.B.die wirtschaftlichen Geschäftsführungskosten, Zinseinnahmen auf das Fonds- / Stiftungsvermögen usw. ergänzt.

Hier erfolgt ebenfalls ein detaillierter jährlicher Einnahmen- / Ausgabenvergleich über die Laufzeit der Naturschutzmaßnahmen. Jedoch wird keine ausführliche Berechnung wirtschaftlicher Kennzahlen vorgenommen, da der Fonds in erster Linie keine wirtschaftlichen Ziele verfolgt, sondern vielmehr die



Sicherstellung der Naturschutzmaßnahmen gewährleisten soll. Daher ist es Ziel dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein stets positives Fondsvermögen über die Laufzeit mit einer stets ausreichenden Liquiditätsreserve darzustellen, um Bestandsausfälle im begrenzten Maße kompensieren zu können. Ebenfalls muss am Ende des Kalkulationszeitraumes (in der Regel 50 Jahre) ein ausreichendes Fondsvermögen vorhanden sein, um die Naturschutzmaßnahmen auch über den Kalkulationszeitraum hinaus weiter gewährleisten zu können.

Da der Fonds nur zu Beginn durch einzelne Einzahlungen - z.B. aus der Eingriffs-/ Ausgleichsregelung - die maßgeblichen Einnahmen verzeichnet, die über die Laufzeit Zinseinnahmen mit sich führen, ist dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Sicherstellung des Naturschutzes besondere Beachtung beizumessen. Hierzu muss das finanzielle Gleichgewicht des Fonds stets gesichert sein. Da über die Laufzeit je eingestellter Maßnahme keine weitere Einnahmequelle besteht ist - wie bereits erwähnt - ein stets positives Fondsvermögen in der Kalkulation wichtig. In der Realität gibt es jedoch keine vollkommene Voraussicht und Sicherheit. Somit muss eine seriöse Finanzplanung dem Risiko Rechnung tragen, dass tatsächliche Einzahlungen geringer ausfallen können als geplant (beim Fonds hauptsächlich Zinsänderungsrisiko) und tatsächliche Auszahlungen höher ausfallen können als geplant. Zur Absicherung drohender Deckungslücken muss im Rahmen der Finanzplanung eine Liquiditätsvorsorge betrieben werden. Diese soll im Fonds durch die Berücksichtigung und Kalkulation eines Risikoaufschlages geschehen (vgl. Wöhe, 1996, S. 801).

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bilden die Basis für den Finanzierungs- und Investitionsplan.

Finanzierungs- und Investitionsplan des Fonds

Auf Basis der Wirtschaftlichkeitsprognose des Fonds wird ein Finanzierungs- und Investitionsplan für den Fonds erstellt.

In den Investitionsplan fließen vor allem

- Einmalzahlungen an Landwirte
- Rückstellungen für
 - Naturschutzprämien
 - Pflanzkostenzuschüsse
 - die wirtschaftliche Betriebsführung
 - Nachpflanzmaßnahmen
 - Risikoabschläge
 - Kosten bei Flächenausfall
 - Rücklagen zur Weiterführung

aus der Wirtschaftlichkeitsprognose ein.

Der Finanzplan dient der Erhaltung der Liquidität des Fonds. Aus ihm sind die Finanzierungsformen ersichtlich, die sich in Eigenkapital und Fremdkapital gliedern. Da der Fonds keine Einnahmen über die Laufzeit erwirtschaftet, ist eine ausschließliche Eigenkapitalfinanzierung notwendig. Das Eigenkapital muss zu Beginn vom Eingriffsverursacher für die Naturschutzmaßnahme eingezahlt werden. Daher liefert der Finanzierungsplan die wichtigste Aussage für den Investor, also den Eingriffsverursacher. Aus diesem Plan geht hervor, wie hoch die spezifischen Investitionskosten des Investors für die Naturschutzmaßnahme sind.



Daraus ist ableitbar wieviel für z.B. einen Hektar Naturschutzfläche aufgewendet bzw. investiert werden muss.

2.5.2.7 Sensitivitätsbetrachtung des Fonds

Die Sensitivitätsanalyse ist eine Analyseform für komplexe Systeme und Probleme, bei der einfache Wirkbeziehungen zwischen Systemvariablen und dem Gesamtsystem dargestellt werden. Es wird der Einfluss von einzelnen Inputfaktoren auf bestimmte Ergebnisgrößen untersucht. Dadurch kann die Bedeutung der gewählten Systemvariablen festgelegt werden. Daher werden für das Kalkulationsmodell abschließend in einer Sensitivitätsanalyse die Auswirkungen von Veränderungen einzelner ausgewählter Parameter untersucht, um so Auswirkungen auf die wirtschaftliche Lage des Fonds bei veränderten Marktsituationen graphisch darstellen zu können.

Somit können z.B. Auswirkungen bei Veränderungen der Zinsstruktur, der Eintrittswahrscheinlichkeit des Ausfallrisikos sowie des allgemeinen Ausgabensteigerungsrisikos abgebildet werden. Gegebenenfalls werden in der realen Modellbildung weitere sinnvolle Parameter hinzugefügt.

2.5.3 Anwendung des Kalkulationsmodells

Das Kalkulationsmodell soll zu Beginn der Phase II/a des ELKE-Projektes entwickelt und anschließend direkt in der Praxis erprobt, eingesetzt und weiterentwickelt werden.

Mit dem Kalkulationsmodell können so bei den regionalen Akteuren vor Ort unterschiedliche Landnutzungsstrategien finanziell modelliert werden, so dass schon in den ersten Gesprächen die finanzielle Umsetzbarkeit genau abgeschätzt werden kann und eine Diskussions- und Verhandlungsgrundlage für weitergehende Gespräche gebildet wird.



2.6 Recht

Die nachfolgenden Ausführungen dieses Kapitels 2.6 sind Auszüge aus dem Gesamtgutachten von MICHLER ET AL. (2007), welches im Anhang Bestandteil dieses Endberichtes ist.

2.6.1 **Zwischenergebnis Recht**

Nach dem Überblick über das Bundesrecht, das (noch) rahmenrechtliche (§ 18 ff. BNatSchG) bzw. (hinsichtlich der Eingriffsregelung des Bauplanungsrechts) abschließende Anforderungen enthält, lassen sich gewisse Vorgaben für eine großflächige Umsetzung von extensiven Landnutzungsstrategien²¹ mit Hilfe der Eingriffs- und Ausgleichsregelung festhalten. (siehe Gesamtgutachten im Anhang Kapitel 8 bzw. MICHLER ET AL., 2007)

Unterschieden werden muss zunächst zwischen den Vorgaben des Bauplanungsrechts und denen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung.

2.6.1.1 Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung

Für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung lassen sich folgende Schlüsse ziehen. Das Bundesnaturschutzgesetz gibt mit § 19 BNatSchG eine strenge Stufenfolge der Verursacherpflichten bei Eingriffen in Natur und Landschaft vor und enthält konkrete Anforderungen hinsichtlich eines funktionalen, zeitlichen und räumlichen Zusammenhangs zwischen Eingriffsort und Kompensationsmaßnahme.

In dieser streng abzuarbeitenden Prüfungskaskade (siehe Abbildung 7) steht der Ausgleich (lässt man die hier nicht interessierende Pflicht zur Vermeidung von Eingriffen außen vor) an erster Stelle. Verlangt wird hier ein enger funktionaler, räumlicher und auch zeitlicher Bezug von Ausgleich und Eingriff. Der naturschutzrechtliche Ausgleich verlangt, dass die Funktionen des Naturhaushaltes vor und nach dem Eingriff eine gewisse Identität aufweisen. Diese Anforderungen müssen auch beachtet werden, will man extensive Landnutzungsstrategien mit Hilfe der naturschutzrechtlichen (projektbezogenen) Eingriffsregelung umsetzen. Insbesondere der enge funktionale und räumliche Bezug zwischen Eingriff und Ausgleich, der erfüllt sein muss, dürfte die praktische Umsetzung solcher flächenintensiver Maßnahmen auf auch wechselnden/rotierenden Ausgleichsflächen (i.S.d. § 19 Abs. 2 BNatSchG) erschweren.

Anders kann es bei den Ersatzmaßnahmen nach § 19 Abs. 2 BNatSchG aussehen. Hier sind die Anforderungen bezüglich eines räumlichen, funktionalen und zeitlichen Zusammenhangs zwischen Eingriff und Kompensation nicht so streng wie bei der Ausgleichsmaßnahme. In den Blick zu nehmen sind dabei aber die Anforderungen, die sich aus dem Landesrecht ergeben, da die Länder gem. § 18 Abs. 5/§ 19 Abs. 4 BNatSchG eine Ausgestaltungsbefugnis auch hinsichtlich der Anforderungen an das Vorliegen von Ersatzmaßnahmen haben. Letztlich ergibt sich also aus dem Landesrecht die Strenge der Anforderrungen an Ersatzmaßnahmen. Die Länder haben es danach in der Hand, durch strenge oder weniger strenge Anforderungen an Ersatzmaßnahmen zum einen das Gewicht der Naturschutzbelange in der Abwägung

²¹ Dieser Begriff wird im folgenden für die ins Auge gefassten Maßnahmen extensiver flächiger Landnutzungsstrategien auf der Basis nachwachsender Rohstoffe verwendet.



nach § 19 Abs. 3 BNatSchG zu steuern und zum anderen darauf Einfluss zu nehmen, ob der Eingriff eher physisch-real (bei in räumlicher Hinsicht gelockerten Anforderungen an Ersatzmaßnahmen) oder (bei strengeren Anforderungen an den räumlichen Bezug zwischen Eingriffsort und Ersatzmaßnahme) durch Leistung einer Ersatzzahlung kompensiert werden kann. Auf die landesrechtlichen Besonderheiten soll daher im folgenden Kapitel eingegangen werden. Hier lässt sich aber bereits festhalten, dass die Chancen für eine Realisierung extensiver Landnutzungsstrategien auf Flächen für Ersatzmaßnahmen eher in Betracht kommen können als auf Flächen für Ausgleichsmaßnahmen. Allerdings – und das lässt sich ebenfalls hier schon festhalten – sind die Anforderungen immer noch relativ hoch, woraus sich nicht unerhebliche Hürden für eine Umsetzung in der Praxis ergeben dürften.

Als letzte Option rückt daher, folgt man dem naturschutzrechtlichen Stufenmodell des § 19 BNatSchG, die Ersatzzahlung in den Blick. Hierbei geht es um die Frage der Möglichkeiten, extensive Landnutzungsstrategien durch die durch Ersatzzahlungen eingenommen Mittel finanzieren zu können. Das soll deshalb weiter verfolgt werden, weil hier die rechtlichen Bindungen lockerer sind als bei den physischrealen Kompensationsmaßnahmen Ausgleich bzw. Ersatz. Hinter der Ersatzzahlung steht zwar auch der Gedanke der Wiedergutmachung, der hinter der Eingriffsregelung steht. Die Anforderungen an die räumliche und funktionale Nähe zum Eingriff werden aber auf ein Minimum beschränkt, wodurch ein weitaus größerer Spielraum entsteht, der für die mit dem Projekt verfolgten Maßnahmen genutzt werden könnte. Allerdings kommt es bei den Ersatzzahlungen darauf an, wie die Ausgestaltungen durch die einzelnen Bundesländer erfolgt sind. Auch dem soll im folgenden Kapitel nachgegangen werden.

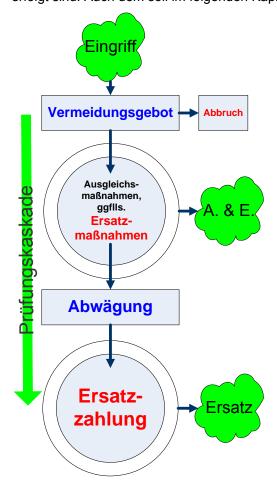


Abbildung 7: Prüfungskaskade in der so genannten naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung.



2.6.1.2 Bauplanerische Eingriffsregelung

Die Möglichkeiten, die die Eingriffsregelung des Baurechts bieten, sind als vergleichsweise günstiger anzusehen, da hier nicht nach einem strikten Stufenmodell, wie es das BNatSchG kennt, vorgegangen werden muss.

Die Eingriffsregelung des Baugesetzbuchs kennt insbesondere die strenge Unterscheidung zwischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nicht, woraus sich lockerere Anforderungen hinsichtlich eines funktionalen, zeitlichen und räumlichen Zusammenhangs von Eingriff und Kompensationsmaßnahme ergeben. Darüber hinaus bietet die Möglichkeit, Ökokonten führen zu können, ein geeignetes Instrument zur Umsetzung der mit dem Projekt verfolgten Ziele. Bei einem Ökokonto werden Kompensationsmaßnahmen bereits im Vorfeld durchgeführt, um dann mit später erfolgenden Eingriffen verrechnet zu werden. Die Entscheidung, ob die Einrichtung eines Ökokontos erfolgt, und die sich daraus ergebende Verantwortung für die Verwaltung und die Durchführung der Maßnahmen, obliegt den Gemeinden.

Interessant für die Umsetzung extensiver Landnutzungsstrategien erscheinen kommunale Ökokontoflächen aus mehreren Gründen:

- Die Möglichkeit, geeignete Flächen entsprechender Größe vorausschauend unter Berücksichtigung der künftigen Planungstätigkeit der Gemeinde in eine Ökokonto einstellen zu können, bietet eher die Gewähr großflächiger Lösungen als die – häufig beklagten – Flickenteppiche von Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahmen, die von Vorhabensträgern aus Anlass eines einzelnen Projekts (punktuell) ergriffen werden.
- In der Praxis wird häufig beklagt, dass die Realisierung von Kompensationsmaßnahmen auch auf kommunaler Ebene – Not leide. 22 Hinzu kommt, dass die Gemeinden von den Möglichkeiten, sich hinsichtlich des für Kompensationsmaßnahmen angefallenen Aufwands bei den Grundstückseigentümern nach §§ 135a ff. BauGB refinanzieren zu können, nur zurückhaltend Gebrauch machen. Hier setzt die Überlegung an, die Verantwortung für die Durchführung extensiver Landnutzungsstrategien in die Hände Dritter zu legen. Die Bewirtschaftung von Kompensationsflächen durch Dritte könnte also eine Möglichkeit bieten, diesen Umsetzungs- und Refinanzierungsdefiziten begegnen zu können. Es bestehen also nicht nur gute Chancen, eine großflächige Umsetzung extensiver Landnutzungsstrategien auf Kompensationsflächen in Form des Ökokontos schaffen zu können, sondern gleichzeitig auch damit auf der einen Seite für eine langfristige Sicherung der Durchführung von Kompensationsmaßnahmen sorgen²³ und auf der anderen Seite den Gemeinden die Refinanzierungsgefahr abzunehmen zu können.

²² Dazu Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) "Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes", 2002, BTags-Drucksache 14/9852, Rn. 322 (328); Koch, Naturschutz und Landschaftspflege in der Reform der bundesstaatlichen Ordnung, BfN-Skripten 109, 2004, 15

²³ Die Chance, bei der Umsetzung der Eingriffsregelung auf Kooperationspartner, etwa ökologisch wirtschaftende Landwirtschaftsbetriebe, zu setzen, betont der SRU in seinem Sondergutachten Naturschutz, Rn. 336: "Zur Kompensation bestimmter Beeinträchtigungen (z. B. des Bodens), eignet sich ... z. B. der ökologische Landbau in besonderem Maße als Kooperationspartner".



- Zuletzt liegt ein Vorteil der bauplanerischen Eingriffsregelung darin, dass Ansprechpartner die planenden Gemeinden und Städte sind. Diese dürften aus den eben genannten Gründen eher zu gewinnen sein, als Vorhabensträger, die als Eingriffsverursacher die Verantwortung zur Kompensation nach den Vorschriften der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung tragen (wie beispielsweise die Straßenbauverwaltungen, die Deutsche Bahn AG oder Flughafengesellschaften usw.). Bei ihnen dürfte häufig der Anreiz dafür fehlen, im Rahmen der immer aufwendiger werdenden Projektplanungen (auch) die Umsetzung der Verursacherpflichten des § 19 BNatSchG durch Bewirtschaftung der Kompensationsflächen mit in den Blick zu nehmen.
- Schlussfolgernd lässt sich daher zunächst zusammenfassen, dass eine Umsetzung extensiver Landnutzungsstrategien eher in der Bauleitplanung zu realisieren sein dürfte. Bei der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung steigen die Umsetzungsmöglichkeiten mit jeder Stufe, mit der man in der Prüfungskaskade weiter nach unten steigt. Daraus ergibt sich der Schwerpunkt der weiteren Untersuchungen im Landesteil: Da den Ländern eine nähere Ausgestaltung der bauplanerischen Eingriffsregelung verwehrt ist, soll insbesondere – in einem Überblick – vorgestellt werden, welche landesrechtlichen Anforderungen an Ersatzmaßnahmen und an Ersatzzahlungen bestehen.

Vorteile:

 Möglichkeit, großflächiger Lösungen

> (kein "Flickenteppich" von Ausgleichsmaßnahmen)

- Langfristige Sicherung von Ausgleichsmaßnahmen (kein "Umsetzungsdefizit")
- Für die Gemeinde/Kommune "kostenneutral"

(kein "Refinanzierungsdefizit")

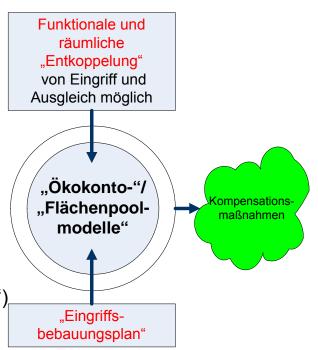


Abbildung 8: So genannte baurechtliche Eingriffsregelung, ein kommunales Umsetzungswerkzeug.



2.6.2 Zusammenfassender Überblick

2.6.2.1 Ersatzmaßnahmen

Bezüglich der Ersatzmaßnahmen kann festgehalten werden, dass es in den meisten Bundesländern keine ins Gewicht fallenden Abweichungen zur bundesrechtlichen Regelung gibt.

Kaskade

Die Kaskade und somit die Stellung der Ersatzmaßnahmen stimmt in allen Ländern bis auf Mecklenburg-Vorpommern mit dem Rahmenrecht überein. In Mecklenburg-Vorpommern weist das Landesnaturschutzgesetz hingegen noch die Reihenfolge des früheren Bundesnaturschutzgesetzes (vor 2002) aus, wo die Ersatzmaßnahmen hinter der Abwägung einzuordnen sind. Das Landesrecht wird entsprechend angewandt.

Konkretisierungen

Konkretisierungen zu den Ersatzzahlungen finden sich in fast allen Landesgesetzen oder in weitergehenden Vorschriften.

Am häufigsten wurden Konkretisierungen zum räumlichen Zusammenhang getroffen, wie in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden Württemberg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Berlin und Brandenburg. Wie diese Konkretisierungen aussehen, soll jedoch im Zuge des Punktes Funktionaler und räumlicher Zusammenhang näher erläutert werden. Des Weiteren wurden Konkretisierungen zum zeitlichen Zusammenhang in Form einer Kompensationsfrist von den Ländern Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz (diese ergeben sich in Anlehnung an die Vorgaben der LANA Schriftenreihe²⁴) und Berlin getroffen. Die Fristen sind unterschiedlich ausgestaltet.

Eine konkrete Anleitung, welche Maßnahmen als Kompensationsmaßnahmen für welche Eingriffe in Frage kommen, wird im Land Niedersachsen verwendet, das insgesamt die weitest gehenden Festlegungen hinsichtlich der Ersatzmaßnahmen getroffen hat. Ähnliche Konkretisierungen gibt es auch in Rheinland-Pfalz, wo eine Darstellung möglicher Kompensationsmaßnahmen existiert, in Sachsen, wo bestimmte Suchräume für Kompensationsmaßnahmen festgelegt wurden, oder in Berlin in Form der gesamtstädtischen Ausgleichskonzeption.

Weitergehende Regelungen zu den Ersatzmaßnahmen finden sich in Hessen in Form der Kompensationsverordnung, in Bremen mit der Verordnung über Ersatzmaßnahmen und der Handlungsanleitung zur Anwendung der Eingriffsregelung, in Niedersachsen in Form der Arbeitshilfe zur Anwendung der Eingriffsregelung bei Bodenabbauvorhaben, in Mecklenburg Vorpommern mit der Verwaltungsvorschrift Hinweise zur Eingriffsregelung, in Berlin mit der gesamtstädtischen

²⁴ Arbeitsgruppe Eingriffsregelung der Landesanstalten/-ämter und des Bundesamtes für Naturschutz, 1995, Empfehlung zum Vollzug der Eingriffsregelung Teil II (Eigenverlag), http://xfaweb.badenwuerttemberg.de/NafaWeb/be-richte/perw 02/perw2.html



Ausgleichskonzeption, in Rheinland-Pfalz mit den Hinweisen zur Eingriffsregelung und dem ministeriellen Rundschreiben Hinweise zur Durchführung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen im Wald und in Sachsen mit der Naturschutzausgleichsverordnung. In Sachsen-Anhalt, dem Saarland und in Niedersachsen finden sich genauere Angaben über die Ersatzmaßnahmen in den Leitfäden der Bewertungsverfahren, welche in Form von Handlungsempfehlungen erlassen wurden.

Bevorzugte Maßnahmen

In Hessen werden Ersatzmaßnahmen in Natura 2000-Gebieten privilegiert, in Sachsen-Anhalt der Anbau standortgerechten Gehölzes wie bspw. Laubwälder und in Sachsen der Rückbau ungenutzter landwirtschaftlicher Betriebe sowie die Aufforstung ehemals versiegelter Flächen. Auch in Thüringen sollen Ersatzmaßnahmen vorzugsweise auf ehemals versiegelten Flächen durchgeführt werden. Weniger konkrete Privilegierungen lassen sich in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Rheinland-Pfalz finden, wo die unteren Naturschutzbehörden ein Kompensationsflächenkataster führen, auf welches dann wohl vorzugsweise zurückgegriffen werden soll. Außerdem haben manche Länder gewisse Flächen festgelegt, auf die nur als letzte Möglichkeit oder überhaupt nicht für die Durchführung von Ersatzmaßnahmen zugegriffen werden kann. So stehen in Hessen ackerbaulich nutzbare Flächen nur unter bestimmten Bedingungen als Kompensationsflächen zur Verfügung oder in Nordrhein-Westfalen soll auf die Nutzung landwirtschaftlich genutzter Flächen zum Zweck der Kompensation möglichst ganz verzichtet werden.

Räumlicher und funktionaler Zusammenhang zum Eingriff

Hier lässt sich festhalten, dass in allen Bundesländern analog zum Bundesrecht der räumliche Zusammenhang der Ersatzmaßnahmen im Vergleich zu den Ausgleichsmaßnahmen gelockert ist. Konkretisiert wird das Erfordernis des räumlichen Zusammenhangs in vielen Ländern dadurch, dass die Ersatzmaßnahme im gleichen Naturraum wie der Eingriff stattfinden soll. Solche Regelungen finden sich etwa in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden Württemberg, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Bremen und Brandenburg. Hierzu muss allerdings erwähnt werden, dass sich die Begrifflichkeiten und die räumliche Vorstellungen hinsichtlich der Ausdehnung dieser Naturräume voneinander unterscheiden, was die weite Bandbreite von bspw. drei Naturräumen in Schleswig-Holstein bis zu acht Großlandschaften in Mecklenburg-Vorpommern anschaulich belegen mag. In Brandenburg soll darüber hinaus an wenn möglich die Ersatzmaßnahme im gleichen Landkreis erfolgen. Außerdem ist hierbei zu erwähnen, dass durch die Kompensation im gleichen Naturraum wohl nicht nur der räumliche Aspekt, sondern auch der des funktionalen Zusammenhangs eine Rolle spielt. Verdeutlichen lässt sich dies am Beispiel Schleswig-Holsteins, wo die Ersatzmaßnahme in der Küstenregion erfolgen soll, wenn dort auch der Eingriff stattgefunden hat.

Eine Vielzahl der Länder haben Konkretisierungen auch insoweit getroffen, als der Landschaftsrahmenplan und die Landschaftsprogramme zu berücksichtigen sind. ²⁵ Keine näheren Ausführungen finden sich hingegen in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Hamburg, Thüringen, Bayern und Rheinland-Pfalz. Grundsätzlich lässt sich aber sagen, dass alle Länderregelungen bezüglich des räumlich funktionalen

²⁵ Saarland, Nordrhein-Westfalen, Berlin und Sachsen



Zusammenhangs eine Analogie zum Bundesrecht aufweisen und zumindest der funktionale Zusammenhang so weit wie möglich erreicht werden soll.

Besonderheiten bei der Durchführung

Eine erwähnenswerte Besonderheiten bei der Durchführung von Ersatzmaßnahmen gibt es in Hessen, wo eine Agentur zur Bereitstellung und Vermittlung von Ersatzmaßnahmen gegründet wurde (Ökoagentur), welche auch die Sicherstellung der Funktionssicherung und Pflege der Kompensationsmaßnahmen übernimmt und auf die auch die Kompensationspflicht übertragen werden kann. Somit kann also die sich aus dem Verursacherprinzip ergebende Verpflichtung zur Kompensation auf diese Agentur übertragen werden.

In Mecklenburg-Vorpommern ist eine Übertragung der Kompensations-maßnahmen auf Dritte, hier auf die Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern, zwar auch möglich, jedoch bleibt die Verpflichtung zur Kompensation dort beim Verursacher.

Bewertungsverfahren von Eingriffen 2.6.2.2

Zu den Bewertungsverfahren lässt sich sagen, dass die einzelnen Länder sehr unterschiedliche Regelungen getroffen haben. Die verschiedenen Bewertungsverfahren reichen von verbal-argumentativen Verfahren, wo keine weiteren Konkretisierungen getroffen werden, bis hin zu ausführlich festgelegten Punktesystemen oder Biotopwertsystemen. Einige Länder wenden auch konkrete Verfahren an und lassen zudem verbalargumentative Aspekte mit einfließen. Festhalten lässt sich, dass sich die Verfahren erheblich voneinander unterscheiden und teilweise sehr umfangreich ausgestaltet sind.

2.6.2.3 Ersatzzahlungen

Nicht alle Bundesländer verwenden den Begriff der Ersatzzahlung. In einigen Länder wird stattdessen der Begriff Ausgleichsabgabe oder Ausgleichszahlung verwendet, was inhaltlich jedoch keinen Unterschied macht.

Allgemeine Vorgaben

Bis auf das Saarland haben alle Länder das Instrument der Ersatzzahlung in ihren Landesnaturschutzgesetzen aufgenommen. Im Saarland wurde bewusst auf dieses Instrument verzichtet und statt dessen auf die Möglichkeiten des neu geschaffenen Ökokontos gesetzt.

Die Frage, wann die Ersatzzahlungen innerhalb der Prüfungskaskade zum Einsatz kommt, ist ebenfalls ganz überwiegenden wie im Bundesnaturschutzgesetz geregelt, sodass die Ersatzzahlungen grundsätzlich erst dann zu leisten sind, wenn die Durchführung von Physisch-realen Kompensationsmaßnahmen nicht möglich ist. In der Praxis wird dies auch in Mecklenburg-Vorpommern so gehandhabt, obwohl das Landesrecht dort noch nicht an die Änderungen des BNatSchG 2002 angepasst ist.

Die allgemeinen Anforderungen weisen keine großen Abweichungen voneinander auf. So lässt sich festhalten, dass in allen Ländern die Ersatzzahlungen zweckgebunden für Ziele des Naturschutzes und der



Landschaftspflege zu verwenden sind. Hierbei lässt sich Mecklenburg-Vorpommern aus dem Grund hervorheben, da dort der Klimaschutz ausdrücklich als Ziel des Naturschutzes erwähnt wird.

Besonderheiten finden sich

- In Berlin und Brandenburg, wo die Ersatzzahlungen den Ersatzmaßnahmen unter bestimmten Voraussetzungen vorgezogen werden können, nämlich dann, wenn damit eine Aufwertung des Naturhaushalts oder des Landschaftsbildes mit gleichen Aufwendungen besser verwirklicht werden kann, und in
- Nordrhein-Westfalen und Thüringen, wo der Verursacher im Rahmen der Gesamtkompensation für den über die Eingriffsfläche hinausgehenden Teil Ersatz in Geld leisten kann, wenn die Fläche für die Kompensation größer als die für den Eingriff ist.

Konkrete Vorgaben

Konkretisierungen wurden in vielen Ländern auf unterschiedliche Weise (im Landesnaturschutzgesetz, durch Verordnung, in Verwaltungsvorschriften oder durch Verwaltungspraxis) und mit unterschiedlichen Inhalten und Schwerpunkten getroffen.

a) Konkrete Vorgaben bezüglich des räumlichen und funktionalen Zusammenhangs

In vielen Ländern ist für die Ersatzzahlungen eine räumliche Entkopplung vorgesehen.²⁶ In der Regel werden die Gelder dann für großflächige Projekte eingesetzt, wobei manche Länder hierbei privilegierte Vorhaben kennen. So sollen die Ersatzgelder beispielsweise in Hessen, Thüringen und Rheinland-Pfalz vorwiegend für Natura-2000-Gebiete oder für Schutzgebiete eingesetzt werden. Gegen eine vollständige räumliche Entkopplung bei den Ersatzzahlungen haben sich Sachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein (innerhalb der ersten beiden Jahre nach der Zahlung) entschieden. So wird in Sachsen eine kreisbezogene Verwendung angestrebt, in Brandenburg wird hierbei auf den Naturraum oder den Landkreis abgestellt und in Schleswig-Holstein und in Mecklenburg-Vorpommern soll der räumliche Zusammenhang zum Eingriff soweit wie möglich gegeben sein.

Beim funktionalen Zusammenhang gehen die Konkretisierungen grundsätzlich in die gleiche Richtung. Es soll ein funktionaler Zusammenhang soweit wie möglich bestehen, jedoch ist auch dieser hier weiter zu verstehen als bei vorrangigen Kompensationsmaßnahmen.²⁷ Eine etwas weiter gehende Konkretisierung wurde in Berlin getroffen, wo mit der Ersatzzahlung ein gleichwertiger Ersatz zur Ersatzmaßnahme geschaffen werden soll, und in Bayern, wo die Gelder vorzugsweise für Vorhaben mit Kompensationscharakter eingesetzt werden.

b) Weitere Konkretisierungen

Konkretisierungen sind auch von manchen Ländern bezüglich eines Zeitrahmens getroffen worden. So hat Bayern beispielsweise den Schwerpunkt auf die Finanzierung von Maßnahmen durch Ersatzgelder, welche

²⁶ Hamburg, Schleswig-Holstein (nach 2-Jahres-Frist), Thüringen, Baden-Württemberg, Hessen, und Rheinland-Pfalz

²⁷ Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein



langfristig angelegt sind, gelegt. Ähnliches gilt auch für Niedersachsen, wo die Aufwertung durch die Ersatzgelder mindestens solange gesichert sein muss, wie die Folgen des Eingriffs andauern. Ebenfalls Konkretisierungen mit zeitlichem Aspekt finden sich in Hessen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein. In Hessen sollen die Gelder zeitnah, in der Regel binnen 3 Jahren eingesetzt werden. In Nordrhein-Westfalen haben die unteren Naturschutzbehörden der Kreise und Städte eine fünfjährige Frist, in der sie die Gelder verwenden müssen, und nach deren Überschreitung die Gelder an die höheren Landesbehörden gehen. Eine ganz ähnliche Situation findet sich in Schleswig-Holstein, wo die unteren Naturschutzbehörden zwei Jahre Zeit haben, die Ersatzgelder einzusetzen, bis diese dann gegebenenfalls an die oberste Naturschutzbehörde weiterzuleiten sind. Bezüglich des Zeitpunktes, wann die Ersatzzahlungen zu leisten sind, geben einige Länder vor, dass die Ersatzzahlungen vor dem Eingriffsbeginn erbracht werden müssen.²⁸

Konkretisierungen anderen Inhaltes finden sich noch in Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Bremen und Sachsen, wobei in Sachsen-Anhalt die Gelder vorrangig für solche Maßnahmen einzusetzen sind, mit denen eine besonders hohe Aufwertung von Natur und Landschaft zu erreichen ist. In Niedersachsen reicht eine bloße Sicherung des Ist-Zustandes nicht aus, sondern es muss eine tatsächliche Aufwertung erfolgen. Außerdem dürfen dort die Aufwertungsmaßnahmen nicht zusätzlich durch öffentliche Mittel gefördert werden und die Maßnahmen sollten nach Möglichkeit in die Land- und Forstwirtschaft integriert werden.

In einigen Ländern wird explizit darauf hingewiesen, dass die Gelder nicht für Maßnahmen verwendet werden dürfen, für die ohnehin eine rechtliche Verpflichtung besteht und in Sachsen darf den mit Ersatzgeldern finanzierten Maßnahmen kein wirtschaftliches Interesse zu Grunde liegen (es dürfen beispielsweise keine Eintrittsgelder für aufgewertet Flächen verlangt werden).

Bemessung der Ersatzzahlungen

Die Höhe der Ersatzzahlungen orientiert sich im überwiegenden Teil der Länder am Aufwand fiktiver Ersatzmaßnahmen. Das heißt, dass sich die Ersatzzahlung daran orientieren muss, welchen monetären Wert eine Ersatzmaßnahme für die Kompensation des jeweiligen Eingriffs aufweisen würde. Wenn dies nicht feststellbar ist, richtet sich die Bemessung in der Regel nach der Dauer und Schwere des jeweiligen Eingriffs.

In Rheinland-Pfalz und Sachsen finden sich für die Bemessung bestimmte Rahmensätze. Bei Rheinland-Pfalz sei hier auch noch anzumerken, dass dort der Vorteil für den Verursacher in die Berechnung mit einfließt und dass die Summe bei wirtschaftlicher Unzumutbarkeit für den Verursacher um die Hälfte gekürzt werden kann.

Durch Verordnung wird die Höhe der Ersatzzahlung in Thüringen und in Baden-Württemberg geregelt, wobei in Thüringen auch fiktive Pflegemaßnahmen zu berücksichtigen sind. Außerdem zeichnet sich dort noch die Besonderheit ab, dass die Gelder bis zur Verwendung gewinnbringend anzulegen sind. In Niedersachsen spielt der Grund, weshalb eine Ersatzmaßnahme nicht möglich und deshalb die Zahlung eines Ersatzgeldes

²⁸ Schleswig-Holstein, Bremen, Brandenburg



erforderlich war, bei der Bemessung eine Rolle, was eine besondere Form der Bemessungsgrundlage darstellt.

Verwaltung der Ersatzzahlungen

Die Verwaltung der Ersatzzahlungen wird in einigen Ländern von teilweise auch extra dafür gegründeten Stiftungen übernommen.²⁹ Diese Stiftungen führen zum Teil auch selbst die entsprechenden Maßnahmen, die für die Verwendung der Ersatzgelder vorgesehen sind, durch.³⁰

In Baden-Württemberg fördert die Stiftung Maßnahmen zum Schutz der Natur- und Landschaftspflege und beschafft die dafür erforderlichen Mittel (Finanzierung und Beschaffung von Grundstücken) führt die Maßnahmen jedoch nicht selbst durch. Die meisten Stiftungen haben zumindest Mitspracherechte, wenn es darum geht, für welche Projekte und Maßnahmen die Ersatzgelder eingesetzt werden. In den übrigen Ländern werden die Ersatzzahlungen teils von der obersten Naturschutzbehörde selbst (den Ministerien), teils von den unteren Naturschutzbehörden oder auch von beiden, je nach Verfahren und Zuständigkeit, verwaltet.

Als Besonderheit ist hier das Sondervermögen in Hamburg zu nennen. In Hamburg wurde zum sinnvollen Einsatz der Ausgleichsabgaben ein Sondervermögen geschaffen, für welches auch ein eigenes Gesetz erlassen wurde, welches die verfahrenstechnischen Schritte im Umgang mit Ausgleichsabgaben beschreibt. Es handelt sich hier um ein nicht rechtsfähiges Sondervermögen, in welches die Ersatzzahlungen einfließen. Dieses wird von der zuständigen Behörde (in der Regel die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt) verwaltet, welche auch die Maßnahmen und Projekte durchführt, wofür sie die entstandenen Verwaltungsausgaben von dem Sondervermögen erstattet bekommt.

Entscheidung über die Verwendung der Ersatzgelder

Die Entscheidungsbefugnisse obliegen in einigen Ländern den unteren Naturschutzbehörden, welche in der Regel diesbezüglich jedoch unter der Aufsicht der obersten Naturschutzbehörde, also dem Landesministerium, stehen, beziehungsweise deren Zustimmung bedürfen.³¹ In Hessen obliegen die Entscheidungsbefugnisse zwar den Naturschutzbehörden, sind aber an vom Land beherrschte dafür zuständige Gesellschaften übertragbar. In Nordrhein-Westfalen üben die unteren Naturschutzbehörden oder gegebenenfalls die Forstbehörden die alleinige Entscheidung über die Gelderverwendung aus, während die Entscheidungsgewalt in Schleswig-Holstein sowohl den unteren als auch der obersten Naturschutzbehörde obliegen kann. In Berlin, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern kann alleine die oberste Naturschutzbehörde über die Mittelverwendung bestimmen. Den entsprechenden Stiftungen stehen die Entscheidungsbefugnisse in Sachsen, Thüringen, Baden-Württemberg und Brandenburg zu, wobei dies in Brandenburg unter der Aufsicht der obersten Naturschutzbehörde geschieht.

²⁹ Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen, Schleswig-Holstein (nach 2 jähriger Frist), Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen

³⁰ Schleswig-Holstein, Brandenburg, , Thüringen, Sachsen

³¹ Niedersachsen, Bremen, Bayern und Rheinland-Pfalz



Tabelle 4: Überblick über die Verwaltung und Entscheidungsbefugnisse der Ersatzzahlungen

Bundesländer	Verwaltung der Ersatzgelder	Entscheidung über die Verwendung der Ersatzgelder
Saarland		
Rheinland-Pfalz	Ministerium (Landeshauptkasse)	Untere Landespflegebehörden unter Aufsicht des Ministeriums (Zustimmung des Ministeriums erforderlich)
Nordrhein- Westfalen	Untere Naturschutzbehörden der Kreise bzw. kreisfreien Städte oder Forstbehörden	Untere Naturschutzbehörden der Kreise bzw. kreisfreien Städte oder Forstbehörden, nach 5-Jahresfrist höhere Landschaftsbehörde
Hessen	Naturschutzbehörden des Landes	Naturschutzbehörden (aber übertragbar an dafür zuständige vom Land beherrschte Gesellschaften)
Baden- Württemberg	Stiftung Naturschutzfond mit Sitz bei der obersten Naturschutzbehörde	Stiftung Naturschutzfond
Bayern	Bayrischer Naturschutzfond	Untere Naturschutzbehörden unter Aufsicht der oberen Naturschutzbehörden
Thüringen	Stiftung Naturschutz Thüringen	Stiftung Naturschutz Thüringen
Schleswig- Holstein	Untere oder oberste (je nach Verfahren) Naturschutzbehörden, nach 2-jähriger Frist Stiftung für Naturschutz	Untere bzw. oberste Naturschutzbehörden, nach 2-Jahres Frist oberste Naturschutzbehörde in Kooperation mit Stiftung für Naturschutz
Mecklenburg- Vorpommern	Stiftung Umwelt- und Naturschutz Mecklenburg-Vorpommern	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz in Zusammenarbeit mit dem Vergabebeirat
Bremen	Untere Naturschutzbehörden	Untere Naturschutzbehörden mit Zustimmung oberster Naturschutzbehörde
Berlin	Oberste Naturschutzbehörde (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umwelt und Naturschutz)	Oberste Naturschutzbehörde (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umwelt und Naturschutz)
Hamburg	I. d. R. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt	I. d. R. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
Brandenburg	Stiftung Naturschutzfonds Brandenburg	Stiftung Naturschutzfonds Brandenburg unter Aufsicht oberste Naturschutzbehörde
Sachsen-Anhalt	Oberste Naturschutzbehörde (Landesverwaltungsamt)	Oberste Naturschutzbehörde (Landesverwaltungsamt)
Niedersachsen	Untere Naturschutzbehörden	Untere Naturschutzbehörden unter Aufsicht oberer Naturschutzbehörde
Sachsen	Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt	Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt

2.6.2.4 Naturschutzrechtliches Ökokonto

Bis auf Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen haben alle Länder Regelungen zum naturschutzrechtlichen Ökokonto in ihren Landesgesetzen verankert. Obwohl sich keine gesetzlich ausdrücklichen Regelungen in diesen beiden Ländern finden, ist das Ökokonto dennoch bereits etabliert.



Allgemeine Vorgaben zum naturschutzrechtlichen Ökokonto

Durch das naturschutzrechtliche Ökokonto ist es in allen Ländern möglich, Maßnahmen zugunsten von Natur und Landschaft bereits im Vorfeld durchzuführen und sich diese dann gegebenenfalls bei einem Eingriff als Kompensationsmaßnahmen anrechnen zu lassen. Bei der Frage, ob diese Maßnahmen dann letztlich als Ausgleichs und Ersatzmaßnahmen (also Kompensationsmaßnahmen generell) oder nur als Ersatzmaßnahme anrechenbar sind, gehen die Regelungen der einzelnen Länder auseinander. Der überwiegende Teil lässt jedoch eine Anrechenbarkeit als Kompensationsmaßnahmen generell zu. 32 In Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen hingegen ist ausdrücklich festgelegt, dass im Vorfeld durchgeführte Maßnahmen nur als Ersatzmaßnahmen anerkannt werden.

Konkretisierungen zum naturschutzrechtlichen Ökokonto

In vielen Ländern stellt das Durchführen der Maßnahme ohne rechtliche Verpflichtung eine grundlegende Voraussetzung dar. 33 Es gibt dort also einen Ausschlusstatbestand für die Einbuchung in das Ökokonto bzw. die Anerkennung der Maßnahme. Ebenfalls von einigen Ländern gefordert wird eine Dauerhaftigkeit der positiven Auswirkungen auf Natur und Landschaft durch die vorgenommenen Maßnahmen³⁴ und eine wesentliche beziehungsweise nicht unerhebliche positive Auswirkung oder Verbesserung des Ausgangszustands.³⁵ Um solche vorzeitigen Maßnahmen überhaupt durchführen und diese dann in ein Ökokonto verbuchen zu können, setzen viele Länder die Zustimmung oder zumindest die Abstimmung mit der unteren Naturschutzbehörden oder des jeweiligen Landesamtes voraus.³⁶ In Niedersachsen muss der Vorhabensträger die Aufwertung dokumentieren und die untere Naturschutzbehörde davon unterrichten, in Thüringen wird zusätzlich die Abstimmung mit der obersten Naturschutzbehörde verlangt, in Hessen wird ausdrücklich darauf verwiesen, dass die Zustimmung schriftlich erfolgen muss, und in Baden-Württemberg müssen vor einer möglichen Anrechnung die positiven Auswirkungen der Maßnahme von der den Eingriff genehmigenden Behörde festgestellt werden.

Ein weiteres Ausschlussmerkmal für eine Ökokontoeinbuchung stellt in einigen Ländern die Tatsache dar. dass die Maßnahmen durch öffentliche Mittel gefördert wurden oder einer anderen Verwertungsabsicht unterlagen.³⁷ Das Saarland, Rheinland-Pfalz und Sachsen haben sich hierbei darauf beschränkt, die Maßnahmen in solchen Fällen nur zu dem Teil anzuerkennen, der nicht gefördert wurde. Eine auch relativ verbreitete Voraussetzung gestaltet sich dahingehend, dass die Maßnahmen der Landschaftsplanung nicht entgegenstehen dürfen.38

³² Saarland, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden- Württemberg, Bayern, Hamburg, Berlin, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen

³³ Saarland, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Schleswig-Holstein, Berlin, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Sachsen

³⁴ Saarland, Nordrhein-Westfalen, Berlin, Sachsen, Hessen

³⁵ Saarland, Hamburg

³⁶ Saarland, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen, Hamburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen

³⁷ Hessen, Schleswig-Holstein

³⁸ Saarland, Nordrhein-Westfalen, Berlin, Hamburg, Brandenburg



Zu den Anforderungen an einen räumlich-funktionalen Zusammenhang liegen in den wenigsten Ländern konkrete Angaben vor. Hier lässt sich jedoch Rheinland-Pfalz nennen, wo ein räumlich funktionaler Zusammenhang weiter bestehen bleiben soll, Baden-Württemberg, wo ein fachlicher Bezug zwischen Eingriff und Maßnahme angestrebt werden soll, Niedersachsen, wo die Maßnahmen die Anforderungen an Ersatzmaßnahmen erfüllen müssen, und Thüringen, wo die Möglichkeit der räumlichen Entkopplung spezifisch erwähnt wurde.

Die Handelbarkeit der Anrechnungsansprüche oder gegebenenfalls der Ökopunkte oder zumindest die generelle Übertragbarkeit an Dritte ist in Sachsen-Anhalt, Hamburg, Berlin, Schleswig-Holstein, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz ausdrücklich gestattet. Hiermit soll diese Möglichkeit in den nicht aufgeführten Ländern dadurch nicht ausgeschlossen werden, da eine Übertragung generell möglich ist, zumal dies den Zielen und Zwecken des Ökokontos entspräche. Ähnlichkeiten bei den konkretisierten Voraussetzungen weisen noch Baden-Württemberg, Berlin und Brandenburg auf, indem sie eine tatsächliche und rechtliche Sicherung der Grundstücke auf denen die Maßnahmen erfolgen sollen voraussetzen, beziehungsweise eine entsprechende Sicherung der günstigen Auswirkungen auf den Naturschutz verlangen. Eine Dokumentation des Ausgangszustands der geplanten Fläche muss in Bayern und Brandenburg zusätzlich vorliegen und eine zeitliche Zuordnungsfrist der Maßnahmen zum Eingriff wurde in Niedersachsen und Rheinland-Pfalz entwickelt.

Besonderheiten

Besonderheiten lassen sich im Saarland und in Thüringen dahingehend finden, dass dort die Einrichtung eines Ökokontos auch durch Private erfolgen kann, wobei die Gesamtheit der Ökokonten im Saarland allerdings vom dafür zuständigen Landesamt verwaltet wird. Das Saarland weist weiterhin die Besonderheit auf, dass dort die landwirtschaftlichen Interessen eine besondere Berücksichtigung finden und dies auch durch die Anhörung der Landwirtschaftskammer zum Ausdruck gebracht wird. Eine weitere Besonderheit zeichnet sich dort außerdem noch durch die Existenz der gemeinnützigen Ökokontoflächenmanagement GmbH aus, die (neben noch weiteren Agenturen und Kommunen, die ebenfalls nach diesem System vorgehen) Maßnahmen durchführt, vorfinanziert und die dafür erhaltenen Ökopunkte zum Verkauf anbietet. Ähnliche Einrichtungen existieren in Schleswig-Holstein, wo die Stiftung Naturschutz Kompensationsflächen beschafft, Maßnahmen gegebenenfalls durchführt, oder dies an Dritte überträgt. In Bremen gibt es die Hanseatische Naturentwicklung GmbH, die operative Aufgaben im Zusammenhang mit der Flächen und Maßnahmenbevorratung übernimmt, und in Brandenburg lässt sich die Flächenagentur GmbH nennen, welche die Flächenvermittlung und Sicherung übernimmt und Dauerpflegeleistungen und die Durchführung vorgezogener Maßnahmen verwaltet.

Verwaltung der naturschutzrechtlichen Ökokonten

Die Verwaltung der Ökokonten wird in den Ländern sehr unterschiedlich gehandhabt. Hierbei ist zum einen anzumerken, dass manche Länder ein Flächen- und Maßnahmenkataster führen³⁹, und andere ein reines

³⁹ Hessen, Bremen, Hamburg



Flächenkataster⁴⁰. In einigen Ländern wird auch der Begriff Ökokontokataster verwendet, was aber sinngemäß dem Flächen und Maßnahmenkataster nahe kommen dürfte. 41 Die Verwaltung des Ökokontos obliegt häufig den Naturschutzbehörden. 42 Im Saarland ist hierfür das Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz zuständig, in Rheinland-Pfalz führen die Landespflegebehörden das Ökokonto und das Ökokontokataster, in Bayern ist das Landesamt für Umwelt zuständig, und in Brandenburg erfolgt die Verwaltung durch die Flächenagentur GmbH. Besonders hervorheben lässt sich hierbei das Land Thüringen, da dort die Einrichtung und Verwaltung des Ökokontos durch die Städte und Gemeinden, durch staatliche Verwaltungen, durch die Stiftung für Naturschutz, durch extra beauftragte Flächenpoolmanager und auch durch private Flächeneigentümer erfolgen kann.

2.6.2.5 Das baurechtliche Ökokonto

Das baurechtliche Ökokonto weist aus dem Grund schon keinerlei rechtliche Besonderheiten in den einzelnen Ländern auf, da sich die Regelungen hierüber im Baugesetzbuch befinden, welches kein Rahmenrecht darstellt und somit von den Ländern nicht auszufüllen ist. Somit sind also in allen Ländern ausschließlich die gesetzlichen Regelungen des Baugesetzbuches anzuwenden. Die Verwaltung des baurechtlichen Ökokontos ist grundsätzlich von den Städten und Gemeinden vorzunehmen.

2.6.3 Ausblick Recht

2.6.3.1 Föderalismusreform 2006

Das Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes vom 28.8.2006⁴³ hat die Gesetzgebungszuständigkeiten u.a. auf dem Gebiet des Umweltrechts grundlegend umgestaltet. So wurde im Zuge dieser Föderalismusreform 2006 beispielsweise die Rahmengesetzgebung des Art. 75 GG, zu der auch der Naturschutz und die Landschaftspflege zählte, aufgehoben. Die Kategorie der Rahmengesetzgebung mit der Notwendigkeit von zwei nacheinander geschalteten Gesetzgebungszuständigkeiten auf der Ebene des Bundes auf der einen und der der Länder auf der anderen Seite habe sich – so die Gesetzesbegründung – insbesondere bei der Umsetzung europäischen Rechts als ineffektiv erwiesen und stehe dem Vorhaben eines Umweltgesetzbuches im Wege⁴⁴. Deswegen wurde Art. 75 GG abgeschafft und die bislang der Rahmengesetzgebung zugehörigen Materien wurden zwischen Bund und Ländern aufgeteilt, wobei der Naturschutz und die Landschaftspflege in die konkurrierende Gesetzgebung des Art. 74 GG überführt wurde (Art. 74 Abs. 1 Nr. 29 GG). Im Bereich der konkurrierenden Gesetzgebung haben die Länder die Befugnis zur Gesetzgebung nur, solange und soweit der Bund von seiner Gesetzgebungszuständigkeit keinen Gebrauch macht, Art. 72 Abs. 1 GG. D.h., während früher die Länder auf dem Gebiet des Naturschutzes und

⁴⁰ Schleswig-Holstein, Bayern

⁴¹ Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt (hier Ökokonto im Naturschutzverzeichnis)

⁴² Hessen, Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein, Bremen, Berlin, Sachsen-Anhalt

⁴³ BGBI. S. 2034.

⁴⁴ BT-Drs. 16/813, S. 8.



der Landschaftspflege die Befugnis hatten, die rahmenrechtlichen Vorgaben des Bundes (die sich im BNatSchG fanden) durch den Erlass von Landesgesetzen (etwa in Landesnaturschutzgesetzen) auszufüllen, dürfen sie künftig auf diesen Gebieten nur noch Regelungen erlassen, solange und soweit der Bund von seiner Gesetzgebungszuständigkeit keinen Gebrauch macht. Der Bund hat dadurch also die Befugnis zur Vollregelung erhalten. Da der Bund beabsichtigt, in einem Umweltgesetzbuch auch den Naturschutz und die Landschaftspflege zu regeln, hat das grundsätzlich eine Gesetzgebungssperre für die Länder zur Folge.

Allerdings hat der verfassungsändernde Gesetzgeber im Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes vom 28.8.2006 vorgesehen, dass die Länder abweichende Regelungen erlassen dürfen, wenn der Bund von seiner Gesetzgebungszuständigkeit Gebrauch gemacht hat, Art. 72 Abs. 3 GG. Dazu zählt auch der Naturschutz und die Landschaftspflege, Art. 72 Abs. 3 S. 1 Nr. 2 GG. Damit sollte der durch die Überführung der bislang der Rahmengesetzgebung unterfallenden Materien in die konkurrierende Gesetzgebungszuständigkeit verbundene Kompetenzverlust der Länder ausgeglichen werden. Um den Ländern die Möglichkeit zu eröffnen, von dieser Abweichungsgesetzgebungskompetenz Gebrauch machen zu können, treten Bundesgesetze frühestens sechs Monate nach ihrer Verkündung in Kraft. Will der Bund nicht so lange zuwarten und ein Gesetz, von dem die Länder abweichen dürfen, früher in Kraft setzen, bedarf das Bundesgesetz der Zustimmung des Bundesrates, Art. 72 Abs. 3 S. 2 GG.

Allerdings – und das ist für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung von Belang – dürfen die Länder von bestimmten bundesrechtlichen Regelungen nicht abweichen. Zu diesen sog, abweichungsfesten Kernen zählen, nimmt man den Naturschutz und die Landschaftspflege in den Blick,

die allgemeinen Grundsätze des Naturschutzes.

das Recht des Artenschutzes und

der Meeresnaturschutz.

Das würde bedeuten, dass die Länder von den bundesrechtlichen Vorgaben der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung nicht abweichen dürften, wenn man sie zu den allgemeinen Grundsätzen des Naturschutzes zählen wollte. In der Gesetzesbegründung, die sich insofern auf die Koalitionsvereinbarung stützt, wird allerdings die Eingriffsregelung nicht als Beispiel für einen Grundsatz, von dem nicht abgewichen werden dürfte, erwähnt45. In der Literatur finden sich Stimmen, die die "allgemeinen Regelungsvorgaben ... für Eingriffe in Natur und Landschaft (vgl. §§ 18 ff. BNatSchG)"46 zu den allgemeinen Grundsätzen des Naturschutzes und damit zu den abweichungsfesten Kernen zählen⁴⁷. Die Bundesregierung neigt ebenfalls dieser Auffassung zu⁴⁸. Das würde bedeuten, dass die Länder insoweit von verbindlichen und

⁴⁵ BT-Drs. 16/813, S. 11.

⁴⁶ Kotulla. Umweltschutzgesetzgebungskompetenzen und Föderalismusreform, NVwZ 2007, 489 (493).

⁴⁷ Ebenso mit eingehender Begründung Fischer-Hüftle, Zur Gesetzgebungskompetenz auf dem Gebiet "Naturschutz und Landschaftspflege" nach der Föderalismusreform, NuR 2007, 78 (83). Schulze-Fielitz, Umweltschutz im Föderalismus – Europa, Bund und Länder, NVwZ 2007, 249 (256). Offen: Stellungnahme des SRU "Der Umweltschutz in der Föderalismusreform" im Gesetzgebungsverfahren vom Februar 2006, Rn. 29.

⁴⁸ Vgl. etwa die Antwort der Bundesregierung auf eine Kleine Anfrage, BT-Drs. 16/767, S. 5 f., worauf Koch/Krohn, Umwelt in schlechter Verfassung? – Der Umweltschutz nach der Föderalismusreform, NuR 2006, 673 (678 mit FN 53), und Fischer-Hüftle, a.a.O., verweisen.



abschließenden bundesrechtlichen Vorgaben nicht abweichen dürften. Allerdings bleibt es dem Bund unbenommen, die Länder ausdrücklich dazu zu ermächtigen, ergänzende Regelungen zu bestimmten Fragen im Zusammenhang mit der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung erlassen zu dürfen.

2.6.3.2 Umweltgesetzbuch

Derzeit wird an einem Entwurf für ein Umweltgesetzbuch gearbeitet. Gegenstand wird auch das Naturschutzrecht sein. Ein erster Entwurf wurde nicht vor dem Herbst 2007 in Aussicht gestellt. Erste Überlegungen der Bundesregierung, die – in sehr allgemein gehaltener Form – die Eingriffsregelung betreffen, zielen darauf ab, die Eingriffsregelung effizienter und flexibler gestalten zu wollen. Gedacht ist dabei u.a. an die Möglichkeiten, die Ökokonten bzw. Flächenpools bieten⁴⁹. Dem Vernehmen nach ist beabsichtigt, die bundesrechtlichen Vorgaben der Eingriffsregelung weitgehend unverändert zu lassen. Sie sollen um bisher im Landesrecht geregelte Bereiche wie etwa die Sicherung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, die Frage der vorgezogenen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Stichwort: Ökokonto und Flächenpools) und um die bislang nur im Landesrecht vorgesehenen Ausgleichs- bzw. Ersatzgeldzahlungen erweitert werden.

⁴⁹ http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/kodifikation_naturschutzrecht_flasbarth.pdf, besucht am 31.7.2007.



2.7 **Angewandter Naturschutz**

ELKE verfolgt das Ziel, das Zusammenwirken auf der praktischen regionalen Ebene des Organismus Kulturlandschaft umsetzungsbezogen zu intensivieren (siehe Kapitel 1.4). Daher ist der angewandte, in der Fläche arbeitende Naturschutz Partner in ELKE. Das können Landschaftspflegeverbände, Biologische Stationen, Biotopbetreuer, praktisch wirkende Naturschutzgruppen der Naturschutzverbände, Jagdverbände oder lokale Arbeitsgruppen sein. Entscheidend sind die lokalen Kenntnisse in und über die Landschaft.

2.7.1 Bewertungssysteme, Konventionen und wissenschaftliche Grundlagen

Eine Grundlage für die praktische Arbeit im Naturschutz bildet die Zusammenarbeit mit den Unteren Naturschutzbehörden (als Träger der Landschaftsplanung und der Eingriffsregelung) und den Praktikern im Landbau und der Forstwirtschaft.

Das hier betrachtete Kompensationsintrumentarium der Eingriffsregelung basiert i.d.R. auf einer Vielzahl unterschiedlicher und in den Bundesländern uneinheitlich anerkannter Bewertungsverfahren (siehe Kapitel 2.6.2.2). Darauf soll an dieser Stelle nicht vertiefend eingegegangen werden, denn das obliegt der Ausgestaltung der konkreten Modellprojekte in der Phase II.

Die Bewertungsverfahren basieren vereinfachend zusammengefasst auf verfügbaren wissenschaftlichen Grundlagen aus der Feldökologie und aus der aktuellen Praxis abgeleiteten Konventionen, als Resultat von Abstimmungsprozessen verschiedener Ressorts nebst den dazugehörigen Fachbehörden und Akteursgruppen aus der Kulturlandschaft. ELKE setzt zum einen an der wissenschaftlichen Grundlagenerhebung und zum anderen in der realen Praxis einzelner Modellregionen (siehe nachfolgendes Kapitel 3.1.1) in Deutschland an. Ziel ist die eindeutige wissenschaftliche Beweisführung basierend auf den neuesten Standards (anhand einer bis heute nicht vorliegenden wissenschaftlichen Grundlagenerhebung) verbunden mit einer dann erprobten praktischen Vorgehensweise in unterschiedlichen Regionen mit unterschiedlichen Alleinstellungsmerkmalen für Deutschland. Ein innovativer neuer Ansatz in Deutschland wie Europa.

Mit den Ergebnissen aus der Phase II sollen die länderspezifischen Bewertungsmodelle (siehe auch nachfolgendes Kapitel 2.7.2) überprüft, in Folge angepasst und erweitert werden. Denn derartige Systeme werden, basierend auf Konventionen der Akteure in den Ländern, regelmäßig an den neusten Stand der Erkenntnisse angepasst.

Grundsätzlich muss auch an dieser Stelle erwähnt werden, dass ELKE neue Instrumente bereit stellen soll ohne bewährte in Frage zu stellen. Es geht um die effektive und kreative Kombination und den im Ergebnis sinnvollen Einsatz in der Kulturlandschaft, nicht um Konkurrenz (siehe auch Kapitel 1). Selbstverständlich gibt es eine breite Liste an ungeeigneten Standorten für Kulturen von ELKE, die bei dem hier verfolgten Ansatz aber nicht näher verfolgt werden, da grundsätzlich eine Aufwertungsfähigkeit⁵⁰ gegeben sein muss.

⁵⁰ Dabei qilt qrundsätzlich, dass umso mehr Naturschutz auf Ebene des Feldschlages umgesetzt werden kann, je mehr Diversität und Randlinieneffekte eine Kombination von Kulturen in einer Landnutzungsstrategie ermöglicht. Die Ausstattung der betrachteten Landschaft bestimmt dabei das Maß für



Das bedeutet, dass ELKE nicht im Flächenbestand des Naturschutzes eingesetzt wird, sondern bei der Etablierung neuer Flächen.

2.7.2 Naturschutz und Landwirtschaft

Erste Ansätze am Beispiel von Nordrhein-Westfalen (stellvertrend für viele Praxisbeispiele in Deutschland) zeigen die zunehmende Bedeutung der Landwirtschaft als Partner für die Umsetzung von Ausgleichs- & Ersatzmaßnahmen auf lokaler wie regionaler Ebene, so setzt

- die Stadt Dortmund auf die Landwirtschaft als Partner ihres Ökokontos (INSTITUT FÜR REGIONALMANAGEMENT, 2005)
- das Land NRW erwähnt in seinem Landschaftsgesetz (LANDESREGIERUNG NRW, 2007) in § 4a Absatz 4 " ... Maßnahmen einer naturverträglichen Bodennutzung ... auf wechselnden Flächen ... "51 ausdrücklich als mögliche Kompensationsmaßnahme und
- die Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NORDRHEIN-WESTFALEN - LÖBF NRW⁵² (BIEDERMANN ET AL., 2006, S. 8) bewertet ausdrücklich Maßnahmenkombinationen zur Extensivierung von Acker (flächig bzw. streifig) für die Bauleitplanung in NRW.

Nutzt man das gerade erwähnte Bewertungssystem aus NRW und betrachtet anhand der dort beschriebenen Leistungmerkmale die in ELKE verfolgten Kulturen, so stellt man fest, dass grundsätzlich eine Aufwertung intensiv geführter konventioneller Äcker durch extensive Kulturen als Teil einer Landnutzungsstrategie möglich ist.

Ein einfaches Rechenbeispiel für NRW nach dem Numerischen Bewertungssystem für die Eingriffsregelung nach BauGB (BIEDERMANN ET AL., 2006):

Ausgangslage (A):

3.1 Acker, intensiv, Wildkrautarten weitgehend fehlend, 2 Wertpunkte (WP)

Prognosewert (P), Wert nach 30 Jahren:

KUP (auch als Mischungspartner in einem Agroforstsystem) nach 6.3 Feldgehölz, lebensraumtypische Gehölzanteile 70 - 90 %, 5 WP

oder nach 7.2 Gehölzstreifen, Gebüsch mit lebensraumtypischen Gehölzanteilen > 50 %, 5 WP

die Qualität dieses Naturschutzes. Diese Aussage zum praktischen Naturschutz bestimmt daher auch die mögliche lokale und regionale Nachfrage. Daher sind pauschale Aussagen ohne Bezugsgrößen aus dem betrachteten Raum wenig hilfreich.

⁵¹ LG NRW, § 4a Absatz 4: "Zur Kompensation der Beeinträchtigungen des Naturhaushalts kommen auch Pflegemaßnahmen und Maßnahmen einer naturverträglichen Bodennutzung in Betracht, die der dauerhaften Verbesserung des Biotop- und Artenschutzes dienen sowie Maßnahmen auf wechselnden Flächen, wenn deren Dauerhaftigkeit durch Vertrag des Verursachers mit einem geeigneten Maßnahmenträger gewährleistet ist."

⁵² Heute Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV)



Baumreihen in der Kultur (als Mischungspartner in einem Agroforstsystem) nach 7.4 Baumreihe lebensraumtypische Gehölze 50 %, 5 WP (klassisches Agroforstsystem Obstwiese erhält im Vergleich 6 WP)

in Kombination mit Zielbiotoptyp (S. 8) Artenschutzacker Fauna, extensiv, keine PSM & Düngung, 5 WP Maßnahme kann auf einem Schlag rotieren

Miscanthus oder Switchgras als Zielbiotoptyp (S. 8) Artenschutzacker Fauna, extensiv, keine PSM & Düngung, 5 WP

Weitere Kulturen sind hier ebenfalls geeignet (vgl. Kapitel 2.2.4).

Im Ergebnis kann eine Optimierung der Ausgangslage von 2 WP zum Prognosewert (4 -) 5 WP angenommen werden, also rund eine mögliche naturschutzfachliche Wertverdoppelung des Ackers.



Vorbereitung praktische Phase II 3

Aktuelle Gutachten und Publikationen bieten eine Vielzahl von Szenarien, die auf ihre Auswirkungen auf Natur und Landschaft und den effektiven Klimaschutz untersucht bzw. modelliert wurden. Daraus abgeleitet wurden eine Vielzahl von Anforderungen und möglichen Leitlinien für den Biomasseanbau formuliert. Manche Einschätzungen und Forderungen sind grundsätzlich gleich, in Teilen ähnlich bzw. miteinander kombinierbar (z.B. WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT AGRARPOLITIK BEIM BMELV, 2007; SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN, 2007; PÖLKING ET AL., 2006; ARTNER ET AL., 2006; UCKERT ET AL., 2007; DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE E.V. & NATURSCHUTZBUND, 2007). Dies soll hier weder weiter bearbeitet, kommentiert noch um zusätzliche Feststellungen erweitert werden. Denn ELKE ist ein praxisbasiertes Projekt, welches reale Landnutzungsstrategien in der Kulturlandschaft (als Organismus verstanden) erarbeitet, erprobt und wissenschaftlich erforscht – es bietet im Ergebnis wissenschaftlich fundierte Aussagen und deren praxiserprobte Umsetzung in den Modellprojekten zur Entscheidungsfindung an.

Daher sind in diesem Kontext die modellierten, theorethischen Szenarien insoweit von Interesse, wie es vergleichbare Annahmen bei der Auswirkung auf Natur und Landschaft in Bezug zu ELKE gibt, die aber auf anderen Instrumentarien basieren. PÖLKING ET AL. (2006) formulieren drei Grundszenarien, die auf die Ausgestaltung des Instrumentes EEG beruhen, welches aktuell durch den Einsatz von volkswirtschaftlichen Ressourcen (vgl. Kapitel 1.4) erhebliche Veränderungen in der Landschaft auslöst (vgl. Kapitel 2.2.1.1).

Nachfolgend werden diese drei Szenarien kurz vorgestellt und deren Auswirkungen auf Natur und Landschaft wieder gegeben (PÖLKING ET AL., 2006, S. 123 ff.):

" ... Im Folgenden sollen schlaglichtartig drei Grundszenarien vorgestellt werden, wie eine zukünftige Entwicklung des landwirtschaftlichen Bioenergiesektors aussehen kann:

Eine weitere, stets nachjustierte Förderung des Bioenergiesektors

Kennzeichnend für dieses Szenario ist die Konkurrenzfähigkeit von nachwachsenden Rohstoffen gegenüber konkurrierender Flächennutzung. Dieses führt zu einem stetigen Wachstum des Sektors mit gleich bleibend hohen Renditen für die Betriebe.

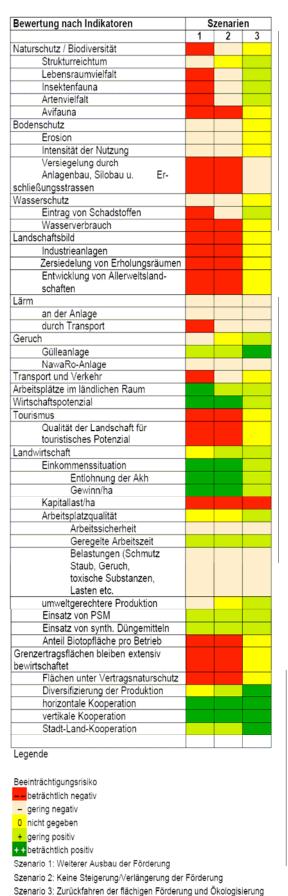
Eine Fortführung, jedoch nicht Steigerung oder Verlängerung des jetzigen Status – quo

Kennzeichnend für dieses Szenario ist die stetige Abnahme des landwirtschaftlichen Bioenergiebooms, da zukünftige Anlagen aufgrund eines enger werdenden Substratmarktes und verringerter Dauer der Preisgarantien durch das EEG weniger rentabel sein werden.

Ein Zurückfahren der Förderung und Einbeziehung ökologischer Aspekte

Kennzeichnend für dieses Szenario ist eine verstärkte Steuerung der Entwicklung durch Berücksichtigung von ökologischen Aspekten über gestaffelte Vergütungssätze, die die Standortangepasstheit der Anbaukulturen, Transportentfernungen, Düngebilanzen und Höchstgrenzen einzelner Kulturen in Regionen berücksichtigen.

Für die drei oben skizzierten Szenarien sollen nachfolgend für verschiedene Aspekte die Auswirkungen abgeschätzt werden.



An den Farbmarkierungen in der Tabelle ist deutlich zu erkennen, dass die Szenarien mit beträchtlich unterschiedlichen Folgen für die verschiedenen Indikatoren verbunden sind. Zwar ist insbesondere der Bereich Wertschöpfung und Einkommen für landwirtschaftliche Betriebe bei der weiteren verstärkten Förderung des landwirtschaftlichen Bioenergiesektors positiver. Die Auswirkungen auf Natur und Landschaft und ebenfalls auf andere Wirtschaftsbereiche in Regionen (Bspw. Tourismus) sind jedoch deutlich negativer zu bilanzieren.

Lediglich im Szenarium 3 mit einer starken Ausrichtung auf den landschafts- und naturschutzgerechten Anbau von Energiepflanzen werden die meisten Indikatoren keine oder nur eine geringe Belastung ausweisen (vgl. Tabelle). Die Gestaltung der Vergütung wird den Bonus für nachwachsende Rohstoffe in einen Bonus für einen nachhaltigen Anbau nachwachsender Rohstoffe umdeklarieren, ebenso wie den Bonus für innovative Technologien. Die Begriffsbestimmung ,nachhaltig' ist in einem Kriterienkatalog genau zu fassen. Hierzu könnten folgende Kriterien der Guten Fachlichen Praxis des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zu Hilfe genommen werden:

- Qualifizierter Flächennachweis für Anbau und Verbleib der Gärstoffe in einem Umkreis von 5 km zur Anlage.
 - Keine Umwandlung von Grünland in Ackerland
- Keine Intensivierung der Nutzung auf Stilllegungsflächen

Abbildung 9: Förderszenarien für unterschiedliche Indikatoren (PÖLKING ET AL., 2006, S. 125)



- Fruchtfolgeanteil einer Kultur innerhalb eines Betriebes nicht größer als 25 %
- Erstellung ausgeglichener Düngebilanzen, keine Nährstoffüberhänge
- Beschickung der Anlage mit mindestens drei verschiedenen Substratarten
- Begrenzung der Schlaggrößen auf 5 ha ... "

Im Vergleich zu den angenommenen Auswirkungen in den Modellprojekten in ELKE muss man feststellen, dass hier eine Nähe durchaus erkennbar ist. Daher kann und soll im Sinne eines Querdenkens ELKE auch Erkenntnisse für die Ausgestaltung von bedeutenden Rahmenbedingungen, wie hier dem EEG, liefern bzw. Überlegungen zulassen, wie Werkzeuge (/Instrumente) in der Kulturlandschaft aufeinander abgestimmt und zielführend miteinander kombiniert werden können (vgl. Abbildung 1).

Der Bezug von ELKE zur Raumplanung wird durch die Visionen in ARTNER ET AL. (2005) deutlich. Auch hier kann und soll ELKE Anstöße und Erkenntnisse für eine Praxiserweiterung der Raumplanung liefern (vgl. auch UCKERT ET AL., 2007).



3.1 Praktische Modellentwicklung

3.1.1 Geeignete Regionen

Von August 2007 bis zum 24. Januar 2008 wurden mögliche innovative Projektpartner und lokale Netzwerkorganisatoren identifiziert, in intensiven Arbeitsgesprächen vor Ort eine grundsätzliche Machbarkeit besprochen und ein umfassender Informationsaustausch durchgeführt, der im Detail teilweise schon konkrete Beratungsleistungen beinhaltete. Die nachfolgenden Projektpartner sind an einer Zusammenarbeit in der geplanten ELKE-Findungsphase II/a interessiert und ohne Gewichtung alphabetisch gelistet:

Bayern

Eine Besonderheit in Bayern ist das unabhängig von einem möglichen Modellstandort geäußerte große Interesse an ELKE, welches von verschiedenen Institutionen mitgeteilt wurde und zum Teil durch Fachvorträge (z.B. IG Mischfruchtanbau 12/2007) vor Ort schon informell bedient wurde:

- Bundesland Bayern, Umweltministerium
- Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe
- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Sachgebiet Landschaftspflege
- Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL)
- TU München Weihenstephan, Prof. Dr. Kurt Hülsbergen
- IG Mischfruchtanbau

1. Landkreis Freising

Alleinstellungsmerkmale: Hoher Flächenverbrauch durch den Flughafen München (wird als ein lokaler Partner integriert) und unmittelbare Randlage zu München. Innovative Vernetzung wertvoller Naturschutzflächen und alter Kulturlandschaften mit nutzungsorientiertem Landbau: Isarauen (Münchner Schotterebene neben Dietersheimer Brenne), Tertiäres Hügelland, Ampertal.

Lokaler Netzwerkpartner:

Landschaftspflegeverband Freising, Landshuter Straße 31, 85356 Freising, Tel.: 08161/600 – 426, Fax: 08161 / 600 - 693, Email: matthias.maino@lra-fs.bayern.de

Geschäftsführer Dipl.-Ing. (FH) Mathias Maino

2. Umland Stadt Würzburg – Stadt-Land-Partnerschaften

Alleinstellungsmerkmale: Weiterentwicklung von möglichen Kulturen aus dem Bereich Gartenbau, anderer Veredelungsschienen, wie z.B. Färber- und Heilkräuter, und der freien Landschaft in Richtung Biomasse für stoffliche oder energetische Verwertung. Mittels einzelner Gemeinden – wie z.B. Kürnach – im direkten



Umland der Stadt Würzburg, sollen stufenweise gemeindeübergreifende Landnutzungsstrategien erarbeitet werden, die im Ergebnis zu einer Stadt-Land-Partnerschaft führen.

Lokaler Netzwerkpartner:

Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Sachgebiet Landschaftspflege, An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim, Tel.: (0)931/9801-428, Fax: (0)931/9801-400, E-Mail: werner.kuhn@lwg.bayern.de Landwirtschafts- und Gärtnermeister Werner Kuhn

Brandenburg/Berlin

3. Arbeitsgemeinschaft Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen Berliner Flughafen (Airport BBI)

Alleinstellungsmerkmale: In Umsetzung befindliche komplexe Ausgleichsmaßnahme für den BBI, die im Gebiet der Zülowniederung mit ca. 2.500 ha Gesamtfläche Naturschutzmaßnahmen mit einem Umfang von rund 700 ha vorsieht. Das aktuell größte Freiraumlabor im angewandten Naturschutz, in dem in Zusammenarbeit mit zwei großen landwirtschaftlichen Betrieben die Maßnahmenumsetzung wie auch eine Veredelung der Biomasse in Biogasanlagen vorgesehen ist.

Lokaler Netzwerkpartner:

Landschaftspflegeverein Mittelbrandenburg, Erlenweg 1, 15834 Rangsdorf, Tel.: 033708/20431, Fax: 033708/20433, NuT-Brandenburg@t-online.de

Stellvertr. Vorsitzender: Reinhard Baier

4. Stadt Cottbus

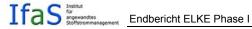
Alleinstellungsmerkmale: Im direkten Umfeld der Stadt Cottbus liegt ein Tagebau, der durch die Fa. Vattenfall betrieben wird. Hier soll mit einer Landnutzungsstrategie das Thema Naherholung und Stadteingrünung umgesetzt werden. Im Innenbereich der Stadt liegen verschiedene zurück gebaute Siedlungsflächen brach, die im Zuge der Stadtentwicklungsplanung mittelfristig nicht mehr zur Bebauung vorgesehen sind. In Verbindung mit dem Abbaugebiet können hier neue Strategien der Ein- bzw.-Durchgrünung mit nachgelagerter Veredelungsstufe in z.B. kommunalen Liegenschaften umgesetzt werden.

Da es sich nur in Teilen um langfristige Maßnahmen handelt ist eine direkte Platzierung in ELKE zu überdenken. Gleichwohl wird hier ein praktisches Themenfeld geöffnet, welches in weiten Teilen Deutschlands von besonderer Aktualität ist und zu dem es bis heute keine befriedigenden Lösungsvorschläge gibt, die wirtschaftlich tragfähig sind.

Lokaler Netzwerkpartner:

Landschaftspflegeverband Spree-Neiße e.V., Wohnparkstraße 14, 03055 Cottbus, Tel.: 03543/64167, Funk: 0171/7410225, Fax: 0355/8625321, E-Mail: lpv@abnachdraussen.net

Vorsitzender: Dipl.-Ing. Klaus Schwarz, Geschäftsführer: Helmut Bronk



5. Stadt Zehdenick

Alleinstellungsmerkmale: Bau einer nachhaltigen Ferienhauslandschaft im unmittelbaren Umfeld von Berlin. Die notwendigen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen können zur Integration von Naturschutz bei gleichzeitiger Erwirtschaftung von klimafreundlicher Energie für die Ferienhaussiedlung beitragen. So gewinnen diese Maßnahmen den Charakter einer nachhaltigen Investition sowohl in die Energieversorgung als auch in die naturschutzfachlich sinnvolle Ausgestaltung der Einbettung dieser Ferienhäuser in die Kulturlandschaft.

Aufgrund des fortgeschrittenen Planungsstandes ist die komplette Integration der Ferienhaussiedlung in ELKE nicht mehr möglich. Dennoch ist eine Partnerschaft als direktes Praxisbeispiel sinnvoll, die durch eine Beratung durch ELKE umgesetzt werden kann.

Lokaler Netzwerkpartner:

Stadt Zehdenick, Falkenthaler Chaussee 1, 16792 Zehdenick, Tel.: 03307/4684-0, Fax: 03307/4684-119, E-Mail: stadtverwaltung@zehdenick.de

Bürgermeister Arno Dahlenburg

Mecklenburg-Vorpommern

6. Gemeinde Bollewick

Alleinstellungsmerkmale: Kleinste Gemeinde in ELKE mit 430 Einwohnern, die ein systematisches und integrierendes gemeindliches Gesamtentwicklungskonzept mit dem Ziel eines regionalen/lokalen nachhaltigen Kreislaufwirtschaftens verfolgen - welches genossenschaftlich organisiert ist. Für die Energieversorgung eines bestehenden Zentrums für regionale Produkte und Dienstleistungen (1 ha unter Dach in der größten Feldsteinscheune Deutschlands) ist der Bau einer Biogasanlage, eines Hackschnitzelheizwerkes und eines Nahwärmenetzes in der Planungsphase. Die Integration von Naturschutz in Mehrnutzungskonzepten soll die lokale Agrarstruktur im Zusammenwirken mit der Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern verbessern. Der Aufbau eines Ökokontos, welches seine Leistungen auch regional anbietet, ist ein weiterer Schritt im gemeindlichen Gesamtentwicklungskonzept. Das Land Mecklenburg-Vorpommern ist als Partner bereits in dieser ersten Findungsphase eng eingebunden.

Lokaler Netzwerkpartner:

Amt Röbel-Müritz - Gemeinde Bollewick, Marktplatz 01, 17207 Röbel/Müritz, Tel.: 039931/53912, Fax: 039931 85858, E-Mail: meyerbertold@hotmail.com

Bürgermeister Berthold Meyer



Nordrhein-Westfalen

Eine Besonderheit in NRW ist - ähnlich wie in Bayern - das unabhängig von einem möglichen Modellstandort geäußerte große Interesse an ELKE, welches von verschiedenen Institutionen mitgeteilt wurde und zum Teil durch Expertenrunden (z.B. 12/2007 FNL) vor Ort schon diskutiert wurde:

- Stiftung Rheinische Kulturlandschaften & Deutscher Bauernverband (Berlin)
- Universität Bonn Landwirtschaftliche Fakultät, Prof. Dr. Wolfgang Schumacher, PD Dr Ralf Pude
- Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft (FNL)
- RWE Power Rekultivierung, Land- und Forstwirtschaft
- Forschungsstelle Rekultivierung (Fa. RWE Power AG)
- Kölner Büro für Faunistik

7. Stadt Rheinbach

Alleinstellungsmerkmale: Wachstumsorientiertes Unterzentrum mit Bereichen intensiver Obsterzeugung und Gartenbaubetriebe. Dort eingebettet liegt das zentrale Versuchsgut der Universität Bonn, Gut Klein-Altendorf, welches insgesamt neu ausgerichtet wird, u.a. mit den Schwerpunkten NawaRo und Stoffstrommanagement. Die Stadt Rheinbach möchte ihre integrierte Stadtentwicklungsplanung mit Mehrnutzungskonzepten erweitern und insbesondere in den Landschaftsräumen mit großflächigen Sonderkulturen umsetzen. Die Stadt im ILE-Prozess, kann als Pilotprojekt direkt Nachahmungen in Partnerkommunen auslösen.

Lokale Netzwerkpartner:

Stadt Rheinbach, Schweigelstr. 23, 53359 Rheinbach, Tel.: 02226/917-101, Fax: 02226/917-340, stefan.raetz@stadt-rheinbach.de

Bürgermeister Stefan Raetz, 1. Beigeordneter Dr. Raffael Knauber,

Prof. Dr. Hermann Schlagheck (ILE-Prozess)

Geschäftsführung der Lehr- und Forschungsstationen (LFS), Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Endenicher Allee 15, 53115 Bonn, Tel.: 0228 / 73-2879, Fax: 0228 / 73-7071, E-Mail: r.pude@unibonn.de

Geschäftsführer Priv.-Doz. Dr. Ralf Pude



Rheinland-Pfalz

8. Landeshauptstadt Mainz

Alleinstellungsmerkmale: Extreme Flächenkonkurrenz und Artenschutzkonzept zum Feldhamster, z.B. mit Hamsterfutterflächen mit Luzerne, bestimmen das Tagesgeschäft im angewandten Naturschutz. Eine flächige Integration von Naturschutzleistungen in die Landwirtschaft ist eines der erklärten Ziele der Landeshauptstadt.

Lokaler Netzwerkpartner:

Stadt Mainz, Umweltamt, Geschwister-Scholl-Str. 4, 55131 Mainz, Tel.: 06131/122850, Fax: 06131/122555, E-Mail: jan.jahns@stadt.mainz.de

Amtsleiter Dipl.-Geograph Jan Jahns

Saarland

9. Gemeinde Nalbach

Alleinstellungsmerkmale: Start der Umsetzung eines Zero Emission Village-Konzeptes (ZEV). Die Gemeinde betreibt ein überregionales Ökokonto, welches nun mit dem in ELKE verfolgten Ziel einer Landnutzungsstrategie erweitert werden soll. Die Biomasse soll dann innerhalb der Kommune oder im lokalen Gewerbe veredelt werden.

Lokaler Netzwerkpartner:

Gemeinde Nalbach, Bauen und Umwelt, Rathausplatz 1, 66809 Nalbach, Te.: 06838/9002-29, Fax: 06838/9002-81, E-Mail: umwelt@nalbach.de

Dipl.-Geograph Michael Klein

Sachsen-Anhalt

10. Landkreis Stendal in Kooperation mit der KAG Elbe

Alleinstellungsmerkmale: Der Landkreis ist gekennzeichnet durch einen anhaltenden Rückgang an Einwohnern, eine ungünstige Siedlungsstruktur aber auch durch hervorragende Naturschutzgebiete wie z.B. an der Elbe. Die Kommunale Arbeitsgemeinschaft (KAG) Elbe – welche die Kommunen entlang der Elbe von Magdeburg bis Grenze Stadt Hamburg umfasst – ist an neuen Landnutzungsstrategien und einem damit verbundenen neuen Flächenmanagement interessiert (dazu wurde ein Vortrag in der Arbeitsgruppe Flächenmanagement in 12/2007 gehalten). Daher ist eine direkte weitere Umsetzung ausgelöst durch den Landkreis Stendal innerhalb der KAG Elbe zu erwarten. Gerade in Hinsicht auf die Elbe mit ihren Auen und angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen werden neue Nutzungsstrategien notwendig, da zum einen aufgrund der Schwermetall-/Dioxinbelastung eine Lebensmittelproduktion nur bedingt möglich ist und zum anderen die Erhaltung und der Ausbau des angewandten Naturschutzes erklärtes Ziel der Regionalentwicklung ist. Der Ausbau der Bioenergie ist ein weiteres regionales Ziel.



Lokaler Netzwerkpartner:

Landkreis Stendal, Umweltamt, Hospitalstraße 1-2, 39576 Stendal, Tel.: 03931/60-7271, Fax: 03931/213060, E-Mail: Dr.Joachim.Franke@Landkreis-Stendal.de

Amtsleiter Dr. Joachim Franke, Sekretär der KAG Elbe

Regionalverein Altmark e.V., Arneburger Str. 24, 39576 Stendal, Tel.: 03931/681141, Fax: 03931/681522, E-Mail: paetow.regionenaktiv@t-online.de

Dipl.-Geographin Sybille Paetow



3.2 Zeitplan, Arbeitspakete & Meilensteine Phase II

ELKE basiert auf einem komplexen Wirkungsgefüge in der lokalen wie regionalen Ebene, welches flankiert wird durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen wie auch die Landespolitik. In ELKE wird eine Naturschutzqualität erarbeitet, die in der Praxis nicht vorliegt. Daher liegt die Herausforderung darin, die lokalen Projektträger, die Fachämter und Genehmigungsbehörden, die Verbände bis hin zu den Landesministerien von den hier verfolgten Mehrnutzungskonzepten bis hin zur Umsetzung einer konkreten Landnutzungsstrategie zu überzeugen (um den anvisierten Beweis liefern zu können). Dabei ist grundsätzlich fest zu stellen, dass häufig übergeordnete Behörden mit einer naturschutzfachlich konservativen Grundhaltung den komplexen Zielen in ELKE äußerst zurückhaltend begegnen, u.a. weil der Lösungsansatz mehrere Fachdisziplinen außerhalb ihres Ressorts zusammenführt. Es geht daher für diese Behörden in erster Linie um das Ergebnis von ELKE, also der wissenschaftlich fundierten Beweisführung. Ist der Beweis erbracht bzw. eine Tendenz belegt und in der Praxis erprobt sind auch konservative Naturschützer bereit, sich mit neuen Landnutzungsstrategien auseinander zu setzen. Daher ist die rasche Umsetzung von ELKE auch vor diesem Hintergrund von enormer Bedeutung.



Abbildung 10: Arbeitsgespräch im Januar 2008 in Freising (Bayern) an dem rund 30 Personen aus Politik, Fachbehörden, Landwirtschaft und Verbände teilnahmen und intensiv über konkret machbare Mehrnutzung statt Konkurrenz vor Ort diskutierten.

Dazu sind mehrere Arbeitspakete vernetzt abzuarbeiten, denn in erster Linie argumentieren die maßgeblichen kommunalen Entscheidungsträger wie Bürgermeister und Landräte mit den rechtlichen (u.a. Genehmigungsfähigkeit) und wirtschaftlichen Aspekten (u.a. Gesamtfinanzierungsplan Landnutzungsstrategie versus bestehende Naturschutzpraxis) ihrer möglichen lokalen Landnutzungsstrategie gegenüber den Gemeinderäten und Kreistagen. Da in den möglichen Modellprojekten ganz unterschiedliche Projektstände bestehen, werden die aufbauenden Arbeitspakete nicht überall zeitgleich verwirklicht werden



können⁵³. Daher wird die Vorgehensweise im folgenden in Start- (April 2008) und Aufbauarbeitspakete unterteilt. Die Herausforderung besteht darin, den Experteneinsatz auf die zeitlichen Anforderungen der Modellprojektpartner und -träger abzustimmen. Es ist sicher mit enormen Arbeitsspitzen innerhalb der Projektumsetzung zu rechnen, die im IfaS aufgrund seiner Ausrichtung und Arbeitsphilosophie aufgefangen werden können.

Phase II/a:

Startarbeitspakete:

- Modellprojektentwicklung & Akteursmanagement Netzwerkaufbau Kommunale Ebene mit Festlegung lokaler Netzwerkmanager (siehe Kapitel 3.1.1)
- Abstimmung der geeigneten Landschaftsausschnitte unter Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Vorgaben aus Planung, Schutzgebietsmanagement und Artenschutz
- Abstimmung mit den Genehmigungs- und Fachbehörden
- Einbeziehung Fachinstitutionen und Landesministerien
- Programmierung des Finanzierungswerkzeuges und direkte Praxiserprobung
- Aufbau und Programmierung der Internetseite ELKE
- Konkretisierung der Zusammenarbeit und des Untersuchungsdesigns im Bereich Standortuntersuchungen, Humus-/Kohlenstoff-Dynamik und Netto-Energiebilanzen

Aufbauarbeitspakete:

- Umfassende Bestandsaufnahme vorliegender ökologischer und naturschutzfachlicher Daten nach Festlegung Landschaftsraum
- Bestandsaufnahme und Integration Planungsebene
- Notwendige Rechtsberatung durch Prof. Michler mit der Arbeitsgruppe Recht
- Standortanalyse in Hinsicht auf die Anbaueignung
- Erarbeitung der Anbausysteme nebst Kulturen Quellen in Bezug zur parallel laufenden Ermittlung vorhandener / möglicher Biokonversionsanlagen – Senken
- **Fachworkshop**

⁵³ Der Aufwand dieser Umsetzungsberatung bemisst sich je nach Modellstandort schätzungsweise zwischen 4 und 9 Arbeitswochen. Denn nicht nur die verschiedenen Wissensstände und örtliche vorhandenen Netzwerke lösen eine unterschiedlich intensive Beratungsleistung aus, sondern insbesondere die notwendige Einbeziehung der Genehmigungsbehörden (u.a. Naturschutz, Landschaftsplanung, Wasserwirtschaft) bis hin zu Fachämtern und Ministeriumsebene ist schwer zeitlich einschätzbar.



Meilensteine:

- Erarbeitung einer lokalen Landnutzungsstrategie mit Festlegung des Landschaftsausschnittes oder Verwerfen des Modellstandortes
- Abstimmung mit FNR / BMELV über den Umfang der Modellprojekte und deren Anzahl
- Offizielle Einverständniserklärung der beteiligten Kommune/n als Projektträger für ein Modellprojekt in ELKE
- Ab Oktober 2008 Start der Kulturen und Umsetzung 4.
- Fachworkshop zur Festlegung und Diskussion des Standes der Wissenschaft und Ausrichtung der 5. weiteren Begleitforschung

Anschluss Phase II/b:

- Ab April 2009 Start der gesamten Begleitforschung
- Laufzeit bis März 2013

Dauerhafte Begleiforschung nach 2013:

Die Gesamtkonzeption in diesem praxisbasierten Verbundforschungsprojekt ELKE bietet über einen Mindestzeitraum von 25 Jahren bzw. im Fonds allgemein berücksichtigten Laufzeiten von mindestens 50 Jahren die Chance, die einmal begonnen Kulturen langfristig zu monitoren und zwar in der realen Praxis, nicht auf Versuchsfeldmaßstab. So können Dauerkulturen wie im Agrarholzanbau, Grasanbau oder in Agroforstsystemen auch in der wichtigen Ertragsphase intensiv bearbeitet werden. Hier ist ein wiederkehrender Monitoringansatz von 3 – 5 Jahren zielführend.

Die gewonnen wissenschaftlichen Grundlagendaten sind von außerordentlichem (derzeit einzigartigem) Wert bei der Bearbeitung von staatlichen Rahmenwerken, wie Gesetzen und Marktanreizprogrammen.



3.3 Bundesweiter praxisorientierter Forschungsverbund

3.3.1 Institute Phase II

Nachfolgend werden die Institute aufgeführt, die sich für eine aktive Zusammenarbeit in ELKE interessieren und aufgrund ihrer fachlichen Kompetenz als Projektpartner in der wissenschaftlichen Begleitforschung integriert werden können. Diese Integration ist ein Arbeitspaket in der hier beantragten Phase II/a und wird über einen Fachworkshop abgeschlossen:

Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL), Feuchtwangerstraße 38, 91522 Ansbach, Tel.: 0981/4653-3540, Fax.: 0981-4653-3550, E-Mail: sekretariat@lpv.de

Vorsitzender MdB Josef Göppel, stellv. Vorsitzender Dipl.-Ing. Dieter Pasch, MdV Dipl.-Ing. Reinhard Baier, Dipl.-Ing. Christof Thoss

Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Strasse 84, 15374 Muencheberg, Tel.: 033432/82264, Fax: 033432/82387, E-Mail: mglemnitz@zalf.de

Dr. Michael Glemnitz, Dipl.-Ing. Agr. Johannes Hufnagel, Dr. Matthias Willms

Centrum für Energietechnologie Brandenburg CEBra, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Campus der BTU Cottbus, Friedlieb-Runge-Str. 3, 03046 Cottbus, Tel.: 0355/692786, Fax: 0355/692208, Klaus.Schwarz@abnachdraussen.net

Dipl.-Ing. Klaus Schwarz

GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg, D-14473 Potsdam, Tel.: 0331/2881065, E-Mail: schneider@gfz-potsdam.de

Dr. Uwe Schneider

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Lehr- und Forschungsbereich Ökologie der Kulturlandschaft - Geobotanik und Naturschutz, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Karlrobert-Kreiten-Straße 13, 53115 Bonn, Tel.: 0228/73-2836, Fax: 0228/73-1695, E-Mail: geobotanik@uni-bonn.de

Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Schumacher



Geschäftsführung der Lehr- und Forschungsstationen (LFS), Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Endenicher Allee 15, 53115 Bonn, Tel.: 0228 / 73-2879, Fax: 0228 / 73-7071, E-Mail: r.pude@unibonn.de

Geschäftsführer Priv.-Doz. Dr. Ralf Pude

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau, Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Alte Akademie 12, 85350 Freising, Tel.: 08161/71-3032, Fax: 08161/71-3031, E-Mail: huelsbergen@wzw.tum.de

Prof. Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen

Bayrische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Sachgebiet Landschaftspflege, An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim, Tel.: (0)931/9801-428, Fax: (0)931/9801-400, E-Mail: werner.kuhn@lwg.bayern.de Landwirtschafts- und Gärtnermeister Werner Kuhn

Fördergemeinschaft Nachhaltige Landwirtschaft (FNL), Konstantinstraße 90, 53179 Bonn, Tel.: 0228/97993-35, Fax: 0228/97993-40, E-Mail: a.frangenberg@fnl.de

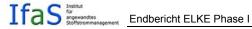
Dr. Andreas Frangenberg

Kontrollverein Ökologischer Landbau e.V., Vorholzstr. 36, 76137 Karlsruhe, Tel.: 0721/3523910, Fax: 0721/3523909, E-Mail: kontakt@kontrollverein.de

Dipl.-Ing. Agr. Matthias Stein

NN

Eine Vielzahl weiterer Institute, Interessenverbände und staatlicher Fachämter sind in die Informations-, Entwicklungs- und Vernetzungsprozesse von ELKE eingebunden. Im Rahmen der Weiterentwicklung werden weitere fachliche Kooperationen möglich, daher ist eine abschließende Listung möglicher Projektpartner (NN) zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, sondern der derzeit offene wie kreative Entwicklungsprozess von ELKE soll in dieser Form weiter geführt werden. So ist die Einbindung des Bundesamtes für Naturschutz über die neue Präsidentin Prof. Dr. Beate Jessel ebenso geplant, wie auch die laufende Einbindung weiterer praxisbasierter Entwicklungsingenieure, wie z.B. Dr. agr. Andreas Block (Universität Göttingen, Institut für Agrartechnik, Göttinger Gehölzmähhacker).



3.3.2 Wissensmanagement

ELKE ist als offener innovativer Entwicklungsprozess gestartet. Durch eine Vielzahl von Arbeits-, Tagungsgesprächen und Veranstaltungen in den Regionen wurde ELKE vorgestellt und weiter entwickelt. Diese Vorgehensweise hat sich bewährt und soll daher in einer effektiven Verbundforschung weiter verfolgt und ausgeweitet werden.

Folgende Arbeiten / Mittel werden in Phase II/a eingesetzt:

- Durchführung von 1 Expertenworkshop (Wissenschaft)
- Einbindung der Naturschutzverbände in die Projektumsetzung
- Teilnahme an Tagungen und Austauschforen mit anderen laufenden Forschungsvorhaben
- Internetpräsenz mit Intranet (siehe nachfolgendes Kapitel)

Die besondere Nähe und der Austausch mit dem Bundesverbundprojekt EVA spiegelt die besondere Bedeutung der Partnerschaft von EVA und ELKE wieder. Denn beide Inhalte ergänzen sich hervorragend.

Mit den folgenden laufenden Forschungsvorhaben besteht ein Austausch:

- **EVA**
- **DENDROM & BIODEM**
- **N**OVALIS
- **AGROWOOD**
- **A**GROFORST
- **ERA-NET** in Vorbereitung

Die bereits im Kapitel 3.3.1 genannten Institute wie auch weitere Einrichtungen werden fortlaufend informiert und je nach Fachaufgabe eingebunden.

Für die erfolgsbasierte stufenweise Weiterentwicklung von ELKE werden weitere Kommunikationsmittel und Plattformen ab 2009 vorgesehen:

- Flyer, Publikationen, Poster
- Durchführung von Modellprojektworkshops lokale Umsetzungspartner

3.3.2.1 ELKE-Homepage

Ein effizientes Informations-Instrument stellt die Erarbeitung einer ELKE-Homepage dar. Denn bereits in der Phase I wurde ein außerordentliches Interesse an weitergehender Information zu ELKE bzw. den hier verfolgten Mehrnutzungskonzepten durch Landnutzungsstrategien geäußert (vgl. HECK & WAGENER, 2007; WAGENER, 2008a & 2008b). Insbesondere die in Deutschland umfassende Aufarbeitung könnte auf der Homepage in Teilen allgemein zugänglich gemacht werden: Grundlage für echte Verbundforschung und Wissenstransfer. Daher ist in Phase II/a die Erarbeitung der Homepage notwendig.



4 Resumee und Empfehlungen

Nach dem derzeitigen Stand des Wissens sind grundsätzlich extensive Landnutzungsstrategien zur Biomasseerzeugung eine

- wertschöpfende,
- zeitgemäße und
- praxisorientierte Option

für den Landbau und den Naturschutz.

Im Ergebnis wird das mittlerweile bewährte Prinzip Naturschutz durch Nutzung (grünes Kulturerbe) durch die hier skizzierte Neuformulierung des Prinzips Naturschutz durch Landbau (Potenzialoptimierung) ergänzt. Die außerordentliche Bedeutung für die Praxis kann zum jetzigen Zeitpunkt nur als Annahme formuliert werden, wird aber durch die Resonanz und die intensiven Diskussionen in den durchgeführten Arbeitsgesprächen zu den möglichen regionalen/lokalen Modellprojekten bestätigt. Gerade an der Basis, dort wo die praktischen Vereinbarungen zur Gestaltung der Kulturlandschaft umgesetzt werden, wird bereits intensiv über den Einsatz neuer Landnutzungsstrategien in einem regionalen Kreislaufwirtschaften nachgedacht.

Auf wissenschaftlicher Ebene wird ebenfalls der praxisbasierte Ansatz von ELKE konstruktiv diskutiert, v.a. die Verbindung von mehreren Professionen auf Landschaftsebene stellt eine besondere wissenschaftliche Herausforderung dar, die nur interdisziplinär in einer Verbundforschung umgesetzt werden kann. Die Methoden in ELKE entsprechen den neuesten wissenschaftlichen Standards und sind mit führenden Instituten abgestimmt bzw. werden durch die Kooperation mit Instituten abgedeckt.

Grundsätzlich sind zum jetzigen Zeitpunkt die Wirkungen der in ELKE betrachteten extensiven Landnutzungsstrategien aufgrund fehlender Praxisflächen nicht hinreichend untersucht. Daher ist die wissenschaftlich fundierte Einordnung eines praxisgerechten naturschutzfachlichen Wertes basierend auf Anbaustandards und deren Honorierung bisher nicht ausreichend möglich gewesen.

Insbesondere die Auswirkungen auf den Biotopverbund durch

- die Kombination von Kulturen in
- extensiven Anbauverfahren

sind im Raumverbund eines Landschaftsausschnittes von besonderem Forschungsinteresse (Feld-/Schlagund Landschaftsebene). Die umfangreiche Sichtung der vorhandenen Literatur zu Untersuchungen in einzelnen Kulturen bestätigen das angenommene naturschutzfachliche Potenzial.

Über den hier skizzierten Projektrahmen mit den geplanten bundesweiten Modellprojekten hinaus können für verschiedene bundesweit bedeutsame Rahmenwerke, wie z.B. zum EEG und MAP, wichtige Grundlagendaten aus der Praxis erarbeitet werden.

Die besondere Ausrichtung und Interdisziplinarität im Projekt ELKE ist einzigartig in Deutschland. Mit der Umsetzung von ELKE in Phase II können wichtige, wissenschaftlich fundierte Beweise erarbeitet werden, die die prospektive Entwicklung unserer Kulturlandschaft maßgeblich und nachhaltig beeinflussen können.



Quellen

- ABETZ, K. (1955): Bäuerliche Waldwirtschaft. Parey, Hamburg.
- ACHTZIGER, R., STICKROTH, H. & ZIESCHANK, R. (2004): Nachhaltigkeitsindikator für die Artenvielfalt ein Indikator für den Zustand von Natur und Landschaft in Deutschland. In: Angew. Landschaftsökol. 63.
- AKADEMIE FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN UMWELTAKADEMIE (2001): Flächenpool und Ökokonto – Fragen und Antworten aus der Praxis. In: Akademie aktuell. S. 1-4.
- ANGER, C. (2003): Die neue naturschutzrechtliche Eingriffsregelung gem. §§ 18 ff. BNatSchG. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht. S. 319-321.
- ANGER, C. (2004): Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung und Kompensationspools. In: Umwelt- und Planungsrecht. S. 7-12.
- AMELUNG, W., KLEIN, C., PÄTZOLD, S. & BRÜMMER, G. W. (2004): Pflanzenschutzmittel- und Nährstoffeinträge in Gewässer: Fallbeispiele und Perspektiven aus der bodenkundlichen Forschung. In: Lehr- und Forschungsschwerpunkt "Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft", Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn: Wasserwirtschaft und Landwirtschaft – auf dem Wege zu einer guten Partnerschaft, 17. Wissenschaftliche Fachtagung.
- ARTNER, A. ET AL. (2006): Future Landscapes Perspektiven der Kulturlandschaft. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.). Berlin.
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WEINBAU UND GARTENBAU (LWG, o.J.): Wildtiergerechte Gestaltung von Stilllegungsflächen, Würzburg/Veitshöchheim.
- BATTIS, U., KRAUTZBERGER, M. & LÖHR, R.-P. (2005): Baugesetzbuch, Kommentar. Beck, München.
- BEMMANN, A. & FRANKE, E. (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen 1. Fachtagung Tharandt, 6. und 7. November 2006.
- BEMMANN, A. & LOHNER, P. & MÖNDEL, A. & VETTER, A. & WAGNER, P. (2007): Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsysteme - rechtliche Rahmenbedingungen - 2. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen II" 2.-4. Juli 2007 in Freiburg i. Brsg. S. 7-14.
- BEMMANN, A. (2007): Projektgespräch am 19. Mai 2007 in Tharandt.
- BIBBY, C. J., BURGESS, N. D. & HILL, D. A. (1995): Methoden der Feldornithologie: Bestandserfassung in der Praxis. Neumann, Radebeul.
- 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 Bayer. Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Freising.
- BLICK, T. (2007): Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb. Spinnen (Arachnida: Araneae) in der 3. Umtriebsperiode der Kurzumtriebs-Versuchsfläche Wöllershof (Bayern, Oberpfalz) im Vergleich zu angrenzenden Lebensräumen - Winter- und Ganzjahresfänge. - Bericht an die Bayer. Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Freising.
- BLICK, T. & BURGER, F. (2002): Wirbellose in Energiewäldern. Am Beispiel der Spinnentiere der Kurzumtriebsfläche Wöllershof (Oberpfalz, Bayern). In: Naturschutz u. Landschaftsplanung 34 (9). S. 276-284.
- BLICK, T. & MUSTER, C. (2006): Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb. Weberknechte und Pseudoskorpione (Arachnida: Opiliones, Pseudoscorpiones) im 3. Umtrieb der Kurzumtriebs-Versuchsfläche Wöllershof (Bayern, Oberpfalz) im Vergleich zu angrenzenden Lebensräumen. - Bericht an die Bayer. Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft. Freising.



- BLICK, T., WEISS, I. & BURGER, F. (2003): Spinnentiere einer neu angelegten Pappel-Kurzumtriebsfläche (Energiewald) und eines Ackers bei Schwarzenau (Lkr. Kitzingen, Unterfranken, Bayern). In: Arachnol. Mitt. 25. S. 1-16.
- BÖHMER, J & PUDE, R. (2006): Eignung von verschiedener Topinambur-Stängelmaterial zur Herstellung von Leichtbeton-Baustoffen. In: Herrmann, A. & Taube, F. (Hrsg.): Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bd. 18. Kiel, 2006, S. 88f.
- BOELCKE, B., BEUCH, S., ZACHARIAS, S., KAHLE, P., BELAU, L. & AMELUNG, D. (1998): Bewertung der Umweltwirkung des Anbaus von Miscanthus sinensis als nachwachsender Rohstoff. In: Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (16).
- BÖRNER, M. (Redaktion 2007): Deutsche Wildtier Stiftung Endbericht Projekt: "Lebensraum Brache" Wildtierfreundliche Maßnahmen im Agrarbereich – AZ 20271, Hamburg.
- BOYE, P. & MEINIG, H. (1999): Flächenbezogene Erfassung von Spitzmäusen und Mäusen. In: Schr.-R. f. Landschaftspfl. u. Natursch. 46. S. 45-54, Bonn-Bad Godesberg.
- BRIX, M. (2006): Wertholzproduktion in agroforstlichen Systemen In: Bemmann, A. & Franke, E. (2006): 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - Tharandt, 6. und 7. November 2006. S. 157-164.
- BRIX, M. (2007): Produktionsaspekte in Agroforstsystemen 2. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen II - Freiburg i. Brsg., 2.-4. Juli 2007. S.33-38.
- BRÜGELMANN, H. (2006): Baugesetzbuch, Kommentar. Loseblattausgabe. Kohlhammer, Stuttgart.
- BUND FÜR UMWELT UND NATUR SCHUTZ DEUTSCHLAND E.V. (BUND, Hrsg. 2007): Energetische Nutzung von Biomasse – BUNDpositionen 34. Berlin.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg., 2007): Naturschutz und Landwirtschaft im Dialog: "Biomasseproduktion – ein Segen für die Land(wirt)schaft?" Tagung am Bundesamt für Naturschutz – Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm 12. bis 15. März 2007. BfN-Skripten 211, Bonn.
- BUNZEL, A. (1999): Bauleitplanung und Flächenmanagement bei Eingriffen in Natur und Landschaft, Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.), Berlin.
- BUNZEL, A. UND HINZEN, A. (2000): Arbeitshilfe, Umweltschutz in der Bebauungsplanung. Erich Schmidt, Berlin.
- BURGER, F. (2004a): Ökologische Auswirkungen von Energiewäldern. In: Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 35. S. 109-111.
- BURGER, F. (2004b): Energiewälder und Ökologie. In: LWF aktuell, 48. S. 26-27.
- BURGER, F. (2006): Bayrische Erfahrungen bei der Bewirtschaftung von Kurzumtriebswäldern. In: Forst und Holz 61, Heft 11. S. 484-486.
- BURGER, F. (2007): Potenziale von Energiewäldern auf landwirtschaftlichen Flächen. In: AFZ Der Wald 14/2007. S. 749-750.
- BURSCHEL, P. & HUSS, J. (1987): Grundriss des Waldbaus. Pareys Studientexte Nr. 49, Hamburg/Berlin.
- BUSSE, J., DIRNBERGER, F., PRÖBSTL, U. & SCHMID, W. (2001): Die naturschutzrechliche Eingriffsregelung in der Bauleitplanung. Rehm, München.
- C.A.R.M.E.N. e.V. (2008): Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln. Abruf am 11.03.08 unter: www.carmenev.de/dt/energie/bezugsquellen/hackschnipreise.html
- CUNNINGHAM, M. D., BISHOP, J. D., MCKAY, H. V. & SAGE, R. B. (2004): ARBRE Monitoring Ecology of short rotation coppice. Department of Trade and Industry, United Kingdom.
- COCH, T. (1995): Waldrandpflege Grundlagen und Konzepte. Radebeul.



- DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (DBU, 1998): Bewertung der Umweltwirkung des Anbaus von Miscanthus sinensis als nachwachsender Rohstoff. – Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt Az 02933 Referat 34.
- DEUTSCHER NATURSCHUTZRING DACHVERBAND DER DEUTSCHEN NATUR- UND UMWELTSCHUTZVERBÄNDE (DNR, Hrsg. 2007): Fachgespräch Erneuerbare Energien und Naturschutz mit Vertretern der Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz und Landschaftspflege (LANA), Bonn.
- DEUTSCHER VERBAND FÜR LANDSCHAFTSPFLEGE (DVL) E.V. und NATURSCHUTZBUND NABU (HRSG. 2007): Bioenergie? - Aber natürlich! Nachwachsende Rohstoffe aus Sicht des Umwelt- und Naturschutzes. Heft 12 der DVL-Schriftenreihe Landschaft als Lebensraum. Ansbach, Berlin.
- DRÖSCHMEISTER, R. (2001): Bundesweites Naturschutzmonitoring in der Normallandschaft mit der Ökologischen Flächenstichprobe. In: Natur u. Landschaft 76(2). S. 58-69.
- DRÖSCHMEISTER, R. (2001): Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt: Indikatoren und Monitoring. In: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg. 2007): Monitoring und Indikatoren der Agrobiodiversität - Tagungsband eines Symposiums am 7. und 8. November 2006 in Königswinter.-Agrobiodiversität - Schriftenreihe des Informations- und Koordinationszentrums für Biologische Vielfalt, Bd. 27. S. 58-69.
- DUPRAZ, C ET AL. (2005): Quality of Life and Management of Living Resources Silvoarable Agroforestry For Europe (SAFE). Synthesis of the Silvoarable Agroforestry For Europe project, European Research contract QLK5-CT-2001-00560. INRA-UMR System Editions, Montpellier.
- EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT: EG-Verordnung 2092/91 über den ökologischen Landbau
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart.
- ERNST, W. & ZINKAHN, W. (2006): Baugesetzbuch, Kommentar. Loseblattausgabe, Beck, München.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNR, Hrsg. 1999): Modellvorhaben Schnellwachsende Baumarten – Zusammenfassender Abschlussbericht. In: Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Bd. 13. Landwirtschaftsverlag, Münster.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNR, Hrsg. 2007): Symposium Energiepflanzen 2007. In: Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe", Band 31. TH. Mann, Gelsenkirchen.
- FERNER, H. & KRÖNINGER, H. (2005): Baugesetzbuch, Handkommentar. Nomos, Baden-Baden.
- FISCHER-HÜFTLE, P. (2007): Zur Gesetzgebungskompetenz auf dem Gebiet Naturschutz und Landschaftspflege nach der Föderalismusreform. In: Natur und Recht. S. 78-85.
- FRITZE M.-A. (2006): Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) der Kurzumtriebs-Versuchsfläche Wöllershof (Bayern, Oberpfalz) und angrenzender Lebensräume - Daten der Jahre 1995, 2000 und 2006. -Kurzbericht und Artenliste. Unveröff. Bericht im Auftrag der Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft, Projekt ST 1: Anbauversuche mit schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb.
- GASSNER, E. (1988): Zur Verwirklichung des Integritätsinteresses in der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. In: Natur und Recht. S. 67-71.
- GASSNER, E., BENDORMIR-KAHLO, G. & SCHMIDT-RÄNTSCH, A. (2003): Bundesnaturschutzgesetz, Kommentar. Beck, München.
- GLEMNITZ, M., HUFNAGEL, J. & WILLMS, M. (2007): Ökologische Begleitforschung zum Energiepflanzenanbau. In: Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe", Band 31, Symposium Energiepflanzen 2007, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.). TH. Mann, Gelsenkirchen.
- GÖDEKE, K., NEHRING, A. & VETTER, A. (2007a): Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands - Ergebnisstand Februar 2007. Dornburg.
- GÖDEKE, K., TLL-Dornburg (2007b): Mündliche Mitteilung vom 11. September 2007.



- GRAß, R. & SCHEFFER, K. (2006): Energiepflanzenanbau als Beitrag zur Optimierung von naturschutzfachlichen Zielen in der Landschaft. In: Herrmann, A. & Taube, F. (Hrsg.): Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bd. 18. Kiel. S. 212-213.
- GRAß, R.; REULEIN, J.; SCHEFFER, K. & WACHENDORF, M. (2007): Innovatives Nutzungsverfahren zur energetischen Verwertung von Biomassen aus naturschutzfachlich bedeutsamen Landschaften. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Abruf am 04.10.07 unter: orgprints.org/view/projects/wissenschaftstagung-2007.html
- HALLER, P. & ZIEGLER, S. (2007): Vom Baum zu Bau 2. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen II" 2.-4. Juli 2007 in Freiburg i. Brsg. S.27-32.
- HAMPICKE, U. (1991): Naturschutz-Ökonomie. Ulmer, Stuttgart.
- HAYER, R., MBR Trier-Wittlich e.V. (2007): Mündliche Mitteilung vom 12.09.07.
- HECK, P. & BEMANN, U. (2002) Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002/2003, Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln.
- HECK, P. (2003): Schnellwachsende Hölzer auf Ausgleichsflächen in Rheinland-Pfalz, in: Hoffmann, D. & Heck, P. (Hrsq.) Biomasse-Potenzialstudie Rheinland-Pfalz, Dokumentation 2. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, P+H Wissenschaftlicher Verlag, Berlin.
- НЕСК, P. (2004): Regionale Wertschöpfung als Zielvorgabe einer dauerhaft nachhaltigen, effizienten Wirtschaftsförderung. In: FaSS Forum für angewandtes systemisches Stoffstrommanagement 2004, S. 5ff, Birkenfeld.
- НЕСК, P. (2005): Stoffstrommanagement Masterpläne als Mittel zur Optimierung von Biomassepotenzialen in Rheinland-Pfalz. In: HECK, P. & SPEISER, I. (Hrsg.): Dokumentation 4. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, P+H Wissenschaftlicher Verlag, Berlin.
- HECK, P. & WAGENER, F. (2007): Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz? In: Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe", Band 31, Symposium Energiepflanzen 2007, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.). TH. Mann, Gelsenkirchen.
- HEILAND, S. (2002): Erfolgsfaktoren in kooperativen Naturschutzprojekten. In: Erdmann, K.-H. und Schell, C.: Naturschutz und gesellschaftliches Handeln, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg 2002.
- HEILMANN, B., MAKESCHIN, F. & REHFUESS, K. E. (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen auf einer Schnellwuchsplantage mit Pappel und Weiden nach Ackernutzung. In: Forstw. Cbl. 114: 16-29.
- HOFFMANN, H. (1957): Körnergewinnung von Zottelwicken in Winterroggen. In: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin: Versuchs- und Untersuchungsergebnisse 1954-1957.
- HOFMANN, M. (2005): Pappeln als nachwachsender Rohstoff auf Ackerstandorten Kulturverfahren, Ökologie und Wachstum unter dem Aspekt der Sortenwahl. In: Schriften des Forschungsinstitutes für schnellwachsende Baumarten Hann. Münden, Bd. 8. Dissertation, Göttingen.
- HOFMANN, M. (2007): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), Gülzow.
- HÜLSBERGEN, K. J. & KÜSTERMANN, B. (2007): CO₂-Speicherung Überzogene Erwartungen? In: DLG-Mitteilungen 11/07, Frankfurt. S. 58-61.
- HÜLSBERGEN, K. J., Technische Universität München (2008): mündliche Auskunft vom 10. Januar 2008.
- IFAS (2003): Rechtliche Erläuterungen zum Aufbau von kompletten Stoffstromketten im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach § 19 ff BNatSchG. Erstellung einer Konzeption zur optimierten Nutzung von Biomasse aus ökologischen Saumstrukturen und extensiven Grasanbau im Rahmen von naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen. Projektstudie im Auftrag der Forstlichen Versuchsanstalt Trippstadt, unveröffentlicht.



- IFAS (2004): Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung der Biomasse in Rheinland-Pfalz Abschlussbericht einer Studie im Auftrag des Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, unveröffentlicht.
- IG MISCHFRUCHTANBAU, INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTTECHNIK (IEU, 2007): Mischfruchtanbau, Mischungen. Abruf am 24.09.07 unter: www.mischfruchtanbau.de
- INSTITUT FÜR REGIONALMANAGEMENT IFR (2005): Landwirtschaft und Ökokonto Dortmunds neuer Gehversuch im ökologischen Ausgleich, Projektdokumentation im Auftrag der Stadt Dortmund, Bad Neuenahr-Ahrweiler.
- ISERMEYER, F. & ZIMMER, Y. (2006): Thesen zur Bioenergiepolitik in Deutschland. Arbeitsberichte des Bereichs Agrarökonomie 2/2006, Braunschweig.
- JANSSON, P. E. & KARLBERG, L. (2001): Coupled heat and mass transfer model for soil-plant-atmosphere systems. Royal Institute of Technology, Dept of Civil and Environmental Engineering, Stockholm. Abruf am 11.03.08 unter: ftp://www.lwr.kth.se/CoupModel/CoupModel.pdf
- JEDICKE, E. (1995): Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern Schnellwachsende Weichlaubhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. In: Mitt. NNA 6, (1). S. 109-119.
- JEDICKE, E. (1998): Pappel- und Weide-Kurzumtriebsplantagen aus naturschutzfachlicher Sicht Aspekte zur Bewertung neuartiger Elemente der Kulturlandschaft. In: Beitr. Akademie für Natur- und Umweltschutz Bad.-Württ. 27. S. 129-139.
- JODL, S., EPPEL-HOTZ, A. & KUHN, W. (2004): Miscanthus als Nachwachsender Rohstoff Ergebnisse aus 15jähriger Forschungsarbeit in Kurzfassung.- Veitshöchheimer Berichte aus der Landespflege, Heft 77.
- Jug, A. (1997): Standortskundliche Untersuchungen auf Schnellwuchsplantagen unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffhaushalts.- Diss. Universität München, Typoskript-Edition, Hieronymus München.
- Jug, A. (1999): Ernährungs- und standortkundliche Untersuchungen. In: Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe" Band 13. Modellvorhaben "Schnellwachsende Baumarten" – Zusammenfassender Abschlussbericht, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, S. 369-396.
- KAHLE, P. & BOELCKE, B. (2004): Auswirkungen des Anbaus schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb auf ausgewählte Bodeneigenschaften. - In: Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 35, S. 99-108.
- KAHLE, P. & HILDEBRAND, E. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen: Bodeneigenschaften nach mehrjähriger Nutzung. – In: Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18. S. 236f.
- KALTSCHMIDT, M. & SCHNEIDER, S. (2002): Potenziale und Nutzung. In: Hartmann, H. & Kaltschmidt (Hrsg. 2002): Biomasse als neuer Energieträger – eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien, Landwirtschaftsverlag Münster.
- KAYSER, B. (2008): Agroforstsysteme Projekte und Beispiele in Deutschland. Aufruf am 28.02.08 unter: www.agroforst.de
- KARPENSTEIN-MACHAN, M. (2005): Energiepflanzenanbau für Biogasanlagenbetreiber. DLG-Verlag, Frankfurt
- KLATT, G. (2002): Der Bebauungsplan in der kommunalen Praxis. Grundlagen-Verfahren-Wirkungen. Erich Schmidt, Berlin.
- KLOEPFER, M. (2004): Umweltrecht. 3. Aufl., Beck, München.
- Косн, H.-J. (2004): Naturschutz und Landschaftspflege in der Reform der bundesstaatlichen Ordnung Rechtsgutachten im Auftrag des BfN, BfN-Skripten 109, Bonn.
- KOCH, H.-J. UND KROHN, S. (2006): Umwelt in schlechter Verfassung? Der Umweltschutz nach der Föderalismusreform. In: Natur und Recht, S. 673-680.
- Kocsis, L., Universität für Bodenkultur Wien (2007): Mündliche Mitteilung vom 20. September 2007.
- Коск, W. (2004): Die städtebauliche Eingriffsregelung. In: Natur und Recht, S. 1-6.



- KÖNIG, H. (2003): Naturausstattung in der nordrhein-westfälischen Normallandschaft. LÖBF-Mitt. 28(2): S. 15-24.
- KÖPPEL, J., PETERS, W. & WENDE, W. (2003): Eingriffsregelung, Umweltverträglichkeitsprüfung, FFH-Verträglichkeitsprüfung. Stuttgart: Ulmer Verlag.
- KOTULLA, M. (2007): Umweltschutzgesetzgebungskompetenzen und Föderalismusreform. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, S. 489-495.
- KUHN, W. & JODL, S. (2000): Vom Ziergras zur Rohstoffpflanze 10 Jahre Miscanthus-Forschung. Internet-Dokument der Bayerischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau. – Abruf unter: www.stmlf.bayern.de/lwg/landespflege/info/miscan/html.
- Kuhn, W. (2007): Mündliche Mitteilung anlässlich eines Arbeitsgepäches bei der FNR in Gülzow.
- KUSCHNERUS, U. (1996): Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, S. 235-241.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (Hrsg. 2005): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 13. Auflage, Darmstadt.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (Hrsg. 2006): Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07 – Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 20. Auflage, Darmstadt.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. & LEIBNITZ-INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK POTSDAM-BORNIM E.V. (Hrsg. 2006): Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus, Darmstadt.
- KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (Hrsg. 2007): Biogaserzeugung im ökologischen Landbau – Ergebnisse des KTBL-Fachgesprächs am 5. und 6. April 2006 in Braunschweig. KTBL-Heft 65, Darmstadt.
- LAMERSDORF, N. (2007): Projektgespräch am 19. Juli 2007 in Göttingen.
- LANDESREGIERUNG NRW (2007): Gesetz zur Sicherung des Naturhaushalts und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz - LG), in Kraft getreten am 05. Juli 2007, Zugriff auf http://www.munlv.nrw.de/naturschutz/pdf/landschaftsgesetz.pdf am 19.10.2007, Düsseldorf.
- LANDGRAF, D., ERTLE, C. & BÖCKER, L. (2005): Wuchspotenzial von Stockausschlägen der Robinie auf Bergbaufolgeflächen - Ausbau der Energieversorgung in der Niederlausitz. In: AFZ – Der Wald 14/2005. S. 748-749.
- LANDGRAF, D., ERTLE, C. & BÖCKER, L. (2007): "Energiewald Kostebrau" Risiken und Chancen für die Stadt Lauchhammer - 2. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen II" 2.-4. Juli 2007 in Freiburg i. Brsg.. S. 39-45.
- LANDMANN, R. & ROHMER, G. (2006): Umweltrecht, Kommentar. Loseblattausgabe, Beck, München.
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (LANUV, 2007a): Biodiversitätsmonitoring NRW. Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS), Biotoptypenkartierung und Erfassung der Flora – Arbeitsanleitung – Stand April 2007. Recklinghausen.
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (LANUV, 2007b): Biodiversitätsmonitoring NRW. Ökologische Flächenstichprobe (ÖFS), Brutvogelkartierung – Arbeitsanleitung – Stand März 2007. Recklinghausen.
- LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (LANUV, Hrsg. 2007c): Niederwälder in Nordrhein-Westfalen – Beiträge zur Ökologie, Geschichte und Erhaltung. LANUV-Fachbericht 1, Recklinghausen.
- LIESEBACH, M. (2006): Aspekte der biologischen Vielfalt in Kurzumtriebsplantagen. In: Bemmann, A. & Franke, E. (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - 1. Fachtagung Tharandt, 6. und 7. November 2006. S. 3-16.



- LIESEBACH, M., MULSOW, H., ROSE, A. & MECKE, R. (1999): Ökologische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. - In: FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR, Hrsg.) (1999): Modellvorhaben Schnellwachsende Baumarten - Zusammenfassender Abschlussbericht. In: Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe, Bd. 13. S. 455-476, Münster.
- LIESEBACH, M. (2006): Aspekte der biologischen Vielfalt in Kurzumtriebsplantagen. In: Bemmann, A. & Franke, E. (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - 1. Fachtagung Tharandt, 6. und 7. November 2006. S. 3-16.
- LIPS, A., JABERG, C., FREI, G. & DUBOIS, D. (1999): Besiedlung nachwachsender Rohstoffe durch Flora & Fauna. In: Agrarforschung 6 (8). S. 305-308.
- LOEFFEL K. & NENTWIG, W. (1997): Ökologische Beurteilung des Anbaus von Chinaschilf (Miscanthus sinensis) anhand faunistischer Untersuchungen. Agrarökologie 26. Bern, Hannover.
- LOGES, R., KELM, M. & TAUBE, F. (2005): Vergleichende Analyse der Ertragsleistung und Nitratauswaschung im ökologischen und konventionellen Ackerbau. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bd. 17. Stuttgart.
- LORTZ, A., MÜLLER, M. & STÖCKEL, H. (2003): Naturschutzrecht, Kurzkommentar. Beck, München.
- Louis, H. W. (2004): Rechtliche Grenzen der räumlichen, funktionalen und zeitlichen Entkoppelung von Eingriff und Kompensation (Flächenpool und Ökokonto). In: Natur und Recht. S. 714-719.
- Louis, H. W. (2007): Die Entwicklung der Eingriffsregelung. In: Natur und Recht. S. 94-99.
- LOUIS, H. W. & WOLF, V. (2002): Naturschutz und Baurecht. In: Natur und Recht. S. 455-467.
- LÜTKE-ENTRUP, N. & SCHNEIDER, M. (2004): Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Systeme der Bodennutzung durch Fruchtfolgegestaltung und konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat. In: Umweltbundesamt: Bodenschutz und landwirtschaftliche Bodennutzung – Umweltwirkungen am Beispiel der konservierenden Bodenbearbeitung.
- MAKESCHIN, F. (1992): Influence of fast growing poplars and willows on the soil macrofauna on formerly arable land. In: Grassi, G. (Hrsg.): Biomass for energy, industry and environment: S. 97-103. Elsevier London.
- MAKESCHIN, F. (1994): Effects of energy forestry on soils. Biomass and Bioenergy, Vol. 6. S. 63-79.
- MAKESCHIN, F., REHFUESS, K. E., RÜSCH, I. & SCHÖRRY, R. (1989): Anbau von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb auf ehemaligem Acker: Standörtliche Voraussetzungen, Nährstoffversorgung, Wuchsleistung und bodenökologische Auswirkungen, In: Forstw. Cbl. 108: S. 125-143, Parey, Hamburg/Berlin.
- MARTICKE, H.-U. (1996): Zur Methodik einer naturschutzrechtlichen Ausgleichsabgabe. In: Natur und Recht. S. 387-399.
- MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Fischer, Stuttgart/Jena/New York.
- MESSERSCHMIDT, K. (1987): Sonderabgaben und Bundesverwaltungsgericht. In: Deutsches Verwaltungsblatt. S. 925-933.
- MEYER-MARQUART, D., FELDWISCH, N. & LENDVACZKY, T. (2006): Vorstudie Rahmenbedingungen und Potenziale für eine natur- und umweltverträgliche energetische Nutzung von Biomasse im Freistaat Sachsen – Entwurf des Abschlussberichtes zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Auftrag des Sächsisches Landesamtes für Umwelt und Geologie Dresden.
- METTE, R. (2004): Biomassepotenziale und Kreislaufwirtschaft. In: Heck, P. & Wern, B. (Hrsg.): Biomassepotenzialstudie Rheinland-Pfalz. Dokumentation zur 3. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, P+H Wissenschaftlicher Verlag, Berlin.
- 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), unveröffentlicht, Birkenfeld.
- MILLER, U. & WALSER, M. (2005): Regionalstrom regionaler Mehrwert durch Umwelt- und Naturschutz. In: Natur und Landschaft, Bd. 80. S. 413ff.
- MINOR, M., R. NORTON, T.A. VOLK, L.P. ABRAHAMSON, & WHITE, E.H. (2002): Impact of willow biomass crops on abundance and diversity of soil microarthropods.- Final Report prepared for the United States Department of Energy, December 2002. Abruf unter: www.esf.edu/willow/PDF/reports/2002%20arthropods.pdf
- MÖNDEL, A. (2006): Ertragsmessungen in Winterroggen der Ertragseinfluss einer Windschutzanlage in der oberrheinischen Tiefebene. Abruf am 20.09.07 unter: www.agroforst.uni-freiburg.de
- MÖNDEL, A. & MAYUS, M. (2006): Landwirtschaftliche Produktionsverfahren in Agroforstsystemen unter mitteleuropäischen Verhältnissen - In: Bemmann, A. & Franke, E. (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - 1. Fachtagung Tharandt, 6. und 7. November 2006. S. 131-138
- MÖNDEL, A. (2007): Ökonomische Bewertung von Agroforstsystemen 2. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen II" 2.-4. Juli 2007 in Freiburg i. Brsg.. S. 59-64
- MUCHOW, T., BECKER, A., SCHINDLER, M. & WETTERICH, F. (2007): Naturschutz in Börde-Landschaften durch Strukturelemente am Beispiel der Kölner-Bucht. Abschlussbericht für die DBU, Bonn.
- MÜHLHOFER, G. (1999): Tagfalter. In: Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V. (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. – Veröffentlichungen des VUBD 1. S. 248-257.
- MÜLLER, C. & MAHLBURG, S. (1999): Der Ausgleich nach § 200a BauGB. In: Umwelt- und Planungsrecht, S. 259-263.
- MÜLLER, J. (1996). Beziehungen zwischen Vegetationsstrukturen und Wasserhaushalt in Kiefern- und Buchenökosystemen. In: Mitt. Bundesforsch. Anst. Forst Holzwirtsch., 185. S. 112-128, Hamburg.
- MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hrsg. 2004): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer). In: FREUDE, H., HARDE, K. W., LOHSE, G. A. & B. KLAUSNITZER: Die Käfer Mitteleuropas. Spektrum, Heidelberg/Berlin.
- MÜLLER-SÄMANN, K.M., REINHARDT, G. & VETTER, R. (2003): Nachwachsende Rohstoffe in Baden-Württemberg: Identifizierung vorteilhafter Produktlinien zur stofflichen Nutzung unter besonderer Berücksichtigung umweltgerechter Anbauverfahren -Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) – Forschungsbericht FZKA-BWPLUS.
- MULSOW, H. (1998). Landschaftsplanerische Betrachtung von Kurzumtriebsplantagen auf der Grundlage von ornithologischen Erhebungen. Diplomarbeit, Institut für Landschaftsentwicklung der TU Berlin.
- MURACH, D. ET AL. (2007): Zukunftsrohstoff Dendromasse Hintergrund und erste Ergebnisse des Verbundprojektes DENDROM. In: Forstarchiv 78. S. 88-94.
- NAIR, P. K. (Hrsg. 1989): Agroforestry systems in the tropics. Forestry Science, Band 31. Kluwer Acad. Publ, Dordrecht.
- OELKE, H. (1980): Siedlungsdichte. In: Berthold, P., Bezzel, E. & Thielke, G. (Hrsg:): Praktische Vogelkunde. S. 34-45, Greven.
- PAFFRATH, A. (2006): Vorfruchtwirkung verschiedener Zwischenfrüchte für den Ökologischen Landbau. Abruf am 21.09.07 unter: www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/pflanzenbau/zwischenfruechte 07.html
- PAULSEN, H. M., DAHLMANN, C. & PSCHEIDL, M. (2003): Anbau von Ölpflanzen im Mischanbau mit anderen Kulturen im ökologischen Landbau. In Freyer, Bernhard (Hrsg.): Ökologischer Landbau der Zukunft -Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. S. 49-52.



- PAULSEN, H. M., SCHOCHOW, M., ULBER, B., KÜHNE, S. & RAHMANN, G. (2006): Mixed cropping systems for biological control of weeds and pests in organic oilseed crops. COR 2006, Aspects of Applied Biology 79. S. 215-220
- PLATEN, R., BLICK, T., BLISS, P., DROGLA, R., MALTEN, A., MARTENS, J., SACHER, P. & WUNDERLICH, J. (1995): Verzeichnis der Spinnentiere (exl. Acarida) Deutschlands (Arachnida: Araneida, Opilionida, Pseudoscorpionida). – Arachnol. Mitt. Sonderband 1. S. 1-55, Basel.
- PÖLKING, A., STIEPEL, B., PREMKE-KRAUS, M., WILL, J., LÜDTKE, S., OPPERMANN, R. & BAUMANN, A. (2006): Bioenergie und Biogasförderung nach dem neuen EEG und ihre Auswirkungen auf Natur und Landschaft, Forschungsprojekt im Auftrag der FNR e.V.: FKZ 22011704. Selbstverlag, Wolfenbüttel.
- PROJEKTGRUPPE ORNITHOLOGIE UND LANDSCHAFTSPLANUNG DER DEUTSCHEN ORNITHOLOGIEN-GESELLSCHAFT (1995): Qualitätsstandards für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in raumbedeutsamen Planungen. NFN Medien-Service Natur, Minden.
- PÜTTSEPP, Ü. (2004): Effects of Sustainable Management Practices on Fine-root Systems in Willow (Salix viminalis, S. dasyclados) Grey Alder (Alnus incana) and Norway Spruce (Picea abies) Stands. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences - Department Of Ecology and Environmental Research, Uppsala (Sweden).
- PUDE, R. (2005): Bedeutung morphologischer, chemischer und physikalischer Parameter sowie ihre Interaktionen zur Beurteilung der Baustoffeignung unterschiedlicher Miscanthus-Herkünfte. In: Beiträge zu Agrarwissenschaften, Bd. 30. Werle, Bad Neuenahr.
- RAUBER, R. & HOF, C. (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.). Göttingen.
- RECK, H. (1990): Zur Auswahl von Tiergruppen als Biodeskriptoren für den tierökologischen Fachbeitrag zu Eingriffsplanungen. In: Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 32. S. 99-119, Bonn-Bad Godesberg.
- RECK, H. (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung. Empfehlungen zum Untersuchungsaufwand und zu Untersuchungsmethoden für die Erfassung von Biodeskriptoren. - Naturschutz und Landschaftsplanung 4. S. 129-135.
- REEG, T. & KONOLD, W. (2007): Agroforstsysteme im Landschaftsbild wie werden sie bewertet, welche Rolle können sie spielen? - 2. Fachtagung "Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen II" 2.-4. Juli 2007 in Freiburg i. Brsg.. S. 77-81
- RIECKEN, U. (Hrsg. 1990): Möglichkeiten und Grenzen der Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen im Rahmen raumrelevanter Planungen. – Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 32. Bonn-Bad Godesberg.
- RIECKEN, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen Grundlagen und Anwendung. - Schr.-R. f. Landschaftspflege u. Naturschutz 36. Bonn-Bad Godesberg.
- RODE, M., SCHNEIDER, C., KETELHAKE, G. & REIßHAUER, D. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung, BfN-Skripten 136. Bonn.
- RÖHRICHT, C. (2007) Anbau schnellwachsender Baumarten zur Energieholzgewinnung. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- RÖHRICHT, CH. & RUSCHER, K. (2004) Einsatz nachwachsender Rohstoffpflanzen als landschaftsgestaltendes Element - Feldstreifenanbau auf großen Ackerschlägen. In: Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 35. S. 99-108.
- RÖSER, B. (1988): Saum- und Kleinbiotope. Ökologische Funktion, wirtschaftliche Bedeutung und Schutzwürdigkeit in Agrarlandschaften. Ecomed, Landsberg.
- ROGGOW, G. (1957): Winterraps-Wintergerste-Gemengeversuch. In: Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin: Versuchs- und Untersuchungsergebnisse 1954-1957.



- ROTH, A.M., D.W. SAMPLE, C.A., RIBIC, L. PAINE, D.J. UNDERSANDER & G.A. BARTELT (2005): Grassland bird response to harvesting switchgrass as a biomass energy crop. In: Biomass and Bioenergy 28. S. 490-498.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (Hrsg. 2007): Sondergutachten Klimaschutz durch Biomasse, Hausdruck, Berlin.
- SAMSON, R. ET AL. (2007): Grasses for Heat Related Energy: a growing GHG mitigation opportunity. Abruf am 24.09.07 unter: reap-canada.com/bio_and_climate_3_2.htm
- SCHÄFER, A. (2006): Agroforstsysteme in Mecklenburg-Vorpommern Flächenauswahl und Flächenpotenziale zur Erzeugung von Strom und Wärme. In: BEMMANN, A. & FRANKE, E. (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen - 1. Fachtagung Tharandt, 6. und 7. November 2006. S. 91-100.
- SCHERZINGER, W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- SCHLUMPRECHT, H. & STRÄTZ C. (1999): Heuschrecken. In: Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V. (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. – Veröffentlichungen des VUBD 1. S. 170-182.
- SCHMITT, A.-K., ULRICH, S., TISCHER, S., HOFMANN, B. & O. CHRISTEN (2006): Beeinflussung bodenphysikalischer Eigenschaften durch Anbau von Pflanzen zur Energiegewinnung. In: VDLUFA-Schriftenreihe 61, Kongressband 2005. S. 295-298, Bonn.
- SCHNECK, J. (2005): Versuchsbericht Erntejahr 2005 vom Versuchsfeld der Fachschule für ökologischen Landbau in Landshut-Schönbrunn. Abruf am 24.09.07 unter: www.oekoschulelandshut.bayern.de/versuchsfeld
- SCHNECK, J. (2006): Versuchsbericht Erntejahr 2006 vom Versuchsfeld der Fachschule für ökologischen Landbau in Landshut-Schönbrunn. Abruf am 24.09.07 unter: www.oekoschulelandshut.bayern.de/versuchsfeld
- SCHNECK, J. (2007a): Versuchsbericht Erntejahr 2007 vom Versuchsfeld der Fachschule für ökologischen Landbau in Landshut-Schönbrunn. Abruf am 10.01.08 unter: www.oekoschulelandshut.bayern.de/versuchsfeld/linkurl 0 0 0 4.pdf
- SCHNECK, J., FACHSCHULE FÜR AGRARWIRTSCHAFT LANDSHUT (2007b): Mündliche Mitteilung vom 10. September 2007.
- SCHOLZ, V., HELLEBRAND, H.J. & HÖHN, A. (2004): Energetische und ökologische Aspekte der Feldholzproduktion. In: Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 35.
- SCHOLZ, V. & LORBACHER, R.F. & SPIKERMANN, H. (2006): Stand der Pflanz- und Erntetechnik für Kurzumtriebsplantagen - In: BEMMANN, A. & FRANKE, E. (2006): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen.- 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen in Tharandt vom 6.-7. 11.2006. S. 149-156.
- SCHULTZE, B., QUINKENSTEIN, A., JOCHHEIM, H., GRÜNEWALD, H., SCHNEIDER, U. & HÜTTL, F. (2006): Wirkung des Anbaus schnell wachsender Baumarten auf den Boden-Wasserhaushalt und die Kohlenstoff-Sequestrierung.- Fachvortrag auf der 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen in Tharandt vom 6.-7. 11.2006.
- SCHULZE-FIELITZ, H. (2007): Umweltschutz im Föderalismus Europa, Bund und Länder. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht. S. 249-259.
- SCHUMACHER, W., Universität Bonn (2007): Mündliche Mitteilung vom 4. September 2007.
- SCHWARZE, H. & RÖHRICHT C. (2006): Untersuchungen zum Pappel- und Weidenanbau im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlichen Flächen.- Fachvortrag auf der 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen in Tharandt vom 6.-7.11.2006.



- SETTELE, J., FELDMANN, R. & REINHARDT R. (1999): Die Tagfalter Deutschlands. Ulmer, Stuttgart.
- SEEWALD, O. (2004): Eingriffe in die Landwirtschaft und der Schutz des Eigentums gem. Art. 14 GG, In: AgrarR.
- SPANG, W. D. (1992): Methoden zur Auswahl faunistischer Indikatoren im Rahmen raumrelevanter Planungen. In: Natur und Landschaft 67(4). S. 158-161.
- SPARWASSER, R.& WÖCKEL, H. (2004a): Zur Systematik der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht. S. 1198-1195.
- SPARWASSER, R. & WÖCKEL, H. (2004b): Einzelmaßnahmen der Eingriffskompensation Möglichkeiten und Grenzen der landesrechtlichen Umsetzung. In: Umwelt- und Planungsrecht. S. 246-252.
- SPEISER, I. & WERN, B. (2004): Abschlussbericht zur Analyse von Biomassepotenzialen der Naturlandstiftung und der Ökoflächenmanagement gGmbH, unveröffentlicht.
- SPIECKER, H. & BRIX, M. (2006a): Landwirtschaftliche Aspekte von Agroforstsystemen und Holzbiomasseproduktion. Abruf am 12.09.2007 unter: www.agroforst.unifreiburg.de/download/projektinformation1.pdf
- SPIECKER, H. ET AL. (2006b): Neue Trends in der Wertholzproduktion In: AFZ-Der Wald 19/2006. S. 1030-1033.
- SPIECKER, H. (2007a): Exkursionsführer Demonstrationsfläche Gündlingen Erziehung von Kirschwertholz. Institut für Waldwachstum der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg i.Brsg.
- SPIECKER, H. (2007b): Exkursionsführer Demonstrationsfläche Breisach "Stockfeld", Institut für Waldwachstum der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg i.Brsg.
- Spurk, C. (2007): Mündliche Mitteilung im Rahmen eines Arbeitsgespräches.
- STATISTISCHES BUNDESAMT & BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2000): Konzepte und Methoden zur Ökologischen Flächenstichprobe – Ebene II: Monitoring von Pflanzen und Tieren. In: Angewandte Landschaftsökologie 33.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2006): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2007): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden.
- STAUFFER, W & SPIESS, E. (2001): Einfluss unterschiedlicher Fruchtfolgen auf die Nitratauswaschung.-Agrarforschung 8 (8). S. 324-329.
- STEPHANY, R. (2003): Ökokonten- und Flächenpoolmodelle Eine steuerliche Betrachtung des Ausgleichsinstrumentariums, AgrarR. S. 361-367.
- STICH, R. (2002): Das neue Bundesnaturschutzgesetz. In: Umwelt- und Planungsrecht. S. 161-168.
- STOLZENBURG, K. (2002): Anbau und Verwertung von Topinambur. In: Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim: Informationen für die Pflanzenproduktion, Sonderheft 1/2002. Eigenverlag.
- STOLZENBURG, K. (2007): Vermarktungsbereiche, Qualitätsanforderungen und pflanzenbauliche Möglichkeiten der Qualitätsbeeinflussung von Topinambur. Vortrag im Rahmen der Int. Grünen Woche Berlin. Abruf am 04.03.08 unter: www.landwirtschaftbw.info/servlet/PB/show/1201872/ltz Vermarktungsbereiche%20Anforderungen%20und%20M%F6glich keiten%20der%20Qualit%E4tsbeeinflussung%20von%20Topinambur.pdf
- SUCHOMEL, C. (2006): Niederwald als Energiequelle- Chancen und Grenzen aus Sicht des Naturschutzes -Diplomarbeit Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften - Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Landespflege, unveröffentlicht.
- SÜDBECK, P., ANDRETZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K. & SUDFELDT C. (Hrsg. 2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell.
- THUM, R. (2005): Abschied vom "funktionellen Zusammenhang" zwischen Eingriffen in Natur und Landschaft und ihrer Kompensation im Rahmen der Bauleitplanung? In: Zeitschrift für Umweltrecht. S. 63-67.



- THUM, R. (2005): Die Eingriffsregelung zur Verringerung des Flächenverbrauchs. In: Natur und Recht. S. 762-768.
- TISCHEW, S., REXMANN, B., SCHMIDT, M. & TEUBERT, H. (2004): Langfristige ökologische Wirksamkeit von Kompensationsmaßnahmen im Straßenbau. Sonderband der Schriftenreihe Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 887. Berlin.
- TRAUTNER, J. & FRITZE, M.-A. (1999): Laufkäfer. In: Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e.V. (Hrsg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. – Veröffentlichungen des VUBD 1. S. 184-195.
- TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G. & BRÄUNICKE, M. (1997): Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands. – Naturschutz und Landschaftsplanung 29 (9). S. 261-273.
- TRESELER, C.-H. (2007): Optimierung ausgewählter Biomasseparameter von Switchgrass (Panicum virgatum L.) für die industrielle Verwertung. Universität Bonn-ILB Press, Bonn.
- UCKERT, G., SCHULER, J., MATZDORF, B., LORENZ, J., HUCKE, I., HILDEBRAND, S., HERMANN, C & WEBER, S. (2007): Grünes Gold im Osten?! – Flächenansprüche von Biomassepfaden durch klimabedingte Ausbauziele und Handlungsoptionen für die Raumordnung, Endbericht ZALF Büro hoch C Landschaftsarchitektur im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung über Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Müncheberg online, Abruf am 18.02.08 unter: www.zalf.de/home_zalf/institute/soz/soz/download.htm.
- UMWELTBUNDESAMT (2007): Umweltkernindikatorensystem, online. Abruf am 28.01.08 unter: www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeldent=2898
- UNSELD, R. (1998): Kurzumtriebsbewirtschaftung auf landwirtschaftlichen Grenzertragsböden: Biomassenproduktion und bodenökologische Auswirkungen verschiedener Baumarten. In: Berichte aus der Agrarwissenschaft. Shaker, Aachen.
- VERHAAG, E., HEMME, F., IRGANG, M., LENZEN, W., SCHOLZ, H. & WENDERDEL, E. (2003): Die Eingriffsregelung aus landwirtschaftlicher Sicht. Johannes Burlage, Münster.
- VEREINIGUNG UMWELTWISSENSCHAFTLICHER BERUFSVERBÄNDE DEUTSCHLANDS E.V. (VUBD, Hrsg. 1999): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen – Empfehlungen zur aufwandsbezogenen Honorarermittlung. Selbstverlag, Nürnberg.
- WAGENER, F. & HECK, P. (2000): Nachwachsende Rohstoffe und lokale Stoffkreisläufe im Stadtgebiet von Dormagen – mit der lokalen Agenda 21 auf dem Weg zum "Zero Emmission Village", unveröffentlicht.
- WAGENER, F. (2005): Stadt-Land-Partnerschaften Engagement für eine vernünftige Entwicklung, im Auftrag der Gemeinde Nettersheim, unveröffentlicht.
- WAGENER, F. (2006): Interkommunales Kompensationsmanagement ein Arbeitspapier für den Projektvorschlag 22 ILEK Region Kalkeifel, im Auftrag der Gemeinde. unveröffentlicht.
- WAGENER, F. (2008a): Naturschutz durch Landbau? In: Heck, P. & Speiser, I. (Hrsg.) Dokumentation 7. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, P+H Wissenschaftlicher Verlag, Berlin.
- WAGENER, F. (2008b): Mehrnutzung statt Konkurrenz, in: DLG-Mitteilungen 02/2008, Frankfurt.
- WAGNER, D., SCHEFFER, K. & WACHENDORF, M. (2006): Ein neues Raps-Nutzungskonzept zur Minimierung der Nitratauswaschung.- In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Bd. 18. S. 102-103.
- WAGNER, S. (2006): Das Ökokonto als Kompensationsmodell in Baden-Württemberg Eine Bestandsaufnahme unter besonderer Berücksichtigung des Entwurfs des neuen Landesnaturschutzgesetzes. In: Verwaltungsblätter für Baden-Württemberg. S. 50-58.
- WEIH, M. (2007): Kurzumtriebsplantagen in Schweden. In Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe", Band 31, Symposium Energiepflanzen 2007, Herausgeber Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Verlag TH. Mann, Gelsenkirchen.



- WEILER, K. & WERN, B. (2003): Rechtliche Erläuterungen zum Aufbau von kompletten Stoffstromketten im Rahmen von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach § 19 ff BNatSchG. Erstellung einer Konzeption zur optimierten Nutzung von Biomasse aus ökologischen Saumstrukturen und extensiven Grasanbau im Rahmen von naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen. Projektstudie im Auftrag der Forstlichen Versuchsanstalt Trippstadt, unveröffentlicht.
- WEILER, K. & WERN, B. (2004): Der Anbau schnellwachsender Hölzer im Rahmen der Eingriffsregelung nach §§ 18 – 21 BNatSchG. In: Heck, P. & Wern, B. (Hrsg.): Biomassepotenzialstudie Rheinland-Pfalz. Dokumentation zur 3. Biomasse-Tagung Rheinland-Pfalz, P+H Wissenschaftlicher Verlag, Berlin.
- WEIß, M. ET AL. (2006): Die Zukunft in unseren Händen 21 Thesen zur Klimaschutzpolitik des 21. Jahrhunderts und ihre Begründungen. Umweltbundesamt (Hrsg.). Abruf am 11.03.08 unter: www.umweltbundesamt.de/klimaschutz
- WILLMS, M., WENKEL K.O. & HUFNAGEL, J. (2007): Verbundprojekt EVA, Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus – Bericht der Arbeitsgruppe Abiotik vor dem 2. Projektbegleitenden Ausschuss am 19.4.2007.- Präsentationsfolien.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT AGRARPOLITIK BEIM BMELV (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik. Gutachten Berlin.
- WÖHE, G. & DÖRING, U. (1996): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Franz Vahlen, München.
- WOLF, R. (1999): Bodenfunktionen, Bodenschutz und Naturschutz Zum Verhältnis von Bodenschutz- und Naturschutzgesetz, In: Natur und Recht 1999. S. 545ff.
- Wolf, R. (2001): Zur Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung, Natur und Recht 2001. S. 481ff.
- WOLF, H. & BÖHNISCH, B. (2004a): Modellvorhaben StoraEnso / Verbundvorhaben Pappelanbau für die Papierherstellung. Förderkennzeichen 95NR142/00NR094. Abschlussbericht.
- WOLF, H. & BÖHNISCH, B. (2004b): Anbau schnellwachsender Gehölze auf stillgelegten landwirtschaftlichen Flächen zur Holzstoffproduktion.- In: BEGEMANN, F. & S. SCHRÖDER (Hrsq.): Produktvielfalt durch Ressourcenvielfalt - Potenziale genetischer Ressourcen - Schriften zu genetischen Ressourcen - Bd. 23. S. 122-132.
- WULF, A. (2001): Die Eignung landschaftsökologischer Bewertungskriterien für die raumbezogene Umweltplanung.

Aktuelle Internetseiten:

www.agroforst.de

www.agropark.org

www.agroforst.uni-freiburg.de

www.agrowood.de

www.biodem.de

www.dendrom.de

www.novalis.forst.uni-goettingen.de

www.miscanthus.de

www.switchgrass.de



Anhang: Ergebnisse der Literatur- und Projektrecherche 6

Die Ergebnisse der Literatur- und Projektrecherche werden im Folgenden in Form standardisierter Datenblätter wiedergegeben. Diese enthalten Rubriken für: Quellenangaben (Autor des Artikels und/oder Name des laufenden Projektes, Internetadresse), Informationen zum Anbausystem (Art der Kulturen, verwendete Pflanzen), Angaben zu allgemeinen Standortbedingungen sowie zu den Bodeneigenschaften der Anbauflächen, eine Kurzbeschreibung des Versuchsaufbaus und der angewendeten Methoden, relevante Ergebnisse.

6.1 Abiotische Objekte

6.1.1 **Boden**

Allgemein 6.1.1.1

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006),

Wolf & Böhnisch (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappel

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer Bodentyp/Bodenart:

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Versuchsfläche(n): Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können (keine

Bodenuntersuchungen).

Beurteilung des Kriteriums Boden anhand von 4 Merkmalen.

Relevante Ergebnisse: Die Auswirkung auf den Boden wird auf allen 5 Plantagen insgesamt positiv

bewertet.

Projekt/Quelle: Novalis (Projekt zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der

Landwirtschaft - Parametrisierung von standorts- und raumbezogenen



Indikatoren zur Optimierung von Bewirtschaftungsstrategien) - Teilprojekt:

Bodenökologie.

Quelle: www.novalis.forst.uni-goettingen.de (2007)

Anbauverfahren: Energieholzanbau

Standort: Zur Abbildung der standörtlichen Vielfalt wird neben unterschiedlichen

> Altersklassen (Neuanpflanzung bis 20 Jahre) ein Klimagradient (atlantischfeucht bis subkontinental-trocken) und eine Abstufung der Bodenqualitäten (arme Sande bis bessere Braunerden) berücksichtigt. Zusätzlich werden

unterschiedliche Landschaftsstrukturen eingebunden.

Bodentyp/Bodenart: Nutzpflanze(n): Versuchsfläche:

Referenz: Acker, Brache

Methode: Erfassung der **standörtlichen** (Lage, Klima, Ausgangsmaterial), **stofflichen**

> (Nährstoffe, Humusgehalt, C-Verteilung, CO2- und N2O-Freisetzung) und bodenphysikalischen (Wasserhaushalt, Verdichtung) Gegebenheiten an

ausgewählten Beispielflächen.

Relevante Ergebnisse:

Projekt/Quelle: BIODEM (Biomasse-Demonstrationsflächen Versuchsund

> Demonstrationsflächen zum Anbau schnell wachsender Baumarten im Kurzumtrieb auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Ein Forschungsprojekt

des forstlichen Fachbereiches der Fachhochschule Eberswalde)

Quelle: www.biodem.de und www.fh-eberswalde.de (2007)

Anbauverfahren: Energieholzanbau

Standort: 14 Versuchs- und Demonstrationsflächen zum Anbau schnell wachsender

> Baumarten im Kurzumtrieb auf unterschiedlichen Standorten in Brandenburg (seit dem Frühjahr 2006). Zur Berücksichtigung lokalklimatischer Einflüsse und Gegebenheiten Verteilung der Flächen auf verschiedene Regionen des Landes Brandenburg. Die auf ehemals ackerbaulich genutzten Standorten bzw. einem Rieselfeld angelegten Versuchs- und Demonstrationsflächen unterscheiden sich vor allem in der Grundwasserverfügbarkeit und der

Bodenqualität.

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Pappel (Populus Weide (Salix spec.), spec.), Robinie (Robinia

pseudoacacia), Eschenblättriger Ahorn (Acer negundo), Weißerle (Alnus

incana) und Götterbaum (Alianthus altissima).

Versuchsfläche: Je nach Untersuchungsfläche wurden 29 bis 35 Sorten bzw. Kultivare

> angepflanzt oder gesteckt. Die Phase I des Projektes umfasst die Anlage der Versuchsflächen bis zur ersten Ernte nach einem Rückschnitt und 3jähriger

Rotation.

Referenz:

Methode: Im Projekt werden ertragskundliche, ökologische und ökonomische

> Zusammenhang Fragestellungen im mit dem Agrarholzanbau in Brandenburg untersucht. Zum ersten Erntezeitpunkt werden erstmalig destruktive, ertragskundliche Messungen am Aufwuchs durchgeführt. Bereits



aktuell finden aber wissenschaftliche Begleituntersuchungen statt. Neben der Auswertung des Anwuchserfolges der angebauten Arten und Sorten werden beispielsweise standortkundliche Parameter erhoben.

Auf Versuchsflächen wurden bodenkundlich-meteorologische Messstationen eingerichtet. Mit deren Hilfe ist es möglich Parameter wie Niederschlag, Globalstrahlung oder Bodenfeuchte kontinuierlich zu

erfassen.

Relevante Ergebnisse:

Autor/Projekt: RÖHRICHT (2007)

(Projekt Anbau schnellwachsender Baumarten zur Energieholzgewinnung,

Laufzeit: 03/2007-03/2010)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Standort: Etablierung einer Energieholzplantage im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch

der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Leistungsstarke Hybridsorten der Pappel und Weide

Versuchsfläche: Eine ca. 10 ha Kurzumtriebsplantage auf einer Ackerfläche. Prüfung von

Kurzumtriebssysteme (3-5jährige Rotation) mit zwei Bestandsdichten:

Block B1 12.000 Stck./ha, Block B2 16.000 Stck./ha

Pro Block: 2 Pappelsorten (Muhle Larsen, Androscoggin), 1 Weidensorte

(Inger), Umtriebszeit: 3, 4, 5 Jahre

Referenz:

Methode: Kontrolle der Bodenfruchtbarkeitsparameter

Relevante Ergebnisse:

Autor/Projekt: RÖHRICHT (2007)

(Projekt Anbau schnellwachsender Baumarten zur Energieholzgewinnung,

Laufzeit: 01/2007-12/2010)

Anbauverfahren: Agroforstsystem

Standort: Demonstrationsanbau schnellwachsender großen Baumarten auf

> Ackerschlägen als Feldstreifen unter Praxisbedingungen des

mitteldeutschen Trockengebietes

Bodentyp/Bodenart: Sandiger Lehm, Ackerzahl 69

Leistungsstarke Hybridsorten der Pappel (Max, Beaupre, Androscoggin, Nutzpflanze:

Hybrid 275, Muhle Larsen), der Korbweide (Salix viminalis – Giganthea) und

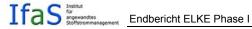
Pionierbaumarten (Schwarzerle – *Alnus glutionosa*)

Versuchsfläche: Schutzstreifenanbau in offener Feldlage

Referenz:

Methode: Kontrolle der Bodenfruchtbarkeitsparameter

Relevante Ergebnisse:



6.1.1.2 Humuskörper

Boelcke et al. (1998), DBU (1998) Autor/Projekt:

Anbauverfahren: Miscanthusanbau Nutzpflanze(n): Miscanthus sinensis

Standort: Miscanthus-Feldversuche auf 4 Standorten verschiedener Naturräume

> (Mecklenburger Deutschlands Grundmoräne, Lüneburger Heide. Mainfränkische Platte). variierenden mit stark Bodenund

Klimaverhältnissen.

Bodentyp: Bodenart:

Versuchsfläche(n): Die Miscanthusbestände waren zu Beginn der 3-jährigen Projektarbeit 4 bis

6 Jahre alt.

Referenz: Variante ohne Miscanthus

Methode: Bodenchemische und bodenphysikalische Merkmale wurden einmal jährlich

> bestimmt. Für entsprechende Laboruntersuchungen dienten insgesamt 150 Beutel- und 600 Stechzylinderproben der Varianten mit und ohne Miscanthus. Die Untersuchungen zum Abbauverhalten Miscanthusrückstände im Boden erfolgten in Modellversuchen unter kontrollierten Laborbedingungen. Sie wurden durch die organische

Stoffgruppenanalyse ergänzt.

Relevante Ergebnisse: Aufgrund der ermittelten Koeffizienten für die Reproduktionswirkung auf den

> Boden-Kohlenstoff in der jährlich anfallenden Menge an Miscanthusrückständen ist Miscanthus als humusmehrende Kulturpflanzenart (jährlich 8,5 t/ha ROS) noch vor Luzerne (6 - 7 t/ha ROS)

einzuordnen.

Autor/Projekt: Unseld (1998)

Kurzumtriebswälder Anbauverfahren: Nutzpflanze(n): Pappel, Erle, Robinie Standort: Grenzertragsboden

Bodentyp: Moor (ehemaliges Niedermoor)

Flachgründige Parabraunerde – Terra Fusca

Horizontabfolge: 0-20 cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizont:), 20-40 cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40 cm: Plattig angeordnete unverwitterte

Kalksteine (Weißjura Epsilon).

Bodenart: Niedermoor: Keine Angaben zur Boden- oder Torfart Flachgründiger Lehm:

Trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm (Parabraunerde).

Mittelgründiger Lehm: Mäßig frischer mittelgründiger Kalkverwitterungslehm

Sand: Sehr trockener flachgründiger sandiger Lehm

Ton: Mäßig frischer bis frischer lehmiger Ton

Versuchsfläche(n): Pappeln, 8 Jahre alt, außer auf Sand auf jeder Bodenart eine

Versuchsfläche



Erlen, 8 Jahre alt, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Robinien, 8 Jahre alt, je eine Versuchsfläche auf Sand und Ton

Referenz: Brache: Unbestockte Teile der KUP, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Acker: In unmittelbarer Nähe zu der KUP mit Pappeln und Erlen auf

flachgründigem Lehm gelegen, eine Versuchsfläche

Buchenwald: Circa 100 Jahre alt, In unmittelbarer Nähe zu der KUP mit Pappeln und Erlen auf flachgründigem Lehm gelegen, eine Versuchsfläche

Methode: Bodensubstanz: Gewinnung von Mischproben

> Hauptdurchwurzelungshorizont. Auf den Versuchsflächen flachgründiger Lehm und mittelgründiger Lehm auch Mischproben aus 10-20 cm und 20-30 cm. Bestimmung des Stickstoffgehaltes (N), des Gehaltes an organischem Kohlenstoff (Corg., aus Gesamtkohlenstoff und Karbonatkohlenstoff), der

Kalium-, Magnesium- und Calcium-Gehalte (im NH4CL-Auszug).

Relevante Ergebnisse: Der Boden unter den stickstoffbindenden Erlen und Robinien hatte im

> Vergleich zu Brache und zu Pappeln deutlich höhere Humus- und Stickstoffgehalte. Unter dem gedüngten Acker waren die Humusgehalte

geringer als unter der Brache.

Autor/Projekt: Jug (1999)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappeln (Balsampappel 'Muhle Larsen'), Weiden (Salix viminalis), Aspe

'Astria'

Standort: Ehemalige Ackerstandorte

> Abbachhof (im südlichen Oberpfälzer Jura) Canstein (im Rheinischen Schiefergebirge)

Wildeshausen (in der Norddeutschen Tiefebene)

Bodentyp:

Bodenart:

Versuchsfläche(n): Bepflanzung ehemaliger Ackerflächen mit schnellwachsenden Baumarten.

Die Pflanzdichten betrugen 16.666 bzw. 8.333 Bäume/ha, bei einer

Umtriebszeit von jeweils 5 Jahren.

Referenz: Ehemalige Ackerfläche.

Intensive bodenkundliche Untersuchungen über die Auswirkung der Methode:

> Faktoren Zeit, Baumart und Düngung auf Parameter der Bodenfruchtbarkeit. Die Ergebnisse beziehen sich auf eine Beobachtungsperiode von 8

(Wildeshausen) bzw. 10 Jahren (Abbachhof und Canstein).

Relevante Ergebnisse: Durch die allmähliche Umwandlung des ehemaligen Ap-Horizonts in einen

> Ah und einen AhBv entsteht in den oberen 30 cm des Bodens eine stärkere Differenzierung: In 0-10cm Tiefe steigen die Humus-Gehalte an, wogegen es in 10-30 cm Tiefe eher zu Humus-Verlusten kommt. Die Humusform unter den Plantagenbaumarten ist Mull, doch ist die sich abzeichnende Erweiterung der C/N-Verhältnisse im Oberboden ein Zeichen dafür, dass

sich die Qualität des Humuskörpers zu verändern beginnt..



Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006)

Wolf & Böhnisch (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappel

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Bodentyp/Bodenart: Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Versuchsfläche(n): Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können (keine

Bodenuntersuchungen).

Beurteilung des Kriteriums Boden anhand von 4 Merkmalen.

Relevante Ergebnisse: Das Merkmal Humusaufbau wurde auf allen 5 Versuchsflächen positiv

bewertet.

Projekt/Quelle: EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren: Energiepflanzen-Fruchtfolgen: Verschiedene 5 Standardfruchtfolgen

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort: Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in

> Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen,

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Standardfruchtfolgen:

> Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen,

Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Ackergras, Artenmischungen (Sommerroggen Sommertriticale, + Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf,



Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale, Sonnenblume, Sudangras, Welsches Weidelgras, Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps,

Topinambur, Zuckerhirse.

Versuchsfläche: Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den

> sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die

Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode: ökologischen Folgewirkungen mit Hilfe Analyse der geeigneter

Bewertungsverfahren. Hier: Erstellung von Humusbilanzen über den Ansatz

von REPRO (Hülsbergen)

Relevante Ergebnisse: Stand Februar 2007: In der ökologischen Begleitforschung hat sich bei den

> abiotischen Betrachtungen bisher eine ausgeglichene bis positive Humusbilanz der einzelnen Fruchtarten in den Fruchtfolgen ergeben. Vorausgesetzt ist eine Gärrestverwertung auf den gleichen Flächen und ein

Energiepflanzenanteil von maximal einem Drittel der Fruchtfolge.

6.1.1.3 Lagerungsdichte

Autor/Projekt: Makeschin (1994) zit. in Unseld (1998)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappel

Standort: Bodentyp:

Bodenart:

Versuchsfläche(n): Mit Pappeln bestockte Fläche 9 Jahre nach der Aufforstung

Referenz: Ackerfläche kurz vor der Aufforstung

Methode:

Neun Jahre nach der Aufforstung war die Lagerungsdichte in den obersten Relevante Ergebnisse:

Bodenhorizonten von ehemals 1.100 auf 1.400g I -1 angestiegen

(physikalische Sackung durch das Eigengewicht des Bodens).

Autor/Projekt: Boelcke et al. (1998), DBU (1998)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau Nutzpflanze(n): Miscanthus sinensis

Standort: Miscanthus-Feldversuche auf 4 Standorten verschiedener Naturräume

> Deutschlands (Mecklenburger Grundmoräne. Lüneburger Heide. Mainfränkische Platte). mit stark variierenden Bodenund

Klimaverhältnissen.

Bodentyp:

Bodenart:



Versuchsfläche(n): Die Miscanthusbestände waren zu Beginn der 3-jährigen Projektarbeit 4 bis

6 Jahre alt.

Referenz: Variante ohne Miscanthus

Methode: Bodenchemische und bodenphysikalische Merkmale wurden einmal jährlich

> bestimmt. Für entsprechende Laboruntersuchungen dienten insgesamt 150 Beutel- und 600 Stechzylinderproben der Varianten mit und ohne

Miscanthus.

Relevante Ergebnisse: Von den bodenphysikalischen Parametern werden die Trockenrohdichte

> (verringert) und die Porosität (erhöht) am deutlichsten beeinflusst, gefolgt von der Wasserretention (erhöht). Ursache für diese Veränderungen sind die langjährige Bodenruhe und die jährliche Rückführung von großen Mengen organischer Substanz (ca. 5 t/ha). Hierdurch wird das Bodenleben angeregt und es bildet sich ein lockeres Bodengefüge mit erhöhten Humusgehalten und hohen Anteilen an biogenen Makroporen aus. In Folge dessen sinkt die Trockenrohdichte der Böden und die gesättigte Wasserleitfähigkeit nimmt

zu.

Autor/Projekt: Unseld (1998)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappel, Erle

Standort: Grenzertragsboden

Bodentyp: Flachgründige Parabraunerde – Terra Fusca

0-20 cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizontabfolge:

> Horizont:), 20-40 cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40 cm: Plattig angeordnete unverwitterte Kalksteine (Weißjura

Epsilon).

Bodenart: Flachgründiger Lehm: Trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm

(Parabraunerde).

Ton: Mäßig frischer bis frischer lehmiger Ton

Mittelgründiger Lehm: Mäßig frischer mittelgründiger Kalkverwitterungslehm

Pappeln, 7-8 Jahre alt, 6-8m hoch, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche Versuchsfläche(n):

Grauerlen 7-8 Jahre alt, 6-8m hoch, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Referenz: Brache: Unbestockte Teile der KUP, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Hochwald: Alter ca. 70-100 Jahre, in unmittelbarer Nachbarschaft zu den

Versuchsflächen gelegen, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Methode: Gewinnung von Stechzylinderproben (100ml) in zwei Bodentiefen: 0-10 cm

und 10-20 cm. Trocknung (105°C) und Wiegen der Proben.

Relevante Ergebnisse: Die Waldböden wiesen im mineralischen Oberboden eine erheblich

geringere Lagerungsdichte auf, als die Varianten der ehemaligen

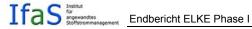
Ackerböden.

Im Vergleich zu den Brache- und Pappelflächen war die Lagerungsdichte unter den Grauerlen, insbesondere auf dem mittelgründigen Standort,

geringer.

Nur unter Grauerle konnten Tendenzen beobachtet werden, die auf eine

Verbesserung der Bodenstruktur hindeuteten.



Autor/Projekt: Kahle & Boelcke (2004), Kahle & Hildebrand (2006) Anbauverfahren:

Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Standort: Drei landwirtschaftlich genutzte Standorte in Mecklenburg-Vorpommern

(Gülzow, Vipperow und Rostock)

Bodentyp: Braunerde aus Moränensand (Gülzow),

> Parabraunerde-Pseudogley Moränensand über Moränenlehm aus

(Vipperow)

Braunerde-Haftnässepseudogley aus Moränensand über Moränenlehm

(Rostock)

Bodenart: Schwach lehmige Sande (Gülzow, Vipperow)

Mittel lehmige Sande (Rostock)

An den drei Standorten werden seit 1986/1987 bzw. 1992/1993 Versuchsfläche(n):

schnellwachsende Bäume (Pappeln und Weiden) im Kurzumtrieb in zwei-,

drei- und sechsjährigen Ernteintervallen angebaut.

Baumlose Parzellen innerhalb der Versuchsfläche bzw. benachbarte Referenz:

konventionell bewirtschaftete Ackerflächen.

Methode: Erfassung des bodenkundlichen Zustands zu Versuchsbeginn und nach 6

> bzw. 10 und 12-jähriger Standdauer der Bäume. Hier: Korngrößenzusammensetzung im Sieb-Pipett-Verfahren nach KÖHN, Bodenart nach DIN 19683/02, Feucht- und Trockenrohdichte (pm u. pd) unter Verwendung von 250 cm3-Stechzylindern; Festsubstanzdichte (ps) wurde mit 2,63 g/cm3 angenommen, Ableitung der Porengrößenverteilung.

Relevante Ergebnisse: Resultierend aus der Anreicherung von organischer Bodensubstanz wiesen

> Böden unter Pappeln und Weiden signifikant Trockenrohdichten und erhöhte Porositäten gegenüber Versuchsbeginn auf. Dies schlug sich in einer signifikanten Erhöhung der für die Wasserversorgung der Bäume relevanten Mittelporenanteile nieder. Deren Anteil war bereits nach 6-jähriger Standdauer der Bäume signifikant erhöht., während die Fein- und Grobporenanteile keine gerichtete Veränderung

zeigten.

Am Standort GUL hielt die Zunahme des Porenvolumens über die gesamte Versuchsdauer (1993-2005) an

und betraf alle Porengrößenklassen. Am Standort VIP war hingegen keine

kontinuierliche Erhöhung der Porosität zu verzeichnen.

Autor/Projekt: Schmitt et al. (2006)

Anbauverfahren: Versuchsanbau

Nutzpflanze(n): Populus nigra spp., Salix viminalis spp., Miscanthus sinensis

Standort: Löß-Schwarzerde im mitteldeutschen Trockengebiet (im Energiepark der

Lehr- und Versuchsstation Bad Lauchstädt der Landwirtschaftlichen Fakultät

der Martin-Luther-Universität, der im Jahr 2000 angelegt wurde).

Bodentyp/Bodenart: Normtschernosem



(Haplic Chernosem, Körnung im Ap-Horizont 21 % Ton, 68 % Schluff, 11 % Sand, Bodenart stark toniger Schluff - Ut4, mittlerer Jahresniederschlag 484 mm und langjährige Jahresmitteltemperatur 8.7 °C im Zeitraum 1896 -1995).

Versuchsfläche(n): Der Versuch besteht aus folgenden Varianten:

- Pappel (Populus nigra spp.), Besatzdichte: 1 Pfl./m2.

- Weide (Salix viminalis spp.), Besatzdichte: 1 Pfl./m2

- Chinaschilf (Miscanthus sinensis), Besatzdichte 1 Pfl./ m2,

Referenz: - Acker (mit Fruchtfolge Winterraps-Wintergerste-Triticale),

- Grünland (Weidelgrasgemisch).

Methode: Die Probenahmen erfolgten auf Flächen mit N-Düngung (133 kg N/ha im

> Jahresmittel bei Ackernutzung ohne Berücksichtigung von Nmin., 100 kg N/ha .a incl. Nmin. bei den übrigen Varianten). Das Grünland erhielt keine Düngung. Die bodenphysikalischen Untersuchungen (u.a. Trockenrohdichte, Wasserretension, gesättigte Wasserleitfähigkeit nach DIN ISO 11272, 11274 und DIN 19683-9) wurden an vertikal entnommenen 250 cm3-Stechzylindern (Probenahme Mai 2004) durchgeführt. Zum gleichen Termin wurde auch die Probenahme zur Ermittlung bodenchemischer und -biologischer Parameter vorgenommen. Sie erfolgte in 0.5- bzw. 1 dm-Abständen bis in 4 dm

Bodentiefe.

Der Anbau von Chinaschilf und der schnellwachsenden Gehölze Pappel und Relevante Ergebnisse:

Weide führt bereits nach 4 Versuchsjahren zu nachweisbaren Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften Schwarzerde. Durch den mehrjährigen Lockerungsverzicht steigt bei den Dauerkulturen in der Oberkrume die Trockenrohdichte an, Luftkapazität, Gesamtgrobporenvolumen, nutzbare Feldkapazität und gesättigte Wasserleitfähigkeit nehmen dagegen ab. In der Unterkrume und dem krumennahen Unterboden ergeben sich bisher keine wesentlichen Differenzierungen zwischen den geprüften Nutzungsarten. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass technogene Belastungen während der Bewirtschaftung (u.a. Gehölzernte) zu erheblichen Bodenstrukturschäden führen können.

Bodenreaktion (pH-Wert) 6.1.1.4

Autor/Projekt: Boelcke et al. (1998), DBU (1998)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau Nutzpflanze(n): Miscanthus sinensis

Standort: Miscanthus-Feldversuche auf 4 Standorten verschiedener Naturräume

> Deutschlands Grundmoräne, Lüneburger (Mecklenburger Heide. Mainfränkische Platte). variierenden Bodenmit stark und

Klimaverhältnissen.

Bodentyp: Bodenart:

Versuchsfläche(n): Die Miscanthusbestände waren zu Beginn der 3-jährigen Projektarbeit 4 bis

6 Jahre alt.

Referenz: Variante ohne Miscanthus



Methode: Bodenchemische und bodenphysikalische Merkmale wurden einmal jährlich

bestimmt.

Relevante Ergebnisse: Unter den etablierten Miscanthusbeständen zeichnete sich zwar eine

> nachhaltige Beeinflussung der chemischen Bodeneigenschaften ab (Erhöhung der C- und N-Gehalte, und des Gehaltes an organischer Bodensubstanz, Anstieg der Kationenaustauschkapazität und des K-Versorgungsgrades), eine Beeinflussung des pH-Wertes wurde jedoch nicht

festgestellt...

Autor/Projekt: Unseld (1998)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Nutzpflanze(n): Pappel, Erle, Robinie Standort: Grenzertragsboden

Moor (ehemaliges Niedermoor) Bodentyp:

Flachgründige Parabraunerde – Terra Fusca

Horizontabfolge: 0-20 cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizont:), 20-40 cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40 cm: Plattig angeordnete unverwitterte

Kalksteine (Weißjura Epsilon).

Bodenart: Niedermoor: Keine Angaben zur Boden- oder Torfart Flachgründiger Lehm:

Trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm (Parabraunerde).

Mittelgründiger Lehm: Mäßig frischer mittelgründiger Kalkverwitterungslehm

Sand: Sehr trockener flachgründiger sandiger Lehm

Ton: Mäßig frischer bis frischer lehmiger Ton

Versuchsfläche(n): Beprobung der festen Bodensubstanz (vgl. Methode) auf folgenden

Versuchsflächen:

Pappeln, 8 Jahre alt, außer auf Sand auf jeder Bodenart eine

Versuchsfläche

Erlen, 8 Jahre alt, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Robinien, 8 Jahre alt, je eine Versuchsfläche auf Sand und Ton

Beprobung des Bodenwassers (vgl. Methode) auf folgenden

Versuchsflächen:

Pappeln, 7-8 Jahre alt, außer auf Sand auf jeder Bodenart eine

Versuchsfläche

Erlen, 7-8 Jahre alt, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Robinien, 8 Jahre alt, je eine Versuchsfläche auf Sand und Ton

Grau-Erlen: Junge Aufwüchse nach Ernte auf 8jährigen Wurzeln, eine

Versuchsfläche auf flachgründigem Lehm

auf Korbweiden: 3jährige Aufwüchse 8jährigen Wurzeln, eine

Versuchsfläche auf flachgründigem Lehm

Referenz: Beprobung der festen Bodensubstanz (vgl. Methode) auf folgenden

Versuchsflächen:

Brache: Unbestockte Teile der KUP, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche



Methode:

Acker: Eine Versuchsfläche auf flachgründigem Lehm, in unmittelbarer Nähe zu der KUP mit Pappeln und Erlen gelegen

Buchenwald: Circa 100 Jahre alt, eine Versuchsfläche auf flachgründigem Lehm, in unmittelbarer Nähe zu der KUP mit Pappeln und Erlen gelegen

Beprobung des Bodenwassers (vgl. Methode) auf folgenden Versuchsflächen:

Brache: Unbestockte Teile der KUP, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Chemische Analyse der festen Bodensubstanz und des Bodenwassers.

Bestimmung des pH-Wertes mittels Glaselektrode.

Relevante Ergebnisse: pH-Werte der festen Bodensubstanz

> Auf den Versuchsflächen Moor, mittelgründiger Lehm und Ton gab es keine eindeutigen Unterschiede zwischen den jeweils beprobten Varianten (Pappel, Erle, Robinie, Brache, Acker).

> Auf der Versuchsfläche flachgründiger Lehm wurde unter den Pappeln im Vergleich zur Brache ein deutlich abgesunkener pH-Wert registriert. Die pH-Werte auf dem Acker und unter den Erlen entsprachen dem Wert der Brache.

> Auf der Versuchsfläche Sand lagen die pH-Werte bei 3,9 (Brache), 3,8 (Robinie) und 3,7 (Erle). Diese geringen Unterschiede fallen aber wegen der logarithmischen Definition des pH-Wertes stärker ins Gewicht als die pH-Wert-Änderungen auf den basenreichen Versuchsflächen. Möglicherweise war der Boden unter den Bäumen etwas saurer als unter der Brache.

pH-Werte im Bodenwasser

Auf der Versuchsfläche Moor waren die pH-Werte unter den Erlen in beiden Tiefen (Hauptwurzelraum, unterhalb Hauptwurzelraum) niedriger als unter den Pappeln und der Brache, die vergleichbare Werte aufwiesen.

Auf der Versuchsfläche flachgründiger Lehm wurden unter den bestockten Flächen (Erle, Pappel) in beiden Bodentiefen niedrigere pH-Werte gemessen als unter der Brache.

Unter den Varianten der Versuchsflächen mittelgründiger Lehm (Brache, Erle, Pappel) und "Ton" (Brache, Erle, Pappel, Robinie) konnten trotz der Nitratbildung unter den Erlen und Robinien keine signifikanten Unterschiede zwischen den pH-Werten beobachtet werden.

Zusammenfassend gilt, dass das Bodenwasser unter den achtjährigen Bäumen nur in einigen Fällen deutlich niedrigere pH-Werte als das Wasser unter der Brache aufwies. Überraschenderweise waren auch unter den stickstoffbindenden Baumarten die pH-Werte noch ähnlich hoch wie unter den anderen Varianten.

Autor/Projekt: Jug (1999)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappeln (Balsampappel 'Muhle Larsen'), Weiden (Salix viminalis), Aspe

'Astria'

Standort: **Ehemalige Ackerstandorte**

Abbachhof (im südlichen Oberpfälzer Jura)



Canstein (im Rheinischen Schiefergebirge)

Wildeshausen (in der Norddeutschen Tiefebene)

Bodentyp:

Bodenart:

Versuchsfläche(n): Bepflanzung ehemaliger Ackerflächen mit schnellwachsenden Baumarten.

Die Pflanzdichten betrugen 16.666 bzw. 8.333 Bäume/ha bei einer

Umtriebszeit von jeweils 5 Jahren.

Referenz: Ehemalige Ackerfläche. Die Ergebnisse beziehen sich auf eine

Beobachtungsperiode von 8 (Wildeshausen) bzw. 10 Jahren (Abbachhof

und Canstein).

Methode: Intensive bodenkundliche Untersuchungen über die Auswirkung der

Faktoren Zeit, Baumart und Düngung auf Parameter der Bodenfruchtbarkeit.

Die Nutzungsänderung von Acker zu Schnellwuchsplantage löste auf allen Relevante Ergebnisse:

> drei Versuchsflächen und für alle getesteten Baumarten einen leichten Rückgang des Boden-pH-Wertes um 0,3 - 0,8 Einheiten bis 30 cm Tiefe

aus, der wohl vor allem in den ersten Jahren ablief.

Kahle & Boelcke (2004), Kahle & Hildebrand (2006) Anbauverfahren: Autor/Projekt:

Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Standort: Drei landwirtschaftlich genutzte Standorte in Mecklenburg-Vorpommern

(Gülzow, Vipperow und Rostock)

Bodentyp: Braunerde aus Moränensand (Gülzow),

> Parabraunerde-Pseudogley Moränenlehm aus Moränensand über

(Vipperow)

Braunerde-Haftnässepseudogley aus Moränensand über Moränenlehm

(Rostock)

Bodenart: Schwach lehmige Sande (Gülzow, Vipperow)

Mittel lehmige Sande (Rostock)

Versuchsfläche(n): An den drei Standorten werden seit 1986/1987 bzw. 1992/1993

schnellwachsende Bäume (Pappeln und Weiden) im Kurzumtrieb in zwei-,

drei- und sechsjährigen Ernteintervallen angebaut.

Baumlose Parzellen innerhalb der Versuchsfläche bzw. benachbarte Referenz:

konventionell bewirtschaftete Ackerflächen.

Methode: Erfassung des bodenkundlichen Zustands zu Versuchsbeginn und nach 6

bzw. 10 und 12-jähriger Standdauer der Bäume. Hier: Messung des pH-

Wertes in 0,01 M CaCl2.

Im Hinblick auf die pH-Werte trat das in anderen Versuchen in Deutschland Relevante Ergebnisse:

beobachtete Absinken bisher nicht ein.

Autor/Projekt: Schwarze & Röhricht (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden



Standort: Kalkreuth, Landkreis Riesa-Großenhain

Bodentyp:

Bodenart: Stark sandigen Lehm (SL) der Ackerzahl 49

Versuchsfläche(n): Prüfung verschiedener Pappel- und Weidensorten im zwei- und dreijährigen

> Umtrieb hinsichtlich ihrer Ertragsleistung seit 1995. Entsprechend dieser Mini-Rotationsform wurde eine hohe Bestandsdichte(17.778 Bäume/ha) gewählt. Zur Pflanzung sind Steckruten von 100 – 125 cm Länge verwendet

worden.

Referenz: Ehemalige Ackerfläche.

Methode: Messungen des pflanzenverfügbaren Nährstoffgehaltes in der Ackerkrume

der Versuchsfläche.

Relevante Ergebnisse: Der pH-Wert in der (ehemaligen) Ackerkrume hat sich im Versuchszeitraum

1995 bis 2006 leicht rückläufig entwickelt.

Bodeninhaltsstoffe 6.1.1.5

Autor/Projekt: Boelcke et al. (1998), DBU (1998)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau Nutzpflanze(n): Miscanthus sinensis

Standort: Miscanthus-Feldversuche auf 4 Standorten verschiedener Naturräume

> Deutschlands (Mecklenburger Grundmoräne. Lüneburger Heide. Mainfränkische Platte). stark variierenden Bodenmit und

Klimaverhältnissen.

Bodentyp: Bodenart:

Versuchsfläche(n): Die Miscanthusbestände waren zu Beginn der 3-jährigen Projektarbeit 4 bis

6 Jahre alt.

Referenz: Variante ohne Miscanthus

Methode: Bodenchemische und bodenphysikalische Merkmale wurden einmal jährlich

> bestimmt. Für entsprechende Laboruntersuchungen dienten insgesamt 150 Beutel- und 600 Stechzylinderproben der Varianten mit und ohne Miscanthus. Die Untersuchungen zum Abbauverhalten der Miscanthusrückstände im Boden erfolgten in Modellversuchen unter kontrollierten Laborbedingungen. Sie wurden durch die organische

Stoffgruppenanalyse ergänzt.

Relevante Ergebnisse: Die Ergebnisse zur Mineralisierung der Miscanthusrückstände zeigen, dass

> C-Abbauraten wie bei der in der Landwirtschaft bekannten Strohzersetzung erreicht werden. Allerdings bestehen Unterschiede in der N-Immobilisation. Beim Abbau der Miscanthusrückstände wird soviel Stickstoff frei, dass der N-Bedarf der Mikroben im Mineralisierungsprozeß nahezu gedeckt wird. Die jährlich potenziell anfallende N-Menge kann mit ca. 60 kg/ha allein aus den Vorernteverlusten kalkuliert werden, für >8 bis 10 Jahre alte Bestände kommt die gleiche Menge aus der Rhizom- und Wurzelzersetzung hinzu. Daraus resultiert: N-Düngungsmaßnahmen werden nicht ertragswirksam, solange die Wachstumsfaktoren Wasser und Temperatur limitierend wirken. Unter den natürlichen Produktionsbedingungen der untersuchten deutschen

Standorte kann eine N-Düngung nicht empfohlen werden.



Unter den etablierten Miscanthusbeständen zeichnete sich eine nachhaltige Beeinflussung der chemischen Bodeneigenschaften ab. C- und N-Gehalte sowie der Gehalt an organischer Bodensubstanz waren deutlich erhöht auf Standorten mit sandigen Böden. Der Anstieg Kationenaustauschkapazität und des K-Versorgungsgrades der Böden wird mit Zusammenhang der großen Menge zugeführter an reproduktionswirksamer organischer Substanz gesehen. Eine Beeinflussung des pH-Wertes und des P-Gehaltes wurde nicht festgestellt...

Autor/Projekt: Unseld (1998)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Pappel, Erle, Robinie Nutzpflanze(n): Standort: Grenzertragsboden

Moor (ehemaliges Niedermoor) Bodentyp:

Flachgründige Parabraunerde - Terra Fusca

Horizontabfolge: 0-20 cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizont:), 20-40 cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40 cm: Plattig angeordnete unverwitterte

Kalksteine (Weißjura Epsilon).

Bodenart: Niedermoor: Keine Angaben zur Boden- oder Torfart Flachgründiger Lehm:

Trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm (Parabraunerde).

Mittelgründiger Lehm: Mäßig frischer mittelgründiger Kalkverwitterungslehm

Sand: Sehr trockener flachgründiger sandiger Lehm

Ton: Mäßig frischer bis frischer lehmiger Ton

Versuchsfläche(n): Beprobung der festen Bodensubstanz (vgl. Methode) auf folgenden

Versuchsflächen:

Pappeln, 8 Jahre alt, außer auf Sand auf jeder Bodenart eine

Versuchsfläche

Erlen, 8 Jahre alt, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Robinien, 8 Jahre alt, je eine Versuchsfläche auf Sand und Ton

Beprobung des Bodenwassers folgenden (vgl. Methode)

Versuchsflächen:

Pappeln, 7-8 Jahre alt, außer auf Sand auf jeder Bodenart eine

Versuchsfläche

Erlen, 7-8 Jahre alt, außer auf Sand auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Robinien, 8 Jahre alt, eine Versuchsfläche auf Ton

Grau-Erlen: Junge Aufwüchse nach Ernte auf 8jährigen Wurzeln, eine

Versuchsfläche auf flachgründigem Lehm

Korbweiden: 3jährige Aufwüchse 8jährigen eine auf Wurzeln,

Versuchsfläche auf flachgründigem Lehm

Referenz: Beprobung der festen Bodensubstanz (vgl. Methode) auf folgenden

Referenzflächen:

Brache: Unbestockte Teile der KUP, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche



Methode:

Acker: In unmittelbarer Nähe zu der KUP mit Pappeln und Erlen auf flachgründigem Lehm gelegen, eine Versuchsfläche

Buchenwald: Circa 100 Jahre alt, In unmittelbarer Nähe zu der KUP mit Pappeln und Erlen auf flachgründigem Lehm gelegen, eine Versuchsfläche

Beprobung des Bodenwassers (vgl. Methode) auf folgenden Referenzflächen:

Brache: Unbestockte Teile der KUP, auf jeder Bodenart eine Versuchsfläche

Chemische Analyse der festen Bodensubstanz und des Bodenwassers.

Bodensubstanz: Gewinnung von Mischproben Hauptdurchwurzelungshorizont. Auf den Versuchsflächen flachgründiger Lehm und mittelgründiger Lehm auch Mischproben aus 10-20 cm und 20-30 cm. Bestimmung des Stickstoffgehaltes (N), des Gehaltes an organischem Kohlenstoff (Corg., aus Gesamtkohlenstoff und Karbonatkohlenstoff), der Kalium-, Magnesium- und Calcium-Gehalte (im NH4CL-Auszug).

Bodenwasser:

Gewinnung des Bodenwassers mit Saugkerzen. Untersuchung auf folgende Größen: Nitrat, Sulfat, Phosphor, Chlor, Ammonium, Gesamtstickstoff, gelöste organische Kohlenstoffe (DOC), Kalium, Calcium und Magnesium.

Relevante Ergebnisse: Feste Bodensubstanz

> Der Boden unter den stickstoffbindenden Erlen und Robinien hatte im Vergleich zu Brache und zu Pappeln deutlich höhere Humus- und Stickstoffgehalte

> Bei den Gehalten an metallischen Kationen war kein deutlicher systematischer Einfluss der Bestockung auf den austauschbaren Pool nachweisbar.

Bodenwasser

Im Bodenwasser wurden unter Erlen und Robinien im Vergleich zur Brache deutlich höhere Nitratkonzentrationen gemessen. Unter Pappeln waren auf zwei Versuchsstandorten die Nitratkonzentrationen so gering, dass eine schlechte Stickstoffversorgung vermutet wurde.

Mit Ausnahme der Magnesiumkonzentrationen auf der Versuchsfläche flachgründiger Lehm war die Basenversorgung offensichtlich auf allen Standorten Deutliche zu verstärkten gut. Tendenzen einer Basenauswaschung unter Erlen konnten nicht beobachtet werden.

Autor/Projekt: Jug (1999)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappeln (Balsampappel 'Muhle Larsen'), Weiden (Salix viminalis), Aspe

'Astria'

Standort: **Ehemalige Ackerstandorte**

> Abbachhof (im südlichen Oberpfälzer Jura) Canstein (im Rheinischen Schiefergebirge)

Wildeshausen (in der Norddeutschen Tiefebene)

Bodentyp:



Bodenart:

Bepflanzung ehemaliger Ackerflächen mit schnellwachsenden Baumarten. Versuchsfläche(n):

Die Pflanzdichten betrugen 16.666 bzw. 8.333 Bäume/ha bei einer

Umtriebszeit von jeweils 5 Jahren.

Referenz: Ehemalige Ackerfläche.

Methode: Intensive bodenkundliche Untersuchungen über die Auswirkung der

> Faktoren Zeit, Baumart und Düngung auf Parameter der Bodenfruchtbarkeit. Die Ergebnisse beziehen sich auf eine Beobachtungsperiode von 8

(Wildeshausen) bzw. 10 Jahren (Abbachhof und Canstein).

Relevante Ergebnisse: Durch die allmähliche Umwandlung des ehemaligen Ap-Horizonts in einen

> Ah und einen AhBv entsteht in den oberen 30 cm des Bodens eine stärkere Differenzierung: In 0-10cm Tiefe steigen die Humus- und N-Gehalte an, die pH-Werte und die Basensättigung gehen dagegen überwiegend zurück. Durch die vermehrte Anlieferung von Laub- und Wurzelstreu mit höherem C/N-Verhältnis ist die Humusakkumulation in 0-10cm mit einer Erhöhung der C/N-Relationen verknüpft. In den tieferen Lagen (10-30cm) kommt es eher zu Humus- und N-Verlusten und einer Verengung des C/N-Verhältnisses. Die KAK sank meist in den Horizonten, in denen sich Humus anreicherte, da

gleichzeitig der pH-Wert zurückging.

Autor/Projekt: Kahle & Boelcke (2004), Kahle & Hildebrand (2006) Anbauverfahren:

Kurzumtriebswälder

Pappeln, Weiden Nutzpflanze(n):

Standort: Drei landwirtschaftlich genutzte Standorte in Mecklenburg-Vorpommern

(Gülzow, Vipperow und Rostock)

Braunerde aus Moränensand (Gülzow), Bodentyp:

> Parabraunerde-Pseudogley aus Moränensand über Moränenlehm

(Vipperow)

Braunerde-Haftnässepseudogley aus Moränensand über Moränenlehm

(Rostock)

Bodenart: Schwach lehmige Sande (Gülzow, Vipperow)

Mittel lehmige Sande (Rostock)

An den drei Standorten werden seit 1986/1987 bzw. 1992/1993 Versuchsfläche(n):

schnellwachsende Bäume (Pappeln und Weiden) im Kurzumtrieb in zwei-,

drei- und sechsjährigen Ernteintervallen angebaut.

Baumlose Parzellen innerhalb der Versuchsfläche bzw. benachbarte Referenz:

konventionell bewirtschaftete Ackerflächen.

Methode: Erfassung des bodenkundlichen Zustands zu Versuchsbeginn und nach 6

> bzw. 10 und 12-jähriger Standdauer der Bäume. Hier: Ct- und Nt-Gehalt; ermittelt über Elementaranalyse; CaCO3 nach SCHEIBLER; OBS (Gehalt an organischer Bodensubstanz): Corg. x 1,724; Gehalt an pflanzenverfügbaren

Nährstoffen P, K (DL-Extrakt) und Mg (CaCl2-Extrakt).

An den Standorten Vipperow und Rostock erfolgten in den Jahren 2000 bzw. 2002 zudem tiefenabhängige Bodenprobenahmen (0 - 100 cm in 10 cm -

Intervallen) zur Untersuchung der C-und N-Verteilung im Boden.



Relevante Ergebnisse:

Die Untersuchungen belegen signifikant erhöhte Corg.-Gehalte der Oberböden im Ergebnis angelieferter Laub- und Wurzelstreumassen und fehlender Bodenbearbeitung. Die Differenzierung des Oberbodens geht mit einer Aufweitung der C/N-Verhältnisse über die Versuchszeit einher. Mit zunehmender Bodentiefe nehmen die C- und N-Gehalte rasch ab und nähern sich den Verhältnissen der benachbarten Ackerböden an.

Die P-, K- und Mg-Gehalte unterliegen insgesamt geringen Variationen. Obwohl die Flächen seit 1992/1993 nicht gedüngt worden sind, bleibt die Einstufung in die LUFA-Gehältsklassen unverändert.

Die Nährstoffversorgung und der Reaktionszustand der Böden lassen bisher nachteiligen Beeinflussungen durch Anlage von Kurzumtriebsplantagen erkennen.

Autor/Projekt: Schwarze & Röhricht (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Standort: Kalkreuth, Landkreis Riesa-Großenhain

Bodentyp:

Bodenart: Stark sandigen Lehm (SL) der Ackerzahl 49

Versuchsfläche(n): Prüfung verschiedener Pappel- und Weidensorten im zwei- und dreijährigen

> Umtrieb hinsichtlich ihrer Ertragsleistung seit 1995. Entsprechend dieser Mini-Rotationsform wurde eine hohe Bestandsdichte(17.778 Bäume/ha) gewählt. Zur Pflanzung sind Steckruten von 100 – 125 cm Länge verwendet

worden.

Referenz: Ehemalige Ackerfläche.

Methode: Messungen des pflanzenverfügbaren Nährstoffgehaltes in der Ackerkrume

der Versuchsfläche.

Das Erntegut der Pappel- und Weidensorten wies zwar im Vergleich zu Relevante Ergebnisse:

> landwirtschaftlichen Kulturen (Getreide, Futtergräser) niedrige Gehalte an den Hauptnährstoffen N, P, K, Mg und Ca auf, doch führten die Nährstoffentzüge mit dem Erntegut dazu, dass sich mit Ausnahme des hohen Kaliumgehaltes der P- und Mg-Gehalt sowie der pH-Wert in der Ackerkrume im Versuchszeitraum 1995 bis 2006 leicht rückläufig entwickelt

haben.

Autor/Projekt: Schwarze & Röhricht (2006)

> Projekt zur Prüfung von Anbau- und Verwertungsalternativen für schwermetallbelastete Flächen im Bereich nachwachsender Rohstoffe.

Start: Frühjahr 2005.

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Bodentyp:

Standort:

Bodenart: Sandiger Lehm der Ackerzahl 45

Sachsen

Versuchsfläche(n): Die Versuchsfläche, eine mehrfach schwermetallbelastete Fläche (Arsen,

Cadmium, Nickel, Blei), umfasst insgesamt zwei Hektar. Es wurden drei



Pappelsorten (Weser 6, Max 3, Hybride 275) und fünf Weidensorten (Jorr, Sven, Tora, Tordis, Gudrun) angebaut. Zur Pflanzung der Sorten kamen Steckhölzer zum Einsatz. Die Pflanzstärke betrug 12.000 Stck/ha. Geplant

ist eine mittlere Umtriebszeit von vier bis sechs Jahren.

Referenz: Schwermetallbelastete Fläche

Methode: Entsprechend der Zielstellung sollen Zuwachs- und Ertragsleistung sowie

> die Schwermetallaufnahme durch die schnellwachsenden Baumarten geprüft werden. Nach vierjährigem Umtrieb werden sortenspezifisch die Erträge,

Nährstoff- und Schwermetallentzüge ermittelt.

Relevante Ergebnisse:

Autor/Projekt: EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren: Verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen: 5 Standardfruchtfolgen

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort: Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in

> Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg. Sachsen.

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Standardfruchtfolgen:

> Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen,

Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Artenmischungen (Sommerroggen Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale. Sonnenblume, Sudangras, Welsches Weidelgras. Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps,

Topinambur, Zuckerhirse.

Versuchsfläche: Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den

> sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die

Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode: Analyse abiotischen Folgewirkungen Hilfe der mit geeigneter

Bewertungsverfahren. Hier: Erstellung von Nährstoffbilanzen (N, P, K, Mg,

S) über einen eigenen noch zu entwickelten Ansatz.



Feldversuche bzw. Erhebungen auf Praxisschlägen zur

Entwicklung/Anpassung der Bewertungsverfahren:

Bestandesstruktur: Deckungsgrad Kultur, Unkraut, Bestandeshöhe, Bestandesdichte,

2-3 Mal in der Vegetationsperiode

Bestandesentwicklung durch Zeiternten: TM, Bodenwerte: Nmin., Wassergehalt, 2-3

Mal in der Vegetationsperiode

Erntegutanalyse: Erträge, Elementaranalyse (Makro-, Mikronährstoffe, Mineralstoffe),

erweiterte Weender Futtermitteanalyse, Heizwert

Bodenuntersuchungen: Nmin., Smin., P, K, Mg

Standortaufnahme

Wetterdaten

Bewirtschaftungsmaßnahmen

Relevante Ergebnisse:

6.1.1.6 Durchwurzelung

Autor/Projekt: Boelcke et al. (1998), DBU (1998)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau Nutzpflanze(n): Miscanthus sinensis

Standort: Miscanthus-Feldversuche auf 4 Standorten verschiedener Naturräume

> Deutschlands (Mecklenburger Grundmoräne, Lüneburger Heide, Mainfränkische Platte) stark variierenden Bodenund

Klimaverhältnissen.

Bodentyp: Bodenart:

Versuchsfläche(n): Die Miscanthusbestände waren zu Beginn der 3-jährigen Projektarbeit 4 bis

6 Jahre alt.

Referenz: Variante ohne Miscanthus

Methode: Die unterirdische Miscanthusmasse (Rhizome und Wurzeln) wurde im

Frühjahr vor dem Wiederaustrieb bestimmt.

Relevante Ergebnisse: Die Biomasse des unterirdischen Speichersystems, das aus mindestens 3

> vitalen Rhizomgenerationen besteht, wird über mehrere Jahre gespeichert. In den 7 und 8 Jahre alten Beständen waren im Krumenbereich (ca. 25 cm Bodentiefe) 10 bis 20 t/ha Rhizommaterial akkumuliert. Der Anteil postmortaler Teile lag im Untersuchungszeitraum erst bei maximal 7 %, was auf eine Rhizom-Lebensdauer von 5 - 6 Jahren hinweist. Die Wurzelmasse

kann mit 6 - 8 t/ha Trockenmasse kalkuliert werden.

Autor/Projekt: Unseld (1998)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze: Pappel (Balsampappelhybride Androscoggin), Grauerle

Standort: Grenzertragsboden

Bodentyp Flachgründige Parabraunerde – Terra Fusca



Horizontabfolge: 0-20 cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizont:), 20-40 cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40cm: Plattig angeordnete unverwitterte

Kalksteine (Weißjura Epsilon.

Bodenart: 1. Flachgründiger Lehm (trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm).

Eingeschränkte Bodengründigkeit ab 20-25 cm Tiefe durch dichten Bt-

Horizont, der zeitweise Wasserstau verursachen konnte.

2. Mittelgründiger Lehm mittelgründiger (mäßig frischer.

Kalkverwitterungslehm). Potenzieller Wurzelraum bis 60cm Bodentiefe.

Versuchsfläche(n): 1. Pappeln (jeweils eine Fläche pro Bodenart), 2. Grauerlen (jeweils eine

Fläche pro Bodenart)

Zu Beginn der Untersuchungen (Juni 1994) waren die Bäume 7-8 Jahre alt und 6-8 m hoch. Im Winter 1995/96 wurden sämtliche Pappeln und ein Teil

der Grauerlen geerntet.

Referenz: keine

Methode: Zeitraum der Untersuchung: September/Oktober 1996. Ausgraben der

> Wurzeln nach der Profilwandmethode: Ausheben einer Profilgrube zwischen zwei Pflanzreihen auf einer Länge von 1m mit der Längsseite der Grube parallel zu den Pflanzreihen. Abgraben der zwei Grubenseiten in den Abständen 30/50/80cm, Breite der abgegrabenen Seite je 10cm. Gewinnung der Wurzeln. Zählen und Längenmessung der Wurzeln nach Wurzelklassen: Feinst- (<1mm), Fein- (1-2mm), Schwach- (2-5mm) und Grobwurzeln (>5mm. Trocknung bei 60°C für Nährstoffanalyse und 105°C zur Ermittlung des Trockengewichtes. Abtrennung der Actinomycetenver-dickungen von den Erlenwurzeln, Trocknung und Wiegung der Actinomyceten. Wiegen der

Wurzeln.

Auf beiden Standorten wurde von den beiden Baumarten lediglich der Relevante Ergebnisse:

> Oberboden (oberste 20 cm) intensiv durchwurzelt. Eine gute Erschließung des potenziell möglichen Wurzelraumes war nach acht Jahren unter beiden

Baumarten nicht zu beobachten.

Die Wurzeln der Grauerlen waren in allen Bodenhorizonten meist zahlreicher

als die Pappelwurzeln.

Autor/Projekt: Püttsepp (2004) zit. in Meyer-Marquart & Feldwisch (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Estland und Schweden Standort:

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Weiden (Salix viminalis, Salix dasyclados), Grauerle (Alnus incana)

Referenz: Etablierte Waldökosysteme

Methode: Untersuchungen zum Feinwurzelsystem und zur Ektomykorrhiza

Relevante Ergebnisse: Die Diversität der Ektomykorrhiza-Pilze ist in den Plantagen im Vergleich zu

> etablierten Waldökosystemen gering. Dieses Ergebnis unterstreicht den Übergangscharakter der Böden unter Kurzumtriebsplantagen von Acker- zu

Waldböden.



6.1.2 Klima / Luft

Mikro- und Mesoklima 6.1.2.1

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006)

Wolf & Böhnisch (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer Bodentyp/Bodenart:

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Nutzpflanze: Pappel

Versuchsfläche: Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können (keine

Messungen).

Beurteilung des Kriteriums Klima anhand 1 Merkmals.

Die Auswirkung auf das Klima (Verbesserung des Mikroklimas) wird auf Relevante Ergebnisse:

allen 5 Versuchsflächen positiv bewertet.

Autor/Projekt: Röhricht & Ruscher (2004), Schwarze & Röhricht (2006)

Anbauverfahren: Feldstreifen mit schnellwachsenden Baumarten

Standort: Eine für den mitteldeutschen Raum typische, durch Großschläge geprägte

> offene Agrarlandschaft. Sie umfasst das Gebiet der Elbniederung bei Torgau und Ausläufer der Leipziger Tieflandsbucht. Es ist durch niederschlagsarme

und warme Witterungsbedingungen gekennzeichnet

Der Versuchsschlag ist ein fruchtbarer sandiger Lehm (Ackerzahl 59), der Bodentyp/Bodenart:

> teilweise in reinen Lehm (Ackerzahl 84) übergeht. Die Ackerkrume weist einen für die Bodenart guten Reaktionszustand (pH 6,2) und Versorgungszustand mit Nährstoffen (Phosphor 14,4 mg P/100g; Kalium 19,0 mg K/100g; Magnesium 10,6 mg Mg/100g Boden) auf. Während der fruchtbare, tiefgründige, wasserführende Boden Wachstumsvoraussetzungen für schnellwachsende Baumarten bietet, sind

die Niederschlagsbedingungen suboptimal.

Nutzpflanze: Pappeln (Populus balsamifera, Pappelklon 'Max 3'), Weiden (Salix viminalis,

Weidenklon Zieverich)



Versuchsfläche: Ein 40 ha großer Schlag des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch der

> Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Der Feldstreifen (8m breit und 200m lang) wurde im Jahre 2002 an die Geometrie des Schlages

angepasst quer zur Hauptwindrichtung angelegt.

Referenz: Offene Agrarlandschaft

Methode: Mehrjährige Beobachtung des Mikroklimas und der Kulturpflanzen- und

Ertragsentwicklung im Streifenabschnitt.

Untersuchte Parameter:

Einfluss des Feldstreifens auf das Mikroklima im angrenzenden 20 m tiefen Feldabschnitt: Luftfeuchte-/ Temperatursensor, Windgeschwindigkeitsmesser, Messwertgeber Globalstrahlung (Schattenwirkung des Streifens), Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens

(Bodentemperatur, Bodenfeuchte), Niederschlagsmesser.

Relevante Ergebnisse: Wie die Messdaten (2004, 2005) der in Höhe des Streifens und im offenen

Feld stehenden Wetterstationen deutlich machen, geht von diesem Streifen

eine über das ganze Jahr nachweisbare windbremsende Wirkung aus.

6.1.2.2 Makroklima

Projekt/Quelle: DENDROM (Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die

nachhaltige energetische und stoffliche Verwendung von Dendromasse aus

Wald und Feldgehölzen - 06/2005 - 05/2008).

Quelle: www.dendrom.de (2007), Murach et al. (2007), Schultze et al. (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantagen

Standort:

Bodentyp/Bodenart: Lehmige und tonige Sande

Nutzpflanze(n): Pappel, Robinie

Versuchsfläche:

Referenz: Feldfrucht (Roggen)

Methode: Mithilfe des noch in der Entwicklung befindlichen Modells Shortcar werden

> unterschiedlichen Komponenten des Kohlenstoffkreislaufs Kurzumtriebsplantagen untersucht. Die bisherigen Modellläufe stützen sich Versuchsstandorten ermittelten Ertragsfunktionen. Parametrisierung basiert jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch überwiegend auf Daten aus der Literatur. In einem weiteren Schritt werden daher im Rahmen umfangreicher Feldstudien erarbeitete Datensätze genutzt, um das Modell weiter anzupassen und einen stärkeren Bezug zu

den regionalen Gegebenheiten herzustellen.

Relevante Ergebnisse: (Noch) keine Ergebnisse aus Felduntersuchungen

> Bereits im gegenwärtigen Entwicklungsstadium lässt sich mithilfe des Modells ableiten, dass der Anbau schnell wachsender Baumarten im Kurzumtrieb sowohl bei flächenhaftem Anbau als auch als Komponente in Agroforstsystemen ein erhebliches Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung besitzt. Bei gegebenen Standortsverhältnissen liegt die C-Sequestrierung von Agrargehölzflächen in der Regel über der traditionell bewirtschafteter land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen. Zwischen den Baumarten

Robinie und Pappel bestehen gleichwohl erhebliche Unterschiede.



6.1.3 Wasser

6.1.3.1 **Bodenwasserhaushalt**

Projekt/Quelle: DENDROM (Systemische Analyse, Leitbilder und Szenarien für die

nachhaltige energetische und stoffliche Verwendung von Dendromasse aus

Wald und Feldgehölzen - 06/2005 - 05/2008).

Quelle: www.dendrom.de (2007), Murach et al. (2007), Schultze et al. (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantagen

Standort:

Bodentyp/Bodenart: Lehmige und tonige Sande

Nutzpflanze(n): Pappel, Robinie

Versuchsfläche:

Feldfrucht (Roggen) Referenz:

Methode: Berechnung von Sickerwasserraten mithilfe des forsthydrologischen

> Wasserhaushaltsmodells COUPMODEL (Jansson u. Karlberg 2001) im Kurzumtrieb. Simulationsszenarien für Robinie und Pappel im 9-jährigen Umtrieb sowie für Feldfrüchte und Robinie und Pappel im 3-jährigen Umtrieb

jeweils für (IS bzw. tS).

Relevante Ergebnisse: Keine Ergebnisse aus Felduntersuchungen

> Durch den Anbau von Agrargehölzen in engen Pflanzverbänden ergeben sich keine wesentlichen negativen Wirkungen Grundwasserneubildung. Im Vergleich zu Ergebnissen von Müller (1996) zur Tiefensickerung unter Kiefer kann festgestellt werden, dass die Sickerraten speziell bei Pappel je nach Simulationsszenario (Umtriebszeit, Boden) mit denen junger Kiefernkulturen vergleichbar sind und somit deutlich unter denen von Ackerkulturen am selben Standort liegen. Gleichzeitig wird deutlich, dass es auch signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Umtriebszeiten und den beiden betrachteten schnellwachsenden Baumarten

gibt.

Autor/Projekt: Boelcke et al. (1998), DBU (1998)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau Nutzpflanze(n): Miscanthus sinensis

Standort: Miscanthus-Feldversuche auf 4 Standorten verschiedener Naturräume

> Deutschlands (Mecklenburger Grundmoräne, Lüneburger Heide. Mainfränkische Platte). mit stark variierenden Bodenund

Klimaverhältnissen.

Bodentyp: Bodenart:

Versuchsfläche(n): Die Miscanthusbestände waren zu Beginn der 3-jährigen Projektarbeit 4 bis

6 Jahre alt.

Variante ohne Miscanthus Referenz:



Methode:

Direkt am Versuchsort erfolgte jährlich mehrmals die Merkmalserfassung zur Biomassebildung und Inhaltsstoffveränderung sowie zur Bodenfeuchte und Witterung. Die Bodenwassergehalte wurden in 30, 60 und 90 cm Tiefe zu 4 Terminen von Ende April bis Anfang November gemessen (TDR-Meßgerät). Sie dienten der Anpassung des Simulations-Modells LEACHM, das zur Modellierung des Bodenwasserhaushaltes genutzt wurde.

Relevante Ergebnisse:

Limitierender Wachstumsfaktor für Miscanthus zur landwirtschaftlichen Nutzung ist das Wasser. Der Verdunstungsfaktor, der PAN-Faktor des LEACHM-Modells, lag in den untersuchten Umwelten zwischen 2,2 und 2,5 und damit deutlich über dem von Kartoffeln (1,45 - 2,1) oder Winterweizen (1,1-1,9). Der jährliche Transpirationsverbrauch lag zwischen 360 und 540 mm und damit der Wasserbedarf je 10 t/ha Trockenmasse bei 250 mm. Als Folge konnten keine Grundwasserneubildungsmengen ermittelt werden. Damit sind Stoffausträge im Grundwasser oder durch Dränwasser unwahrscheinlich. Allerdings kann bei großflächigem Miscanthusanbau die Ausschöpfung starke des Bodenwasserspeichers Grundwasserabsenkungen führen.

Autor/Projekt: Unseld (1998)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze: Pappel (Balsampappelhybride Androscoggin), Grauerle,

Standort: Grenzertragsboden

Flachgründige Parabraunerde - Terra Fusca Bodentyp:

> Horizontabfolge: 0-20cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizont:), 20-40cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40cm: Plattig angeordnete unverwitterte

Kalksteine (Weißjura Epsilon).

Bodenart: Flachgründiger Lehm (trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm).

Versuchsfläche: 1. Pappeln, 2. Grauerle.

> Zeitraum des Versuchs: Juni 1994 - Dezember 1997. Zu Beginn der Untersuchungen waren die Bäume 7-8 Jahre alt und 6-8 m hoch. Im Winter 1995/96 wurden sämtliche Pappeln und ein Teil der Grauerlen geerntet.

Referenz: Brache (Unbestockter Teil der Versuchsfläche)

Methode: Messung des Kronendurchlasses (unter Erle, Pappel und Pappel-

> Stockausschlag) und des Freilandniederschlags (auf der Brache) mit Niederschlagstotalisatoren (PE-Material). Jeweils dreifache Wiederholung der Totalisatoren in der Mitte der auf der Versuchsfläche verwendeten Baum-Doppelreihen. Beprobungshöhe und Abstand zum nächsten Totalisator jeweils 1m. Zweiwöchige Leerung und Austausch der

Totalisatoren.

Relevante Ergebnisse: Durch die Kronen der Versuchsbaumarten wird die Niederschlagsmenge

merklich reduziert.

Unter Erlen war der Kronendurchlass höher als unter Pappeln. Dementsprechend wurde der Boden unter Erlen nach Niederschlägen

stärker durchfeuchtet.

Autor/Projekt: Unseld (1998)



Referenz:

Methode:

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze: Pappel (Balsampappelhybride Androscoggin), Grauerle

Standort: Grenzertragsboden

Flachgründige Parabraunerde – Terra Fusca Bodentyp:

> Horizontabfolge: 0-20 cm: Durchmischtes Bodenmaterial der ehemaligen Ackerkrume Ap-Horizont:), 20-40 cm: Beginn des durch Tonverlagerung entstandenen Bt-Horizontes, >40 cm: Plattig angeordnete unverwitterte

Kalksteine (Weißjura Epsilon).

Bodenart: Flachgründiger Lehm (trockener flachgründiger Kalkverwitterungslehm).

Versuchsfläche(n): 1. Pappeln (7-8 Jahre alt, 6-8 m hoch)

2. Grauerlen (7-8 Jahre alt, 6-8 m hoch)

3. Pappel-Stockausschlag

4. Grauerlen-Stockausschlag

Zeitraum des Versuchs: Juni 1994 - Dezember 1997. Zu Beginn der Untersuchungen waren die Bäume 7-8 Jahre alt und 6-8 m hoch. Im Winter 1995/96 wurden sämtliche Pappeln und ein Teil der Grauerlen geerntet.

1. Brache (Unbestockter Teil der Versuchsfläche), 2. Hochwald (Ergebnisse

externer Untersuchungen)

Messung der Bodensaugspannung im Ap-Horizont (10 cm Bodentiefe und

im Bt-Horizont (30 cm Bodentiefe) mit Tensiometern.

Unter Erle, Erlen-Stockausschlag, Pappel, Pappel-Stockausschlag und auf der Brache: 2-wöchentliche Messung mit Einstichtensiometern in dreifacher

Wiederholung für Saugspannungen bis-800hPa.

Unter Erle und auf der Brache: Automatisch registrierte Messungen mit Equitensiometern für Saugspannungen bis ca. -15.000 hPa (Firma UP). Stündliche Auzeichnung der Werte mit einem Data-Logger. Trime-Ex-Sonden zur Ermittlung der volumetrischen Bodenfeuchte (0-100%).

Stündliche Aufzeichnung der Werte.

Einbeziehung der in der nahegelegenen Justizdomäne Kapfenburg im

Untersuchungszeitraum gemessenen Tagesniederschläge.

Unter Pappeln war der Boden während der Vegetationsperiode tendenziell Relevante Ergebnisse:

trockener als unter Erlen

Während niederschlagsarmer Perioden trocknete der Boden auf den Brachflächen und den Energiewaldflächen schnell aus und erreichte im Spätsommer sehr hohe Saugspannungswerte. Bei länger andauernden Niederschlägen wurde der Bodenwasservorrat wieder vollständig aufgefüllt. Im Hochwald werden die Bodenwasservorräte im Sommer bei Niederschlägen zwar nicht wieder vollständig aufgefüllt, dafür trocknen die Böden aber in der Vegetationszeit nicht so schnell und stark aus. Schlussfolgerungen: Für die Böden unter den Energiewäldern aus Pappel und Erle konnte die Fähigkeit einer längeren Wasserspeicherung nicht nachgewiesen werden. Sie sind hinsichtlich der Bodenfeuchte als eher

ackerähnlich einzustufen.

Autor/Projekt: Kahle & Boelcke (2004), Kahle & Hildebrand (2006) Anbauverfahren:

Kurzumtriebswälder



Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Standort: Drei landwirtschaftlich genutzte Standorte in Mecklenburg-Vorpommern

(Gülzow, Vipperow und Rostock)

Bodentyp: Braunerde aus Moränensand (Gülzow),

> Parabraunerde-Pseudogley Moränensand über Moränenlehm aus

(Vipperow)

Braunerde-Haftnässepseudogley aus Moränensand über Moränenlehm

(Rostock)

Bodenart: Schwach lehmige Sande (Gülzow, Vipperow)

Mittel lehmige Sande (Rostock)

Versuchsfläche(n): An den drei Standorten werden seit 1986/1987 bzw. 1992/1993

schnellwachsende Bäume (Pappeln und Weiden) im Kurzumtrieb in zwei-,

drei- und sechsjährigen Ernteintervallen angebaut.

Referenz: Baumlose Parzellen innerhalb der Versuchsfläche bzw. benachbarte

konventionell bewirtschaftete Ackerflächen.

Methode: Erfassung des bodenkundlichen Zustands zu Versuchsbeginn und nach 6

> bzw. 10 und 12-jähriger Standdauer der Bäume. Hier: Ermittlung der Wasservolumenanteile θpF 1,7 und θpF 2,48 mittels keramischer

Saugplatten, θpF 4,2 mittels Druckmembranapparatur.

Relevante Ergebnisse: Im Hinblick auf die Wasserretention zeigen sich im Bereich niedriger

> Wasserspannung (pF 1,7) Anstiege, während bei höheren pF-Werten entweder keine gerichtete bzw. insgesamt nur geringe Beeinflussung

festzustellen ist.

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006)

Wolf & Böhnisch (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Bodentyp/Bodenart: Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Nutzpflanze: Pappel

Versuchsfläche: Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können (keine

Messungen).



Referenz:

Beurteilung des Kriteriums Wasser- und Stoffhaushalt anhand von 4

Merkmalen.

Relevante Ergebnisse: Die Auswirkung auf den Wasser- und Stoffhaushalt wird auf allen 5

Plantagen insgesamt positiv bewertet. Das Merkmal Wasserrückhaltung wird

auf allen 5 Versuchsflächen positiv bewertet

Autor/Projekt: Schmitt et al. (2006)

Anbauverfahren: Versuchsanbau

Nutzpflanze(n): Populus nigra spp., Salix viminalis spp., Miscanthus sinensis

Löß-Schwarzerde im mitteldeutschen Trockengebiet (im Energiepark der Standort:

Lehr- und Versuchsstation Bad Lauchstädt der Landwirtschaftlichen Fakultät

der Martin-Luther-Universität, der im Jahr 2000 angelegt wurde).

Bodentyp/Bodenart: Normtschernosem

> (Haplic Chernosem, Körnung im Ap-Horizont 21 % Ton, 68 % Schluff, 11 % Sand, Bodenart stark toniger Schluff - Ut4, mittlerer Jahresniederschlag 484 mm und langjährige Jahresmitteltempera-tur 8.7 °C im Zeitraum 1896 -

1995).

Der Versuch besteht aus folgenden Varianten: Versuchsfläche(n):

- Pappel (Populus nigra spp.), Besatzdichte: 1 Pfl./m2.

- Weide (Salix viminalis spp.), Besatzdichte: 1 Pfl./m2

- Chinaschilf (Miscanthus sinensis), Besatzdichte 1 Pfl./ m2,

- Acker (Fruchtfolge W-Raps-W-Gerste-Triticale),

- Grünland (Weidelgrasgemisch),

Methode: Die Probenahmen erfolgten auf Flächen mit N-Düngung (133 kg N/ha im

> Jahresmittel bei Ackernutzung ohne Berücksichtigung von Nmin, 100 kg N/ha .a incl. Nmin bei den übrigen Varianten). Das Grünland erhielt keine Düngung. Die bodenphysikalischen Untersuchungen (u.a. Trockenrohdichte, Wasserretention, gesättigte Wasserleitfähigkeit nach DIN ISO 11272, 11274 und DIN 19683-9) wurden an vertikal entnommenen 250 cm3-Stechzylindern (Probenahme Mai 2004) durchgeführt. Zum gleichen Termin wurde auch die Probenahme zur Ermittlung bodenchemischer und -biologischer Parameter vorgenommen. Sie erfolgte in 0.5- bzw. 1 dm-Abständen bis in 4 dm

Bodentiefe.

Relevante Ergebnisse: Der Anbau von Chinaschilf und der schnellwachsenden Gehölze Pappel und

> Weide führt bereits nach Versuchsjahren zu nachweisbaren Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften auf Löß-Schwarzerde. Durch den mehrjährigen Lockerungsverzicht steigt bei den Dauerkulturen in der Oberkrume die Trockenrohdichte an, Luftkapazität, Gesamtgrobporenvolumen, nutzbare Feldkapazität und gesättigte Wasserleitfähigkeit nehmen dagegen ab. In der Unterkrume und dem krumennahen Unterboden ergeben sich bisher keine wesentlichen Differenzierungen zwischen den geprüften Nutzungsarten. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass technogene Belastungen während der Bewirtschaftung (u.a. Gehölzernte) zu erheblichen Bodenstrukturschäden führen können.

> > Seite 150 / 199



6.1.3.2 Grundwasserbelastung

Autor/Projekt: Stauffer & Spies (2001) zit. in Müller-Sämann et al.

(2003)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Schweiz

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus

Versuchsfläche:

Referenz: Typische Ackerfruchtfolgen

Methode: Lysimetermessungen des Sickerwassers

Relevante Ergebnisse: den Unter ackerbaulich typischen Fruchtfolgen lagen die

Auswaschungswerte zwischen 77 und 143 kgN/ha und Jahr, unter

Miscanthus nur bei 2 kgN/ha und Jahr.

Nitratausträge in das Grundwasser gibt es demnach nicht, da Miscanthus den Bodenstickstoff effizient bis zum Vegetationsende nutzt bzw. in die

Rhizome rückverlagert.

Autor/Projekt: Burger (2004a, b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Wöllershof (Oberpfalz)

Bodentyp/Bodenart: Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind glimmerreiche Gneise, die zu

sandig-grusigen Lehmen verwittern.

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: KUP auf vormaligem Ackerland mit überwiegend fünfjähriger Umtriebszeit,

Anlage 1992. Im Winter 1997/98 wurde ein Teil der Fläche nach Erreichen

der Umtriebszeit beerntet.

Unbeerntete Fläche: Im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der zweiten

Umtriebsperiode (2000).

Beerntete Fläche: Im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten

Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der zweiten

Umtriebsperiode (2000).

Ackerfläche Referenz:

Hochwald

Methode: Im ersten Jahr wurde eine Saugkerzenanlage installiert, mit der während des

ersten Umtriebs Sickerwasserproben aus verschiedenen Horizonten der

Versuchsfläche und des angrenzenden Ackers entnommen wurden.

Eine Analyse der Proben hinsichtlich des für die Wasserqualität wichtigen Relevante Ergebnisse:

> Nitratgehaltes ergab auf der Versuchsfläche ein schnelles Absinken der Nitratwerte auf ca. 5 ppm. Ganz im Gegensatz dazu steht der weiterhin gedüngte Acker, dessen Nitratgehalte teilweise den EU - Grenzwert von 50

ppm überschritten.



Autor/Projekt: Wagner et al. (2006)

Anbauverfahren: Zweikulturnutzungssystem

Erstkultur: Winterraps, Zweitkultur: Mais-Sonnenblumen-Gemenge Nutzpflanze(n):

Standort: Universitäre Versuchsstation Hebenshausen (Neu-Eichenberg im Werra-

> Meissner-Kreis). mittlere Jahrestemperatur 7,8°C, langjähriges

Niederschlagsmittel: 619mm/Jahr

Bodentyp/Bodenart: Tiefgründige Löß-Parabraunerde

Randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen, Düngung mit 200kgN/ha Versuchsfläche(n):

(+40kgN/ha in der Zweikulturvariante ZKN+N)

Referenz: Körnerrapsanbau

Methode: Untersuchung der Parameter:

Biomasseerträge der Erst- u. Zweitkultur mit PS-Einsatz (Insektizid,

Fungizid, Herbizid) und ohne PS-Einsatz

Einfache Stickstoffbilanz

Nmin-Dynamik in 0-90cm Bodentiefe

Ökonomischer Vergleich der Produktionssysteme

Vorernteverluste von Winterraps

Relevante Ergebnisse: Das Produktionssystem Körnerraps wies große Stickstoffbilanzüberschüsse

> auf. Dagegen wurden negative Stickstoffbilanzen im ZKN erreicht (-56 mit PS bzw. -67kgN/ha ohne PS). Durch die Kombination der vorgezogenen Ernte der Raps-Ganzpflanzen mit der Ganzpflanzenernte der zweiten Kultur Mais/Sonnenblumen ist nahezu die gesamte Abfuhr des oberirdisch vegetativ gebundenen Stickstoffs gewährleistet. Da die Zweitkultur dem Boden bis in den Herbst hinein Stickstoff entzieht, der vom Raps hinterlassen wurde, wird damit auch der N-Pool im Boden vor dem Winter entleert. Die Integration des pestizidfreien Winterrapsanbaus in das ZKN

vereint hohe Flächenproduktivität mit erhöhter Agrobiodiversität.

Projekt/Quelle: EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren: Verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen: 5 Standardfruchtfolgen

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in Standort:

> Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen,

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Standardfruchtfolgen:

> Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen,

Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:



Ackergras, Artenmischungen (Sommerroggen Sommertriticale, Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale, Sonnenblume, Sudangras, Welsches Weidelgras, Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps, Topinambur, Zuckerhirse.

Versuchsfläche:

Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil dieser Abschätzungen sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen installiert, um die

Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode: Analyse ökologischen Folgewirkungen mit Hilfe geeigneter

Bewertungsverfahren. Hier: Modellierung des Stickstoffaustrages und der

Sickerwasserrate über das Modell HERMES.

Feldversuche bzw. Erhebungen auf Praxisschlägen zur

Entwicklung/Anpassung der Bewertungsverfahren:

Bestandesstruktur: Deckungsgrad Kultur, Unkraut, Bestandeshöhe, Bestandesdichte,

2-3 Mal in der Vegetationsperiode

Bestandesentwicklung durch Zeiternten: TM, Bodenwerte: Nmin, Wassergehalt, 2-3

Mal in der Vegetationsperiode

Erntegutanalyse: Erträge, Elementaranalyse (Makro-, Mikronährstoffe, Mineralstoffe),

erweiterte Weender Futtermitteanalyse, Heizwert

Bodenuntersuchungen: Nmin., Smin., P, K, Mg

Standortaufnahme

Wetterdaten

Bewirtschaftungsmaßnahmen

Relevante Ergebnisse:



6.2 Biotische Objekte

Biotop (Ökotop) 6.2.1

6.2.1.1 Strukturvielfalt

Autor/Projekt: Jodl et al. (2004) Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus x giganteus

Versuchsfläche: Miscanthusfeld, vier Jahre alt

Referenz: Maisacker, Schilfbestand

Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Ergebnisse der faunistischen Untersuchungen belegen die deutlich

höhere Anzahl ökologischer Nischen auf der Miscanthusfläche im Vergleich zum Maisacker. Entscheidend hierfür scheint vor allem der horstige Wuchs der Pflanzen zu sein, welcher in diesem Stadium (Alter vier Jahre) noch offene Stellen zwischen den Pflanzen zulässt. Auch eine von abgeworfenen Blättern gebildete Streuauflage sowie Lücken im Bestand tragen zum erhöhten Nischenreichtum in den Miscanthuskulturen bei. So entsteht ein im Vergleich zur Maisfläche sehr stabiles Arten-Individuenverhältnis, d.h. jede der vielen Arten wird von einer hohen Zahl von Individuen gebildet, was die Stabilität erhöht. Ähnlich verhält es sich in der Schilffläche. Auf dem ökologisch instabilen Maisacker ist die Anzahl der Kleinstbiotope deutlich

geringer.

Die ökologischen Ansprüche der dominanten Arthropodenarten (Gliederfüßer) ermöglichen Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Standorte. Demnach stellt der Miscanthusbestand einen eher offenen und trockenen Lebensraum dar, welcher zwischen einer ungestörten und intensiv landwirtschaftlich genutzten Fläche einzustufen ist. Belegt wird dies vor allem durch die Dominanz des trockene Stellen und offenes Gelände liebenden Laufkäfers Calathus fuscipes sowie dem Vorkommen der vier häufigsten Spinnenarten innerhalb der Miscanthusfläche. Der Nachweis von Waldökotypen in der Miscanthuskultur läßt sich mit der Silhouette des hochgewachsenen Miscanthusbestandes begründen, die einem Waldrand ähnelt und als Anlocksignal wirkt. Insgesamt dürfte der Miscanthusbestand auch die weniger stark schwankenden abiotischen Verhältnisse aufweisen, bedingt durch die Streuauflage sowie die Abmilderung von Luftbewegungen durch den hohen Bestand



6.2.1.2 Artenvielfalt

Allgemein

Projekt/Quelle: NOVALIS (Projekt zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der

> Landwirtschaft - Parametrisierung von standorts- und raumbezogenen Indikatoren zur Optimierung von Bewirtschaftungsstrategien) - Teilprojekt:

Biodiversität.

Quelle: www.novalis.forst.uni-goettingen.de/ (2007)

Anbauverfahren: Energieholzanbau

Standort: Zur Abbildung der standörtlichen Vielfalt wird neben unterschiedlichen

> Altersklassen (Neuanpflanzung bis 20 Jahre) ein Klimagradient (atlantischfeucht bis subkontinental-trocken) und eine Abstufung der Bodenqualitäten (arme Sande bis bessere Braunerden) berücksichtigt. Zusätzlich werden

unterschiedliche Landschaftsstrukturen eingebunden.

Bodentyp/Bodenart: Nutzpflanze(n): Versuchsfläche:

Referenz: Acker, Brache

Methode: Das Teilprojekt beschäftigt sich mit verschiedenen Aspekten der Zoo- und

> Phytodiversität, um Indikatoren zur Bewertung der Wirkung von Energieholzwirtschaft auf Bestandes- und Landschaftsebene abzuleiten.

> Als Mess- und Eingangsparameter dienen Erhebungen zum Nährstoff- und C-Umsatz, zur Wasserversorgung, zum Zuwachs, zur Bestandesstruktur, zur

Biomassenproduktion, zum Artenpool und zur Habitatqualität.

Relevante Ergebnisse:

Röhricht (2007) Autor/Projekt:

(Projekt Anbau schnellwachsender Baumarten zur Energieholzgewinnung,

Laufzeit: 03/2007-03/2010)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Standort: Etablierung einer Energieholzplantage im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch

der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Leistungsstarke Hybridsorten der Pappel und Weide

Versuchsfläche: Eine ca. 10 ha Kurzumtriebsplantage auf einer Ackerfläche. Prüfung von

Kurzumtriebssysteme (3-5jährige Rotation) mit zwei Bestandsdichten:

Block B1 12.000 Stck./ha, Block B2 16.000 Stck./ha

Pro Block: 2 Pappelsorten (Muhle Larsen, Androscoggin), 1 Weidensorte

(Inger), Umtriebszeit: 3, 4, 5 Jahre

Referenz:

Methode: Durchführung floristischer und faunistischer Erhebungen

Relevante Ergebnisse:



Autor/Projekt: Röhricht (2007)

(Projekt Anbau schnellwachsender Baumarten zur Energieholzgewinnung,

Laufzeit: 01/2007-12/2010)

Anbauverfahren: Agroforstsystem

Standort: Demonstrationsanbau schnellwachsender Baumarten auf großen

> Ackerschlägen Feldstreifen Praxisbedingungen als unter des

mitteldeutschen Trockengebietes

Bodentyp/Bodenart: Sandiger Lehm, Ackerzahl 69

Nutzpflanze: Leistungsstarke Hybridsorten der Pappel (Max, Beaupre, Androscoggin,

Hybrid 275, Muhle Larsen), der Korbweide (Salix viminalis – Giganthea) und

Pionierbaumarten (Schwarzerle – Alnus glutionosa)

Versuchsfläche: Schutzstreifenanbau in offener Feldlage

Referenz:

Methode: Durchführung floristischer und faunistischer Erhebungen

Relevante Ergebnisse:

Flora/Vegetation

Autor/Projekt: Makeschin et al. (1989) zit in Güther & Kraft (2006),

Heilmann et al. (1995) zit. in Liesebach (2006) bzw. Güther & Kraft (2006),

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Abbachhof (Bayern)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappel, Weiden

Versuchsfläche: Eine trockenere und eine feuchtere Teilfläche

Referenz: Acker (Weizen), Grünlandbrache (die Plantage umgebend)

Methode: Charakterisierung der Bodenvegetation der Plantage in der

Vegetationsperiode und Vergleich mit der Flora der Referenzflächen.

Relevante Ergebnisse: Die Artenzahl stieg von 17 (Acker) auf 145 (Plantage) an.

> Nach 5-jährigem Aufwuchs betrug der Deckungsgrad der Bodenvegetation im Frühsommer bei voller Belaubung etwa 25%. In ausgefallenen Reihen und Randbereichen wurden Deckungsgrade bis etwa 75% erreicht. Nach der ersten Holzernte stieg die Deckung erwartungsgemäß auf 50% bis 100% an. Aber bereits im Folgejahr der Ernte ging der Deckungsgrad infolge des neuen Stockausschlages wieder deutlich zurück. Flächen, die mit Weiden bestockt waren hatten einen höheren Deckungsgrad als die Pappelflächen. Dies erklärt sich durch die unterschiedliche Wuchsform und Belaubung der Bäume.

> Arten der Ackerwildkrautfluren sind noch stark in der Plantage vertreten, aber auch Arten der Grünlandgesellschaften, waldnahen Staudenfluren, Gebüsche und angrenzenden Nadelwäldern sind eingewandert.

> Das Verhältnis von winter- zu sommergrünen Arten ist auf der Plantagenfläche insgesamt und auf der Grünbrache nahezu ausgeglichen.



Allerdings ist der Anteil der sommergrünen Arten auf der trockeneren Teilfläche der Plantage mit 34% deutlich geringer als auf der feuchteren mit 48%. Die Ackerfläche zeichnet sich im Gegensatz zur Plantage durch einen hohen Anteil wintergrüner Arten aus.

Bezogen auf Lebensformtypen zeigen Plantage und Grünbrache einen hohen Anteil an ausdauernden Arten, während auf dem Acker die kurzlebigen Arten überwiegen. Unter den lichteren Weiden fanden sich mehr ausdauernde Arten als unter Pappel.

Es existiert noch keine endgültige Zuordnung der in den Kurzumtriebsplantagen auftretenden Bodenflora zu einer Pflanzengesellschaft. Auf den Plantagen herrscht eine bunte Mischung. Typologisch vorherrschend sind Ruderalgesellschaften mit hohem Anteil an Ackerwildkräutern (Makeschin et al. 1989).

Zusammenfassend ist die Bodenvegetation der Plantage etwa mit der der Grünbrache vergleichbar und in ihrer ökologischen Zusammensetzung artenreicher als die des Ackers.

Autor/Projekt: Jedicke (1995) zit. in Güther & Kraft (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Diemelstadt

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappel- und Weidenarten

Versuchsfläche: Referenz: Methode:

Relevante Ergebnisse: Mit zunehmendem Alter der Gehölze nahmen die Deckungsgrade der

Bodenflora deutlich ab. Innerhalb der geschlossenen Bestände war der Deckungsgrad der Krautschicht mit etwa 10% bis 15% weit niedriger als in Randbereichen und ausgefallenen Reihen, in denen 80% bis 100%

Bodendeckung erreicht wurden.

Autor/Projekt: Lips et al. (1999)

Anbauverfahren:

Die Standorte lagen in der Schweiz in Belp (BE), Möhlin (AG), Mägenwil Standort:

(AG) und Bürglen (TG), in Aesch (BL), Zunzgen (BL), Pratteln (BL),

Derendingen (BE), Affoltern am Albis und in Zürich-Reckenholz.

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Einjährige Kulturen: Faserhanf, Kenaf, Raps

Mehrjährige Kulturen: Chinaschilf

Versuchsfläche: Die drei Indikatorgruppen wurden während drei Jahren auf je acht Parzellen

> in den nachwachsenden Rohstoffen Faserhanf, Kenaf, Raps und Chinaschilf untersucht. Die Anbautechnik entsprach dem Praxisanbau der Jahre 1993

bis 1996.

Referenz: Einjährige Kulturen: Herkömmliche Kulturen von Mais und Winterweizen



Mehrjährige Kulturen: Verschieden bewirtschaftete Wiesen auf stillgelegtem Ackerland.

Methode:

Beschreibung der Qualität des von der jeweiligen Kultur zur Verfügung gestellten Lebensraums anhand drei ausgewählter floristischer und faunistischer Indikatorgruppen: Begleitflora (Artenvielfalt), Laufkäfer und epigäische Spinnen (je Arten- und Individuenzahlen).

Für die floristischen Aufnahmen wurden in jedem Feld auf einer Fläche von 100 m x 50 m alle Arten bestimmt und auf 10 m2 ihr Deckungsgrad erhoben. Die Aufnahmen wurden je nach Anbauzeitpunkt der Kultur ab Mai einmal monatlich bis zur Ernte durchgeführt. Es wurde eine Artenliste aus allen Aufnahmen zusammengestellt. Die faunistischen Parameter wurden gleichzeitig mit fünf regelmässig im Feldverteilten Insektenfallen (Typ Barber-Bodenfallen) erhoben. Eine monatliche Sammelperiode dauerte jeweils zwei Wochen.

Relevante Ergebnisse:

Die mittlere Artenzahl der Begleitflora einjähriger Kulturen liegt sowohl in nachwachsenden Rohstoffen als auch in den Vergleichskulturen mit 10 bis 40 Arten im üblichen Bereich von Ackerkulturen. Faserhanf wies eine signifikant artenreichere Begleitflora auf als die anderen Kulturen. An zweiter Stelle folgen Kenaf und Raps, danach Winterweizen. In den Maisparzellen wurden die vergleichsweise tiefsten Artenzahlen gemessen. In allen untersuchten Parzellen waren die gefundenen Artengemeinschaften Fragmente typischer Ackerunkrautgesellschaften und es wurden vor allem häufige Arten gefunden.

Die Varianzanalyse der Begleitflora mehrjähriger Kulturen unterscheidet drei leicht verschiedene Gruppen: Die größte Artenvielfalt findet man in den zweibis dreijährigen Chinaschilfkulturen, wobei mit fortschreitendem Alter eine Abnahme der Vielfalt zu beobachten ist. Die zweite Gruppe bilden fünfjährige Chinaschilfbestände und extensiv bis wenig intensiv genutzte Wiesen. Die wenigsten Arten finden sich intensiv genutzten Wiesen. Die im Vergleich mit extensiv genutzten Wiesen auf Ackerland höhere Artenzahl kann dadurch erklärt werden, dass sich in jungen Chinaschilfkulturen Mischgesellschaften aus Wiesenarten und Arten der Ackerbegleitflora etablieren. Mit zunehmendem Alter der Bestände verschwinden die vorwiegend einjährigen Arten der Ackerbegleitflora.

Fazit: Die floristische Vielfalt in den untersuchten Kulturen ist primär abhängig von der Bewirtschaftung, besonders von der Art der Unkrautbekämpfung sowie dem Wachstumsverlauf der Kultur. Deshalb kann eine vielfältige Begleitflora eher durch eine extensivere Bewirtschaftung als durch den Anbau eines speziellen nachwachsenden Rohstoffs erreicht werden. Gerade Faserhanf und junges Chinaschilf scheinen aufgrund ihrer Wachstumseigenschaften besonders geeignet für eine solche extensive Bewirtschaftung zu sein.

Die Analyse der mengenmäßigen Artenzusammensetzung ergab für alle drei Indikatorgruppen eine deutliche Auftrennung in mehr- und einjährige Kulturen sowie eine klare Trennung von Sommer- und Winterkulturen. Innerhalb dieser Gruppen bedeutet der Anbau nachwachsender Rohstoffe weder eine weitere Verarmung der Kulturlandschaft noch eine Erhöhung der Artenvielfalt.

Autor/Projekt:

Burger (2004a,b)



Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Neuhof, Bayern,

Die Böden sind aus Jurakalken mit Überlagerung aus Riesauswurf mit Bodentyp/Bodenart:

teilweiser Lößüberdeckung entstanden.

Nutzpflanze: Pappel

Versuchsfläche: Im Staatsgut Neuhof bei Kaisheim wurden 1993 drei Teilversuchsflächen auf

insgesamt ca. 10 Hektar angelegt.

Referenz: Brache (Unbestockter Teil der Versuchsfläche)

> Acker Wiese

Aufnahmeverfahren Methode: Als vegetationskundliches wurde die

Pflanzensoziologische Aufnahme gewählt.

Relevante Ergebnisse: Die Artenvielfalt stieg nach der Begründung der Versuchsflächen schlagartig

> an. Dies betraf sowohl die Artenzahl als auch die Zahl der vegetationskundlichen Klassen, denen die gefundenen Arten zuzuordnen sind. Den jeweils niedrigsten Wert wies der Acker auf, die Werte der Brache lagen etwas über denen der Wiese und die mit Abstand höchsten

Zahlen wurden für den bestockten Teil der Versuchsfläche ermittelt.

Cunningham et al. (2004): Projekt ARBRE (Arable Biomass Renewable Autor/Projekt:

Energy), Laufzeit 2000-2003

(vgl. auch: Meyer-Marquart & Feldwisch 2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Kommerziell genutzte Weidenplantagen auf ehemaligem Ackerland in Standort:

Yorkshire (Großbritannien)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Weidenarten

Klassisch bewirtschaftete Ackerflächen Referenz:

Jährliche Aufnahme der Vegetation auf Quadraten, die in jeder Plantage und Methode:

> dazugehörigen Kontrollfläche entlang zweier Transekte verschiedenen Entfernungen vom Rand zum Zentrum der Fläche

angeordnet waren, sowie in den jeweils angrenzenden Saumflächen.

Erfassung aller vorkommenden Pflanzenarten, Schätzung der prozentualen Vegetationsbedeckung und der relativen Abundanzen. Unterscheidung zwischen einjährigen sowie invasiven und langlebigen ausdauernden Arten.

Relevante Ergebnisse: Die Mehrzahl der in den Plantagen und Ackerflächen gefundenen

> Pflanzenarten waren Annuelle. Mit zunehmendem Alter Weidenplantagen wurden die einjährigen durch ausdauernde Arten ersetzt. Die Vegetationsbedeckung stieg im ersten Jahr nach der Pflanzung an, blieb dann aber ziemlich konstant. Die Ränder der Pflanzungen wiesen eine

höhere Bedeckung als das Bestandesinnere auf.

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006)

Wolf & Böhnisch (2004b)



Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Nutzpflanze(n): Pappel

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Bodentyp/Bodenart: Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Versuchsfläche(n): Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Einschätzung unterschiedlicher Bodenvorbehandlungsarten Anwuchs und Wachstum der Pappeln erfolgte am Beispiel des Klones Max 4 auf drei Flächen der Vergleich der Varianten Nullfläche (Pflügen, Grubbern, keine weitere Behandlung), Kleeeinsaat (Pflügen, Grubbern, Einsaat von Weißklee) und Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflügen, Grubbern, Ausbringen von Kontaktherbiziden bzw. Vorauflaufmitteln unmittelbar vor

oder nach der Einbringung der Steckhölzer).

Referenz: Acker

Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Bodenvorbehandlungsart beeinflusste in den ersten Wuchsjahren unter

> anderem auch die Entwicklung der Anzahl krautiger Pflanzenarten auf den Pappelflächen. Siedelten sich im ersten Wuchsjahr zwischen 12 Arten auf der mit Vorauflaufmitteln behandelten Fläche und 18 Arten auf der Nullfläche an, konnte mit Ausnahme der mit Klee eingesäten Fläche im zweiten Wuchsjahr eine weitere Zunahme der Artenzahl beobachtet werden. Mit zunehmenden Bestandesschluss der Pappeln und damit abnehmender Lichtversorgung näherten sich die Artenzahlen der unterschiedlichen Behandlungsvarianten mit abnehmender Tendenz bis zum vierten

Wuchsjahr einander an und bewegten sich zwischen 12 und 17 Arten.

Projekt/Quelle: EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Deutschlands) – Teilprojekt II: Standortbedingungen Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren: Verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen: 5 Standardfruchtfolgen

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort: Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in

> Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen,

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Standardfruchtfolgen: Nutzpflanze:



Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen, Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Ackergras, Artenmischungen (Sommerroggen Sommertriticale, Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale. Sonnenblume, Sudangras, Welsches Weidelgras, Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps, Topinambur, Zuckerhirse.

Versuchsfläche:

Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil des Projektes sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode:

Ex-ante Abschätzungen zu den möglichen ökologischen Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus, wobei die Daten aus den Parzellenversuchen und Praxisflächen für die Validierung oder Justierung der Abschätzungsmodelle Verwendung finden. Für den biotischen Teil dieser Abschätzungen sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen installiert, Randeffekte einschränken zu können. Das zur Anwendung kommende Abschätzungsmodell (Lebensraummodell) biotische basiert vorhandenem Expertenwissen zur Habitatnutzung von Ackerfrüchten für fünf ausgewählte typische Organismengruppen der Ackerflächen: Beikräuter, Laufkäfer, Spinnen, Blütenbesucher und Vögel.

Die Erfassung der Artenvielfalt erfolgte bei den Beikräutern auf den Versuchsflächen und den Praxisflächen.

Relevante Ergebnisse:

Der Unkrautbesatz auf den Versuchsflächen (2005) hielt sich in Maßen, nur der Standort Werlte wies einen z.T. hohen Besatz mit einem Deckungsgradanteil von 25 % im Sudangras (FF2) und der Sommergerste mit Untersaat (FF4) auf. Andere Standorte wiesen vereinzelt einen erhöhten Beikrautanteil mit max. 14% im Topinambur (FF 8, TH) und 16% in der Sommergerste mit Untersaat (FF 4, BY) auf. Die höchste Artenvielfalt an Beikräutern auf den Praxisflächen (2006), auf denen an allen drei Standorten jeweils Erbsen, Kleegras, Hafer, Mais und Winterweizen im Vergleich angebaut wurden, findet sich im Winterweizen, gefolgt vom Kleegras in MV, Mais in TH und Hafer in BY.

Fauna

Säugetiere

Autor/Projekt: Pude (2001, mündl. Mitt.) zit. in Müller-Sämann et al.

(2003)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Seite 161 / 199



Standort: Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus

Versuchsfläche:

Referenz: Methode:

Relevante Ergebnisse: Bonner Studien zeigen, dass Miscanthus in der intensiv ackerbaulich

genutzten Kölner Bucht ein beliebtes Winterquartier für die Zwergspitzmaus

(nur Miscanthus sinensis), sowie Marienkäfer und Florfliege darstellt.

Autor/Projekt: Jodl et al. (2004)

(vgl. auch: Kuhn & Jodl (2000) zit. in Müller-Sämann et al.

(2003))

Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Agrarlandschaft in Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus x giganteus

Versuchsfläche: Miscanthusfeld, vier Jahre alt

Referenz: Maisacker, Schilfbestand

Methode:

Relevante Ergebnisse: Für größere Säuger wie Reh oder Feldhase stellt der Miscanthusbestand

> eine wichtige Ersatzstruktur für Hecken und Feldgehölze dar. Dies wird vor allem in einer weitgehend ausgeräumten Flur deutlich. Gerade im Winter erhöht sich die Funktion als Deckungsfläche noch, da die Miscanthusernte in der Regel erst zu Beginn des Frühjahrs stattfindet und somit die bis zu vier Meter hohen Pflanzen über den gesamten Winter hinweg Schutz vor Räubern und Witterungseinflüssen bieten. In der Maisfläche und im Schilfbestand konnten keine größeren Säuger nachgewiesen werden.

> Für Kleinsäuger wurde deutlich, dass Miscanthusbestände Lebensraum (Habitat) dienen können. Für die Mais- und Schilffläche war

dies nicht der Fall.

Vögel

Autor/Projekt: Jedicke (1998) zit. in Güther & Kraft (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Diemelstadt

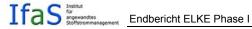
Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappel- und Weidenarten

Versuchsfläche: ___

Referenz: Wald

Methode: Sieben Begehungen 1994 und drei Begehungen 1995.



Relevante Ergebnisse:

Es wurden 62 bzw. 76 Brutpaare von 15 bzw. 13 Vogelarten erfasst. Die Gesamtabundanz betrug 36,2 bzw. 28,9 Bp/10 ha. Diese Werte liegen deutlich unter den für Waldhabitate typischen Siedlungsdichten.

Zusammensetzung nach Lebensraumansprüchen bezogen auf die Brutvogelpaare: Arten der Agrarlandschaft (50%), Arten der Waldhabitate (27%) und Arten der Gehölze innerhalb menschlicher Siedlungen (23%). Eine Artenkombination, wie sie in dieser Konstellation in keinem anderen Habitattyp zu finden ist.

Auf Grund der regelmäßigen Ernte erreichen KUP nicht die Waldphase. Verglichen mit Waldvogelgesellschaften fehlen in KUP daher die Gattungen der Baum- und Höhlenbrüter sowie der Großteil der im Baumkronenbereich und am Stamm nahrungssuchenden Arten.

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999), Liesebach (2006)

sowie: Jedicke (1995) zit. in Liesebach (2006), Mulsow (1998) zit. in

Liesebach (2006),

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Nordhessen, Massenhauser Höhe, rd. 5km westlich von Arolsen, 385-432m

ü. NN

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappel- und Weidenarten

Versuchsfläche: Versuchsfläche Canstein, Größe: 9,2 ha. Anlage im Frühjahr 1986 mit

> verschiedenen Pappel- und Weidenarten. Zum Zeitpunkt der Untersuchung (1993 und 1994) durch teilflächige Beerntung unterschiedlich alte

Aufwüchse.

Referenz: Landwirtschaftliche Fläche (50,3 ha), mit rd. 83% Ackerland und 17%

Grünland (einschließlich Wegen)

Fichtenwald (19,8 ha), 20-60jährig, im Mittel 45 Jahre alt. 15% Laubwald (etwa 25jähriger Eichenwaldrand), Quellfluren mit etwa 30jähriger Roterle,

eine Talaue mit rd. 50jähriger Esche.

Methode: Aufnahme des Sommervogelbestandes durch 9 (1993) bzw. 12 (1994)

> Begehungen in den Monaten März bis Juni. Erfassung revieranzeigender Verhaltensweisen jeweils am frühen Morgen mit Sonnenaufgang und am Abend mit Sonnenuntergang. Anlage von Erhebungskarten (Tageskarten) bei jeder Begehung. Übertrag der Tageskarten in Artenkarten. Ausweisung eines Reviers (Papierrevier) i.d.R. bei mindestens 3 Beobachtungen für

einen Vogel.

Relevante Ergebnisse: Auf der Plantage wurden überwiegend Arten angetroffen, die in klassischen

> Feldgehölzen oder Hecken ihren Lebensraum haben. Die Anzahl der klassischen Freiflächenarten wie Feldlerche und Kiebitz nimmt hier mit

zunehmendem Alter der Plantage ab.

Artenzahl: In beiden Jahren waren im gesamten Untersuchungsgebiet jeweils 29 Arten revierbildend. Am artenreichsten war der Fichtenwald mit jeweils 21 Arten, gefolgt von der Kurzumtriebsplantage mit 11 bzw. 15 Arten

und der Feldflur mit 6 bzw. 5 Arten.



Siedlungsdichte (Zahl/10ha): Die höchste Siedlungsdichte wies der Wald mit 100 bzw. 130 Revieren auf. Für die KUP wurden 35 bzw. 55 und für die Feldflur 15 bzw. 12 Reviere gezählt.

Fazit: Artenzahl und Siedlungsdichte des Sommervogelbestandes lagen somit auf der KUP höher als in der sie umgebenden ausgeräumten Feldflur aber niedriger als im Fichtenwald.

Auf einer weiteren KUP in Nordhessen (Georgenhof, Größe 29 ha) wurden 1994 und 1998 geringere Artenzahlen (16 bzw. 13) und Siedlungsdichten (21 bzw. 26) ermittelt, was sich mit dem gleichmäßigeren Aufbau (größere und einheitlichere Blöcke) auf dieser Plantage erklären lässt.

Autor/Projekt: Cunningham et al. (2004)

(vgl. auch: Meyer-Marquart & Feldwisch 2006)

Projekt ARBRE (Arable Biomass Renewable Energy), Laufzeit 2000-2003

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Kommerziell genutzte Weidenplantagen auf ehemaligem Ackerland in Standort:

Yorkshire (Großbritannien)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Weidenarten

Referenz: Klassisch bewirtschaftete Ackerflächen

Methode: Paarweiser Vergleich von 12 Weidenplantagen und 12 jeweils

nahegelegenen Ackerflächen als Kontrollflächen.

Aufnahme der Brutvögel mit der Punkt-Stopp-Zählung bei zwei Begehungen im Frühjahr eines jeden Projektjahres. Die Aufnahme erfolgte jeweils getrennt für den Kernbereich, den Randbereich und die angrenzenden Saumflächen einer jeden Anbaufläche (Plantage/Acker). Aufnahme der Wintervögel entlang eines Transektes durch die jeweilige Fläche bei vier

Begehungen in den letzten drei Jahren des Projektes.

Relevante Ergebnisse: Die kommerziell genutzten Weidenplantagen wiesen sowohl eine höhere

Zahl an Vogelarten als auch eine höhere Vogeldichte auf, als die

klassischen Ackerflächen.

Die Vogeldichte war an den Rändern der Weidenplantagen höher als im Bestandsinnern. Dabei traten mit zunehmenden Bestandsalter Artenverschiebung auf:. Während im ersten Jahr noch Arten der offenen Agrarlandschaft wie Feldlerchen und Bachstelzen sowie verschiedene Ammerarten angetroffen wurden, nahm der Anteil der Meisen und Finken mit zunehmenden Bestandsalter zu. Nach der Bestandsnutzung traten wieder vermehrt Arten der Offenlandschaften auf den Weidenplantagen auf. Das Spektrum der geförderten Vögel umfasst auch in Großbritannien bestandsbedrohte Arten wie z. B. Gimpel, Sumpfmeise, Rohrammer, Singdrossel, Feldsperling und Goldammer.

Hecken, die Weidenplantagen umrahmten wiesen mehr Vögel auf als solche am Rand von Ackerflächen.

Autor/Projekt: DHONDT et al. (2004) zit. in Meyer-Marquart & Feldwisch (2006):

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage



Standort: Nordosten der USA

Bodentyp/Bodenart:

Weiden- und Pappelklone Nutzpflanze:

Referenz: Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Kurzumtriebsplantagen mit Weiden- und Pappelklonen wurden von 39

> Vogelarten regelmäßig aufgesucht und von 21 Vogelarten als Brutrevier genutzt. Es bestehen offensichtlich Unterschiede im Brutverhalten der Vögel in Abhängigkeit von den verwendeten Klonen. Als Einflussfaktoren werden Wuchsform wie Astanzahl und Windanfälligkeit aufgrund geringer Standfestigkeit der Triebe diskutiert. Die Autoren folgern aus ihren Ergebnissen, dass zur Förderung der Avifauna auf Wuchsformen mit geringer Astbildung und zu geringer Windstabilität verzichtet werden sollte und gleichzeitig ein Mischung unterschiedlicher Klone mit unterschiedlichen

Nistplatzangeboten vorteilhaft erscheint.

Autor/Projekt: Jodl et al. (2004) Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus x giganteus

Miscanthusfeld, vier Jahre alt Versuchsfläche: Referenz: Maisacker, Schilfbestand

Methode:

Relevante Ergebnisse: Auch für Vögel wurde, über die Schutzfunktion hinaus, eine Nutzung als

> Brut- und Nahrungshabitat erkannt. Insgesamt wurden acht Vogelarten innerhalb der Miscanthusfläche, drei im Maisacker und lediglich eine im untersuchten Schilfbestand nachgewiesen. Die relativ hohe Akzeptanz der Miscanthusfläche für Vögel beruht auch auf einem größeren und Nahrungsangebot (Insekten, Wildkräuter) im nicht ganz vielfältigeren

geschlossenen Bestand.

Autor/Projekt: **AGROFORST**

Quelle: www.agroforst.uni-freiburg.de

Agroforstliche Landnutzungssysteme Anbauverfahren:

Gebiete in Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern Standort:

unterschiedlichen naturräumlichen und agrarstrukturellen Voraussetzungen.

Bodentyp/Bodenart: Nutzpflanze: Versuchsfläche:

Referenz: In jedem Untersuchungsgebiet (Beispielgebiet) werden Agroforstsysteme in

> verschiedenen Altersstadien im Vergleich zur aktuellen Situation sowie zu möglichen Alternativen (z.B. Aufforstung) bewertet. Da es keine realen



Versuchsflächen gibt, dienen als Grundlage der Bewertung bestehende Erkenntnisse über verwandte Systeme (z.B. Streuobstbestände, Alleen etc.)

Methode: Für detailliertere Aussagen wurden von Experten Gutachten über die

voraussichtlich zu erwartende Artenausstattung und -verschiebung in der

Avifauna und bei den Coleoptera erstellt.

Relevante Ergebnisse: An Stelle von Streuobstwiesen sind Agroforstsysteme für den Neuntöter bei

Erhaltung von Hecken unproblematisch, für den Wendehals mit künstlichen

Nistmöglichkeiten tolerabel und für den Kleinspecht negativ.

Im Vergleich zu Aufforstungen sind Agroforstsysteme für Grünspecht und Gartenrotschwanz überwiegend positiv, für den Baumpieper tolerabel und

für die Feldlerche langfristig negativ.

In intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten ist die Anlage von AFS naturschutzfachlich in jedem Fall sinnvoll, da neue Habitatstrukturen entstehen und die landwirtschaftliche Nutzung automatisch etwas extensiviert wird. Die Integration von Hecken, Brachen und Hochstaudenfluren in ein Agroforstsystem kann es für Vögel sowie für

andere Artengruppen stark aufwerten.

Projekt/Quelle: EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren: Verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen: 5

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort: Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in

> Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen,

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Standardfruchtfolgen:

> Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen,

Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Ackergras, Artenmischungen (Sommerroggen Sommertriticale. Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale. Sonnenblume, Sudangras, Welsches Weidelgras, Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps.

Topinambur, Zuckerhirse.

Versuchsfläche: Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den

> sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil des Projektes sind

> > Seite 166 / 199



zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode: Ex-ante Abschätzungen zu den möglichen ökologischen Auswirkungen des

> Energiepflanzenanbaus, wobei die Daten aus den Parzellenversuchen und Praxisflächen für die Validierung oder Justierung der Abschätzungsmodelle Verwendung finden. Für den biotischen Teil dieser Abschätzungen sind großflächige Untersuchungsflächen installiert, Randeffekte einschränken zu können. Das zur Anwendung kommende Abschätzungsmodell biotische (Lebensraummodell) vorhandenem Expertenwissen zur Habitatnutzung von Ackerfrüchten für fünf ausgewählte typische Organismengruppen der Ackerflächen: Beikräuter,

Laufkäfer, Spinnen, Blütenbesucher und Vögel.

Relevante Ergebnisse:

Wirbellosenfauna (Invertebraten)

Autor/Projekt: Loeffel & Nentwig (1997) zit. in Müller-Sämann et al.

(2003)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus sinensis

Versuchsfläche: Referenz: Methode:

Relevante Ergebnisse: Erde, Streu und Stoppeln von Miscanthus haben, verglichen mit

Wintergetreide und Maisstoppeln ein hohes Potenzial als Winterrefugium für Spinnen (insbesondere netzbauende Arten) und die Arthropodenfauna

insgesamt.

Populationen in sechsjährigen Miscanthusbeständen waren Erhebungen dieser Autoren gegenüber dreijährigen Beständen deutlich

höher.

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999), Liesebach (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Canstein, Nordhessen,

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Aspe, Pappeln, Weiden

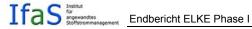
Versuchsfläche: KUP mit achtjähriger Aspe im ersten Aufwuchs

KUP mit Pappeln und Weiden, die im Winter 1992/93 (vor der

Untersuchung) geerntet wurden.

Referenz: Ackerfläche mit Gerste, die im Stillegungsfall in eine KUP umgewandelt

werden könnte.



43jähriger Fichtenwald, der sich an die KUP anschließt.

Methode: Bodenfallen (BARBER-Fallen). Jeweils 5 Fallen pro Fläche. Zeitraum: 10.

Mai bis 3. Juni 1993. Dreimalige Leerung.

Die meisten Individuen wurden auf der abgeernteten KUP gefangen (43,8% Relevante Ergebnisse:

des Gesamtfanges). Auf den Gerstenacker entfielen 22,2%, auf die KUP mit

Aspen 17,1% und auf den Fichtenwald 16,9%.

Die auf der abgeernteten KUP gefangenen Tiere gehören zu 16 Ordnungen. Auf der KUP mit Aspe und dem Gerstenacker sind es je 14 Ordnungen und

im Fichtenwald 13.

Bezogen auf die relativen Häufigkeiten der in den Biotopen gefangenen Tiere ist auf den KUP und im Fichtenwald die Ordnung der Springschwänze (Collembola) mit rd. 76% aller gefangenen Tiere (beerntete KUP), rd. 56% (KUP mit 8jähriger Aspe) bzw. rd. 52% (Wald) am stärksten vertreten. Auf dem Gerstenacker ist die Ordnung der Käfer am häufigsten (rd. 48%). Im Vergleich zum Gerstenacker und zum Fichtenwald haben auf den beiden Weberknechte **KUP-Varianten** die (Opilionida), die Hautflügler (Hymenoptera), die Schnabelkerfe (Rhynchota) und die Wenigborster (Oligochaeta) ihren Aktivitätsschwerpunkt. Auf der beernteten KUP sind zusätzlich hohe Aktivitätsdichten bei den Ordnungen Spinnen (Araneida), Springschwänze (Collembola) und Ohrwürmer (Dermaptera) aufgetreten. Milben (Acarina) treten verstärkt im Fichtenwald auf. Ausschließlich auf den KUP wurden Weichtiere (Mollusca) und Schmetterlingslarven (Lepidoptera) nachgewiesen. Tiere der Ordnung Blasenfüße, Fransenflügler, Thrispe (Thysanoptera) waren allein auf die KUP mit 8jähriger Aspe beschränkt.

Die Anzahl der Invertebraten-Familien liegt auf den beiden KUP mit 59 (beerntet) bzw. 58 (Aspe) höher als auf dem Gerstenacker (50) und im Fichtenwald (44). Verglichen mit Acker und Wald sind die Spinnen (Araneida), die Schnabelkerfe (Rhynchota) und die Käfer (Coleoptera) auf beiden Biotopen der KUP mit den höchsten Anzahlen an Familien aufgetreten.

Cunningham et al. (2004) Autor/Projekt:

(vgl. auch: Meyer-Marquart & Feldwisch 2006)

Projekt ARBRE (Arable Biomass Renewable Energy), Laufzeit 2000-2003

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Standort: Kommerziell genutzte Weidenplantagen auf ehemaligem Ackerland in

Yorkshire (Großbritannien)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Weidenarten

Klassisch bewirtschaftete Ackerflächen Referenz:

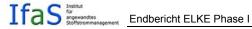
Erfassung der Schmetterlinge entlang von Transekten an den Rändern der Methode:

> Untersuchungsflächen bei drei Begehungen im Sommer nach

Standardmethode mit zeitlich festgelegten Zählungen.

Erfassung sonstiger Invertebraten bei zwei Begehungen im Jahr an Punkten mit unterschiedlichem Abstand zum Rand der Anbaufläche mit der

Abklopfmethode.



Relevante Ergebnisse:

Schmetterlinge waren auf die Randbereiche der Weidenplantagen und Ackerflächen beschränkt, wobei die Plantagen höhere Zahlen aufwiesen. Die Schmetterling-Fauna sowohl der Weidenplantagen als auch der Ackerflächen bestand hauptsächlich aus verbreiteten Arten wie z.B. dem Großen Ochsenauge. Sowohl die Gesamtzahl an Schmetterlingen als auch die Zahl der Arten stieg mit zunehmendem Alter der Planzungen an.

Frisch gepflanzte Weidenplantagen wiesen eine geringere Zahl an Schmetterlingen auf als die Ackerflächen, vermutlich als Folge der Zerstörung der Bodenflora bei der Bodenvorbereitung. Nach zwei Jahren Wachstum aber waren die zu Projektbeginn gepflanzten Weidenplantagen signifikant bessere Habitate für Schmetterlinge als die Kontrollflächen.

Die Mehrzahl der sonst in den Weidenplantagen gefundenen Invertebraten gehörte zu den Ordnungen Coleoptera (Käfer) und Hemiptera (Schnabelkerfe). Die Gesamtzahl der Invertebraten variierte stark zwischen den verschiedenen Pflanzungen, doch hatten die Ränder tendenziell mehr Individuen als das Bestandesinnere. Für die Mehrzahl der Invertebraten-Ordnungen war ein Anstieg mit fortschreitendem Wachstum der Weiden festzustellen.

Der Schädling Weidenblattkäfer (Phyllodecta vulgatissima) wies hohe Anteile an der Gesamt-Invertebratenzahl auf und baute in der Hälfte der untersuchten Weidenpflanzungen Schadpopulationen auf.

Projekt/Quelle:

EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Ökologische Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren:

Verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen: Fünf Standardfruchtfolgen (angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort:

Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg. Sachsen. Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n):

Standardfruchtfolgen:

Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen, Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Artenmischungen Ackergras, (Sommerroggen Sommertriticale, Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale. Sonnenblume, Sudangras. Welsches Weidelgras. Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps, Topinambur, Zuckerhirse.



Versuchsfläche:

Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil des Projektes sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode:

Ex-ante Abschätzungen zu den möglichen ökologischen Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus, wobei die Daten aus den Parzellenversuchen und Praxisflächen für die Validierung oder Justierung der Abschätzungsmodelle Verwendung finden. Für den biotischen Teil dieser Abschätzungen sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen installiert, um die Randeffekte einschränken zu können. Das zur Anwendung kommende biotische Abschätzungsmodell (Lebensraummodell) basiert auf vorhandenem Expertenwissen zur Habitatnutzung von Ackerfrüchten für fünf ausgewählte typische Organismengruppen der Ackerflächen: Beikräuter, Laufkäfer, Spinnen, Blütenbesucher und Vögel.

Die Erfassung der Artenvielfalt erfolgte bei den Laufkäfern, Spinnen und Blütenbesuchern nur auf den Praxisflächen ausgesuchter Betriebe in Thüringen (TH), Bayern (BY) und Mecklenburg-Vorpommern (MV) sowie Niedersachsen (NS; nur 2005), mit einer jeweiligen Flächengröße von etwa 2–4 ha, in den unterschiedlichen Fruchtarten.

Relevante Ergebnisse:

Die Artenvielfalt der Blütenbesucher ist in MV im Lupine-Leindotter-Gemenge höher als in den beiden Maisvarianten, wobei die Anzahl Arten und Individuen mit dem steigenden Beikrautdeckungsgrad zunimmt. Auffallend ist auch hier die Artenarmut des Standortes in Niedersachsen, der durch nahegelegene Gärten beeinflusst war und daher aus den weiteren Betrachtungen herausgenommen wurde. Bei etwa gleicher Artenzahl nimmt die Individuenzahl in Thüringen in der Reihenfolge Mais, Sudangras, gleichzeitig Ackerbohnen-Triticale-Gemenge ab, bei ansteigendem Beikrautdeckungsgrad. Zu bemerken ist, dass sich im Gemenge drei Arten wiederfinden, die in einzelnen Bundesländern in der Roten Liste der bedrohten Arten geführt werden. In Bayern zeigte sich die höchste Artenvielfalt im Winterweizen, nachfolgend im Erbsen-Leindotter- und Hafer-Leindotter-Gemenge. In gleicher Reihenfolge sinkt der jeweilige Beikrautdeckungsgrad und steigt die Anzahl der Individuen. Die Leguminosenmischungen variierten also die Zusammensetzung der Blütenbesuchergemeinschaften am deutlichsten, gefolgt vom mehrjährigen Ackerfutter. Hier zeigte sich ein hoher Anteil spezialisierter Arten, die in Mais und Sudangras fast völlig fehlten und hier das Artenspektrum vornehmlich von nicht fruchtartgebundenen Arten bestimmt wurde.

Festzuhalten bleibt, dass Mais und Getreide sehr unterschiedliche Artenspektren an Laufkäfern, Spinnen und Blütenbesuchern beherbergen. Sudangras nimmt eher eine Mittelstellung zwischen beiden ein. Wichtig ist also sowohl Mais als auch Getreide bzw. weitere Fruchtarten in Fruchtfolgen zu integrieren, um einer Artenverarmung, verursacht durch zu viel oder zu wenig Anteile einer Fruchtart, entgegenzuwirken.



Pseudoskorpione

Autor/Projekt: Blick & Burger (2002), Blick & Muster (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Wöllershof, Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: KUP auf vormaligem Ackerland mit überwiegend fünfjähriger Umtriebszeit,

> Anlage 1992. Nach 5 Jahren (Im Winter 1997/98) wurde ein Teil der Fläche nach Erreichen der Umtriebszeit beerntet, nach 10 Jahren wurde der

gesamte Energiewald geerntet.

Zeitpunkt der Untersuchungen:

Unbeerntete Fläche: Im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der zweiten

Umtriebsperiode (2000).

Beerntete Fläche: Im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der zweiten

Umtriebsperiode (2000).

Gesamte Versuchsfläche: Im 15. Jahr (2006), in der zweiten. bzw. dritten Umtriebsperiode, wurde die Spinnenfauna erneut nach dem gleichem

Schema erfasst.

Referenz: Ackerfläche, Untersuchung in den Jahren 1995 und 2000.

Drei angrenzende Waldbereiche:

Kleinflächiger Laubwald (Hochwald), Untersuchung in den Jahren 2000 und

2006.

Kleinflächiger Laubwald, Untersuchung im Jahr 2006.

Kleinflächiger Nadelwald, Untersuchung im Jahr 2006.

Methode: Untersuchungen Spinnentierfauna der (Spinnen, Weberknechte,

Pseudoskorpione):

Fallenfang: Entweder Fallenkombinationen bestehend aus je einem Bodenphotoeklektor mit einer Kopfdose und je einer Bodenfalle im und in

der Nähe des Eklektors oder nur Bodenfallen.

Relevante Ergebnisse: Insgesamt wurden in den drei Untersuchungsjahren 4 Pseudoskorpionarten

> nachgewiesen, 2 davon auch auf der Kurzumtriebsfläche. Allerdings wurden Pseudoskorpione in den angrenzenden Waldbereichen deutlich zahlreicher gefangen, als auf der Versuchsfläche. Hier waren nur wenige Tiere in den

Fallen.

Spinnen

Autor/Projekt: Makeschin et al. (1989) zit. in Güther & Kraft (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Abbachhof (Bayern)



Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Versuchsfläche: KUP mit Pappeln und Weiden, begründet 1983

Acker, Grünbrache (=Grünstreifen in und um die Plantage), Kiefernwald Referenz:

Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Umstellung von Ackernutzung auf Bewirtschaftung im Kurzumtrieb

> zeigte nach fünf Jahren eine signifikante Zunahme der Besiedlungs- und Aktivitätsdichte bei Regenwürmern, Weberknechten und Asseln. Die Ackerflächen dagegen wiesen die größeren Abundanzen bei den Spinnen

und Käfern auf.

Autor/Projekt: Loeffel & Nentwig (1997) zit. in Müller-Sämann et al.

(2003)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort:

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus sinensis

Versuchsfläche: Referenz:

Methode:

Relevante Ergebnisse: Erde, Streu und Stoppeln von Miscanthus haben, verglichen mit

> Wintergetreide und Maisstoppeln ein hohes Potenzial als Winterrefugium für Spinnen (insbesondere netzbauende Arten) und die Arthropodenfauna insgesamt. Populationen in sechsjährigen Miscanthusbeständen waren nach Erhebungen dieser Autoren gegenüber dreijährigen Beständen deutlich

höher.

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Canstein, Nordhessen,

Bodentyp/Bodenart: Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind glimmerreiche Gneise, die zu

sandig-grusigen Lehmen verwittern.

Nutzpflanze: Pappeln, Weiden, Aspen

Versuchsfläche: KUP mit achtjähriger Aspe im ersten Aufwuchs

KUP mit Pappeln und Weiden, die im Winter 1992/93 (vor der

Untersuchung) geerntet wurden.

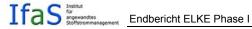
Ackerfläche mit Gerste, die im Stilllegungsfall in eine KUP umgewandelt Referenz:

werden könnte.

43jähriger Fichtenwald, der sich an die KUP anschließt.

Bodenfallen (BARBER-Fallen). Jeweils 5 Fallen pro Fläche. Zeitraum: 10. Methode:

Mai bis 3. Juni 1993. Dreimalige Leerung.



Relevante Ergebnisse:

Bezogen auf die prozentuale Häufigkeit aller im Biotop gefangener Tiere liegt die Ordnung der Spinnen (Araneida) auf der beernteten KUP mit 10,65% an zweiter Stelle (von 16), auf der KUP mit Aspe und auf dem Gerstenacker mit 8,49% bzw. 7,14% jeweils an dritter Stelle (von je 14) und im Fichtenwald mit 5,83% an vierter Stelle (von 13).

Hinsichtlich der Anzahl der Spinnen-Familien weisen die beiden KUP-Varianten mit 9 (Aspe) bzw. 6 (beerntete Teilfläche) Familien eine höhere Vielfalt auf, als Gerstenacker (4) und Fichtenwald (2). Nur in den beiden Biotopen der KUP sind Sackspinnen (Clubionidae) und Krabbenspinnen (Thomisidae) aufgetreten.

Die Aktivitätsdichte der Spinnentiere ist negativ mit der Bewuchshöhe korreliert. Dies wurde im Frühjahr 1993 besonders bei den Wolfsspinnen (Lycosidae) deutlich, die mit der höchsten Anzahl auf der beernteten KUP und der geringsten im Fichtenwald registriert wurden.

Autor/Projekt: Lips et al. (1999)

Anbauverfahren:

Die Standorte lagen in Belp (BE), Möhlin (AG), Mägenwil (AG) und Bürglen Standort:

(TG), in Aesch (BL), Zunzgen (BL), Pratteln (BL), Derendingen (BE),

Affoltern am Albis und in Zürich-Reckenholz.

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Einjährige Kulturen: Faserhanf, Kenaf, Raps

Mehrjährige Kulturen: Chinaschilf

Versuchsfläche: Die drei Indikatorgruppen wurden während drei Jahren auf je acht Parzellen

> in den nachwachsenden Rohstoffen Faserhanf, Kenaf, Chinaschilf und Raps untersucht. Die Anbautechnik entsprach dem Praxisanbau der Jahre 1993

bis 1996.

Referenz: Einjährige Kulturen: Herkömmliche Kulturen von Mais und Winterweizen

Mehrjährige Kulturen: Verschieden bewirtschaftete Wiesen auf stillgelegtem

Ackerland.

Methode: Beschreibung der Qualität des von der jeweiligen Kultur zur Verfügung

> gestellten Lebensraums anhand drei ausgewählter floristischer und faunistischer Indikatorgruppen: Begleitflora (Artenvielfalt), Laufkäfer und

epigäische Spinnen (je Arten- und Individuenzahlen).

Für die floristischen Aufnahmen wurden je nach Anbauzeitpunkt der Kultur ab Mai einmal monatlich bis zur Ernte durchgeführt. Die faunistischen Parameter wurden gleichzeitig mit fünf regelmässig im Feldverteilten (Typ Barber-Bodenfallen) erhoben. Eine monatliche Insektenfallen

Sammelperiode dauerte jeweils zwei Wochen.

Relevante Ergebnisse: Die Bewertung der Kulturen mit Hilfe der Indikatorgruppen Laufkäfer und

> bodenlebende Spinnen ist aufgrund der zeitlichen Dynamik der Populationen stark vom untersuchten Zeitraum abhängig. Im Hochsommer lässt sich feststellen, dass Raps als nachwachsender Rohstoff sowohl für Laufkäfer als auch für bodenlebende Spinnen einen interessanten Lebensraum darstellt. Dies gilt allerdings nur unter der Bedingung, dass der Hilfsstoffeinsatz im Rapsanbau gering bleibt. Hohe Aktivitätsdichten wurden im Juli auch in Kunstwiesen beobachtet. Ansonst unterschieden sich die zu vergleichenden Kulturen wenig. Bei ganzjähriger Betrachtung muss



Chinaschilf favorisiert werden, da es für Laufkäfer und Spinnen auch dann noch einen geeigneten Lebensraum bietet, wenn alle anderen Kulturen abgeerntet sind.

Die Analyse der mengenmässigen Artenzusammensetzung ergab für alle drei Indikatorgruppen eine deutliche Auftrennung in mehr- und einjährige Kulturen sowie eine klare Trennung von Sommer- und Winterkulturen. Innerhalb dieser Gruppen bedeutet der Anbau nachwachsender Rohstoffe weder eine weitere Verarmung der Kulturlandschaft noch eine Erhöhung der Artenvielfalt.

Autor/Projekt: Blick & Burger (2002), Burger (2004b), Blick (2006, 2007)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Wöllershof (Oberpfalz)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: KUP auf vormaligem Ackerland mit überwiegend fünfjähriger Umtriebszeit,

> Anlage 1992. Nach 5 Jahren (Im Winter 1997/98) wurde ein Teil der Fläche nach Erreichen der Umtriebszeit beerntet, nach 10 Jahren wurde der

gesamte Energiewald geerntet.

Zeitpunkt der Untersuchungen:

Unbeerntete Fläche: Untersuchung im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der

zweiten Umtriebsperiode (2000).

Beerntete Fläche: Untersuchung im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der

zweiten Umtriebsperiode (2000).

Gesamte Versuchsfläche: Im 15. Jahr (2006), in der zweiten. bzw. dritten Umtriebsperiode, wurde die Spinnenfauna erneut nach dem gleichem Schema erfasst. Zusätzlich erfolgte in dieser Periode eine Erfassung der

winteraktiven Spinnen (Anfang November 2006-Anfang Mai 2007)

Referenz: Ackerfläche: Untersuchung in den Jahren 1995, 2000, 2006-2007

(Winterfänge).

Drei angrenzende Waldbereiche:

Kleinflächiger Laubwald (Hochwald), Untersuchung in den Jahren 1995,

2000, 2006-2007.

Kleinflächiger Laubwald, Untersuchung 2006-2007.

Kleinflächiger Nadelwald, Untersuchung 2006-2007.

Methode: Untersuchungen der Spinnentierfauna (Spinnen, Weberknechte,

Pseudoskorpione):

Fallenfang: Entweder Fallenkombinationen bestehend aus je einem Bodenphotoeklektor mit einer Kopfdose

und je einer Bodenfalle im und in der Nähe des Eklektors oder nur

Bodenfallen.

zum Acker hat sich die Spinnenfauna auf Relevante Ergebnisse: Im Vergleich

> Kurzumtriebsfläche stark verändert und befindet sich eigenständigen Stadium, das sich von Acker und den angrenzenden



Waldbereichen unterscheidet, aber eine größere Ähnlichkeit zum Wald als zum Acker aufweist.

Störungstolerante typische Ackerarten sind bereits nach vier Jahren weitgehend verschwunden, andere haben ein zwischenzeitliches Maximum durchlaufen und typische Gehölzarten nehmen langsam zu.

Untersuchungen anderer Anpflanzungen zeigen, dass von einer extensiven Bewirtschaftung anfangs vor allem Offenlandarten profitieren und sich diese stark vermehren. Im weiteren Sukzessionsverlauf gehen diese Arten aber wieder deutlich zurück oder verschwinden aufgrund der zunehmenden Beschattung ganz.

Arten mit Wald als Schwerpunktlebensraum, die aber insgesamt ein breites Lebensraumspektrum besiedeln, sind auf der Energiewaldfläche vorhanden. Enger an den Wald gebundene Arten ließen sich aber nur in wenigen Exemplaren nachweisen. Die zwischenzeitlich nicht auf den Stock gesetzten Bereiche beherbergen erwartungsgemäß mehr Waldarten. Die Sukzession ist hier auch weiter fortgeschritten. Insgesamt nahmen die Waldarten bis 2006 kontinuierlich zu.

Die Ackerfauna setzt sich aus ausbreitungsstarken, störungstoleranten und häufigen Arten zusammen. Durch die im Vergleich zum Acker verminderte Bearbeitungsintensität im Energiewald können sich hier Arten ansiedeln und vermehren, die in der intensiver genutzten Kulturlandschaft nur wenig Lebensraum finden (z. B. in Brachen, Randstreifen und Hecken). Kurzumtriebsflächen bieten anspruchsvolleren Arten Lebensraum, als dieses auf einem Acker möglich ist.

Autor/Projekt: Blick et al. (2003), Burger (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Schwarzenau (Unterfranken)

Bodentyp/Bodenart: Nährstoffarme Sande über teilweise kalkhaltigen Tonen des unteren Keuper;

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: Eine im März 1994 angelegte Kurzumtriebs-Versuchsfläche. Die Fänge

> (s.u.) wurden vom 31. Mai 1994 bis 9. November 1995 (incl. Winter) ausschließlich in Parzellen, die mit Balsampappeln (intra- und

interspezifische Hybriden) bestockt waren, durchgeführt.

Referenz: Ackerfläche (Getreide).

Methode: Untersuchungen Spinnentierfauna (Spinnen, Weberknechte, der

Pseudoskorpione):

Fallenfang: Bodenphotoeklektoren (E) und Bodenfallen (B). 6 E (mit Kopfdose [K] und Bodenfalle) und zusätzlich 6 freie B pro Fläche (zusammen als Fallenkombination bezeichnet). E: 1 m² Grundfläche, B: Becher mit 7 cm Öffnungsweite, Ethylenglykol mit Detergens, Metall-

Bedachung; Leerung ca. 4-wöchig.

Relevante Ergebnisse: Spinnen:

Es sind folgende Entwicklungstendenzen feststellbar:

Die Fangsumme in der Pappelfläche ist etwa dreimal so hoch, wie auf dem

Acker.



Die Artenzahl auf der Pappelfläche liegt um 18% höher als auf dem Acker.

Die häufigen Arten werden in der neu angelegten Pappelfläche deutlich zahlreicher gefangen als auf dem Acker (alle in Bezug auf die absoluten Fangzahlen, teilweise auch prozentual).

Mit dem Chi²-Test sind bis auf Dicymbium nigrum brevisetosum die Fangsummen pro Art in beiden Flächen signifikant unterschiedlich.

Eine Auswertung der einzelnen Fallenkombinationen mit dem U-Test ergibt sieben Arten, deren Häufigkeiten sich signifikant unterscheiden: 5 Arten auf der Pappelfläche und 2 Arten auf dem Acker.

Einige Arten zeigen deutliche Entwicklungstendenzen – die Mehrzahl der Spinnen wird durch die Reduktion der Bewirtschaftung gefördert, nur wenige Arten werden davon negativ beeinflusst.

Autor/Projekt: Jodl et al. (2004) Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus x giganteus

Versuchsfläche: Miscanthusfeld, vier Jahre alt

Referenz: Maisacker, Schilfbestand

Methode:

Relevante Ergebnisse: Auch für Käfer und Spinnen scheint der über das Jahr nicht bearbeitete

> Miscanthusbestand von großem Interesse zu sein. Insgesamt 104 Arten konnten hier nachgewiesen werden, 94 in der Schilffläche und 82 auf dem Maisacker. 24 Käfer- und 21 Spinnenarten fand man ausschließlich im Miscanthusbestand (Differentialarten). Während in der Schilffläche eine ähnlich hohe Zahl an Differentialarten zu finden war (21 Käfer- bzw. 22 Spinnenarten), wurden auf dem Maisacker lediglich 19 Käfer und 5

Spinnenarten als Differentialarten nachgewiesen.

EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die Projekt/Quelle:

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Anbauverfahren: Verschiedene Energiepflanzen-Fruchtfolgen: 5 Standardfruchtfolgen

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort: Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in

> Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen,

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Standardfruchtfolgen:



Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen, Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Ackergras, Artenmischungen (Sommerroggen Sommertriticale, Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale. Sonnenblume, Sudangras, Welsches Weidelgras, Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale, Winterraps, Topinambur, Zuckerhirse.

Versuchsfläche:

Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil des Projektes sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode:

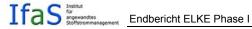
Ex-ante Abschätzungen zu den möglichen ökologischen Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus, wobei die Daten aus den Parzellenversuchen und Praxisflächen für die Validierung oder Justierung der Abschätzungsmodelle Verwendung finden. Für den biotischen Teil dieser Abschätzungen sind großflächige Untersuchungsflächen installiert, zusätzliche Randeffekte einschränken zu können. Das zur Anwendung kommende Abschätzungsmodell (Lebensraummodell) biotische basiert vorhandenem Expertenwissen zur Habitatnutzung von Ackerfrüchten für fünf ausgewählte typische Organismengruppen der Ackerflächen: Beikräuter, Laufkäfer, Spinnen, Blütenbesucher und Vögel.

Die Erfassung der Artenvielfalt erfolgte bei den Laufkäfern, Spinnen und Blütenbesuchern nur auf den Praxisflächen ausgesuchter Betriebe in Thüringen (TH), Bayern (BY) und Mecklenburg-Vorpommern (MV) sowie Niedersachsen (NS; nur 2005), mit einer jeweiligen Flächengröße von etwa 2-4 ha, in den unterschiedlichen Fruchtarten.

Relevante Ergebnisse:

Die größte Varianz in der Spinnenzönose ergibt sich aus dem Anbau von Mais im Vergleich zu der Getreideart (Winterweizen) bzw. den Gemengen (Hafer-Leindotter, Lupine-Leindotter). Auch hier ist die Artenvielfalt regional sehr unterschiedlich, wobei sich die Standorte in MV und in BY am deutlichsten unterscheiden. Thüringen grenzt sich in seinem Artenspektrum wiederum deutlich von den drei anderen Standorten ab. Bei den Laufkäferund Spinnengemeinschaften fällt die Übereinstimmung vieler Arten zwischen Mais und Sudangras auf, dennoch weist Sudangras zusätzlich viele Übereinstimmungen mit dem Hafer- Leindotter-Gemenge und einen gewissen Anteil eigene Arten auf, die in keiner anderen Fruchtart auftreten.

Festzuhalten bleibt, dass Mais und Getreide sehr unterschiedliche Artenspektren an Laufkäfern, Spinnen und Blütenbesuchern beherbergen. Sudangras nimmt eher eine Mittelstellung zwischen beiden ein. Wichtig ist also sowohl Mais als auch Getreide bzw. weitere Fruchtarten in Fruchtfolgen zu integrieren, um einer Artenverarmung, verursacht durch zu viel oder zu wenig Anteile einer Fruchtart, entgegenzuwirken.



Weberknechte

Autor/Projekt: Makeschin et al. (1989) zit. in Güther & Kraft (2006),

Makeschin (1994) zit. in Liesebach (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Abbachhof (Bayern)

Bodentyp/Bodenart:

Pappeln, Weiden Nutzpflanze(n):

Versuchsfläche: KUP mit Pappeln und Weiden, begründet 1983

Referenz: Acker, Grünbrache (=Grünstreifen in und um die Plantage), Kiefernwald

Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Umstellung von Ackernutzung auf Bewirtschaftung im Kurzumtrieb

zeigte nach fünf Jahren eine signifikante Zunahme der Besiedlungs- und

Aktivitätsdichte bei Weberknechten, Regenwürmern und Asseln.

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999) Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Canstein, Nordhessen,

Bodentyp/Bodenart: Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sindglimmerreiche Gneise, die zu

sandig-grusigen Lehmen verwittern.

Nutzpflanze: Pappeln, Weiden, Aspen

Versuchsfläche: KUP mit achtjähriger Aspe im ersten Aufwuchs

KUP mit Pappeln und Weiden, die im Winter 1992/93 (vor der

Untersuchung) geerntet wurden.

Referenz: Ackerfläche mit Gerste, die im Stilllegungsfall in eine KUP umgewandelt

werden könnte.

43jähriger Fichtenwald, der sich an die KUP anschließt.

Methode: Bodenfallen (BARBER-Fallen). Jeweils 5 Fallen pro Fläche. Zeitraum: 10.

Mai bis 3. Juni 1993. Dreimalige Leerung.

Bezogen auf die prozentuale Häufigkeit aller im Biotop gefangener Tiere Relevante Ergebnisse:

liegt die Ordnung der Weberknechte (Opilionida) auf der KUP mit Aspe mit 3,47% auf dem vierten Platz (von 14), auf der beernteten KUP und im Fichtenwald mit 0,60% bzw. 0,45% jeweils auf dem siebten Platz (von 16 bzw. 13) und auf dem Gerstenacker mit 0,05% auf dem vorletzten (13.) Platz. Im Vergleich der vier untersuchten Biotope haben die Weberknechte

ihren Aktivitätsschwerpunkt in den KUP.

Die Anzahl der Familien aus der Ordnung der Weberknechte beträgt auf dem Gerstenacker 1 und auf den anderen Biotopen je 2. Die Familien der Fadenkanker (Nemastomatidae) und die echten Weberknechte

(Phalangiidae) haben in den KUP ihren Aktivitätsschwerpunkt.

Blick & Burger (2002), Blick & Muster (2006) Autor/Projekt:

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder



Standort: Wöllershof, Bayern,

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: KUP auf vormaligem Ackerland mit überwiegend fünfjähriger Umtriebszeit,

> Anlage 1992. Nach 5 Jahren (Im Winter 1997/98) wurde ein Teil der Fläche nach Erreichen der Umtriebszeit beerntet, nach 10 Jahren wurde der

gesamte Energiewald geerntet.

Zeitpunkt der Untersuchungen:

Unbeerntete Fläche: Untersuchung im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der

zweiten Umtriebsperiode (2000).

Beerntete Fläche: Untersuchung im vierten Jahr seit der Anlage innerhalb der ersten Umtriebsperiode (1995) und im neunten Jahr innerhalb der

zweiten Umtriebsperiode (2000).

Gesamte Versuchsfläche: Im 15. Jahr (2006), in der zweiten. bzw. dritten Umtriebsperiode, wurde die Spinnenfauna erneut nach dem gleichem

Schema erfasst.

Referenz: Ackerfläche: Untersuchung in den Jahren 1995 und 2000.

Drei angrenzende Waldbereiche:

Kleinflächiger Laubwald (Hochwald), Untersuchung in den Jahren 2000 und

2006.

Kleinflächiger Laubwald, Untersuchung im Jahr 2006.

Kleinflächiger Nadelwald, Untersuchung im Jahr 2006.

Methode: Untersuchungen Spinnentierfauna der (Spinnen, Weberknechte,

Pseudoskorpione):

Fallenfang: Entweder Fallenkombinationen bestehend aus je einem Bodenphotoeklektor mit einer Kopfdose

und je einer Bodenfalle im und in der Nähe des Eklektors oder nur

Bodenfallen.

Relevante Ergebnisse: Insgesamt wurden in den drei Untersuchungsjahren 10 Weberknechtarten

nachgewiesen, 7 davon auch auf der Kurzumtriebsfläche. Ungeachtet des zwischenzeitlich erfolgten zweimaligen Umtriebs zeigt die Fauna der Versuchsfläche eine fortschreitende Sukzession hin zu einer Gehölzfauna, da viele Arten der angrenzenden Waldbereiche inzwischen auch hier in

vergleichbaren Häufigkeiten nachzuweisen sind.

Autor/Projekt: Blick et al. (2003) Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Schwarzenau, Bayern,

Bodentyp/Bodenart: Nährstoffarme Sande über teilweise kalkhaltigen Tonen des unteren Keuper;

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: Eine im März 1994 angelegte Kurzumtriebs-Versuchsfläche. Die Fänge

(s.u.) wurden vom 31. Mai 1994 bis 9. November 1995 (incl. Winter) ausschließlich in Parzellen, die mit Balsampappeln

interspezifische Hybriden) bestockt waren, durchgeführt.



Referenz: Ackerfläche (Getreide).

Methode: Untersuchungen Spinnentierfauna (Spinnen, Weberknechte, der

Pseudoskorpione):

Fallenfang: Bodenphotoeklektoren (E) und Bodenfallen (B). 6 E (mit Kopfdose [K] und Bodenfalle) und zusätzlich 6 freie B pro Fläche (zusammen als Fallenkombination bezeichnet). E: 1 m² Grundfläche, B: Becher mit 7 cm Öffnungsweite, Ethylenglykol mit Detergens, Metall-

Bedachung; Leerung ca. 4-wöchig.

Relevante Ergebnisse: Weberknechte:

> Von den fünf nachgewiesenen Weberknechtarten kommen drei (Lophopilio palpinalis, Oligolophus tridens, Phalangium opilio) auch auf dem Acker vor.

> Die Fangsummen dieser drei Arten in der Pappelfläche und am Acker

unterscheiden sich jeweils deutlich.

Alle Weberknechtarten werden durch die Gehölzanpflanzung gefördert, wobei Phalangium opilio bereits im zweiten Jahr wieder eine rückläufige

Tendenz zeigt.

Milben

Autor/Projekt: MINOR et al. (2002) zit. in Meyer-Marquart & Feldwisch (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebsplantage

Standort: Drei bis vier Jahre alte Weidenplantagen in den USA

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Weidenarten

Referenz:

Methode: Untersuchung der Bodenfauna, namentlich der Milbenfauna (Oribatida und

Gamasina).

Relevante Ergebnisse: In den untersuchten Weidenplantagen konnten 48 Oribatida- und Gamasina-

Arten nachgewiesen werden, die jedoch zumeist charakteristisch für gestörte Habitate oder frühe Sukzessionsstadien sind. In keinem Fall konnten

typische Waldbodenspezies nachgewiesen werden.

Anhand der Oribatida-Lebensgemeinschaft bezeichnen die Autoren die Übergangshabitate Weidenplantagen als zwischen Acker und Waldstandorten ein. Die Zersetzer-Gemeinschaften in Böden werden nach MINOR et al. insbesondere durch die Länge der Bodenruhe gefördert..

Insgesamt stufen MINOR et al. Weidenplantagen als positiv für die Bodenfauna ein, die auch als Rückzugsraum und Biotopverbundelement für die Bodenfauna in Agrarlandschaften dienen können. Dabei wird die Bodenfauna insbesondere durch die Bodenbearbeitung Bestandsgründung der Kurzumtriebsplantagen, die Düngung und den Pflanzenschutz beeinflusst; Intensität und Häufigkeit bestimmen über

positive und negative Einflüsse auf die Bodenfauna.



Asseln

Autor/Projekt: Makeschin et al. (1989) zit. in Güther & Kraft (2006), Makeschin (1994) zit.

in Liesebach (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Abbachhof (Bayern)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Versuchsfläche: KUP mit Pappeln und Weiden, begründet 1983

Referenz: Acker, Grünbrache (=Grünstreifen in und um die Plantage), Kiefernwald

Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Umstellung von Ackernutzung auf Bewirtschaftung im Kurzumtrieb

> zeigte nach fünf Jahren eine signifikante Zunahme der Besiedlungs- und Aktivitätsdichte bei Asseln, Weberknechten und Regenwürmern. Die Ackerflächen dagegen wiesen die größeren Abundanzen bei den Spinnen

und Käfern auf.

Käfer

Autor/Projekt: Makeschin et al. (1989) zit. in Güther & Kraft (2006),

Makeschin (1994) zit. in Liesebach (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Abbachhof (Bayern)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden

Versuchsfläche: KUP mit Pappeln und Weiden, begründet 1983

Referenz: Acker, Grünbrache (=Grünstreifen in und um die Plantage), Kiefernwald

Methode:

Relevante Ergebnisse: Die Umstellung von Ackernutzung auf Bewirtschaftung im Kurzumtrieb

> zeigte nach fünf Jahren eine signifikante Zunahme der Besiedlungs- und Aktivitätsdichte bei Regenwürmern, Weberknechten und Asseln. Die Ackerflächen dagegen wiesen die größeren Abundanzen bei den Spinnen

und Käfern auf.

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999), Liesebach (2006)

Kurzumtriebswälder Anbauverfahren: Standort: Canstein, Nordhessen,

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappeln, Weiden, Aspen

Versuchsfläche: KUP mit achtjähriger Aspe im ersten Aufwuchs

KUP mit Pappeln und Weiden, die im Winter 1992/93 (vor der

Untersuchung) geerntet wurden.



Referenz: Ackerfläche mit Gerste, die im Stilllegungsfall in eine KUP umgewandelt

werden könnte.

43jähriger Fichtenwald, der sich an die KUP anschließt.

Methode: Bodenfallen (BARBER-Fallen). Jeweils 5 Fallen pro Fläche. Zeitraum: 10.

Mai bis 3. Juni 1993. Dreimalige Leerung.

In der Ordnung der Käfer haben die Laufkäfer (Carabidae) und Kurzflügler Relevante Ergebnisse:

> (Staphylinidae) ihre höchste Aktivitätsdichte im Gerstenacker. Auf dem Acker wurden 59% aller Laufkäfer gefangen, gefolgt von den beiden KUP (jeweils 19%) und dem Fichtenwald (3%). Für die Kurzflügler ergibt sich folgende Verteilung: Gerstenacker 57%, KUP mit Aspe 23%, KUP (beerntet)

9% und Fichtenwald (11%).

Eine Zusammenfassung der Laufkäfer nach dem Feuchte-Index ihres Hauptlebensraumes zeigt, dass im Gerstenacker und auf der abgeernteten Plantage Käfer der trockenen Habitate einen größeren Anteil einnehmen als im Fichtenwald und auf der KUP mit 8jähriger Aspe. Die meisten Käferarten der beiden letztgenannten Biotope bevorzugen hingegen feuchtere Habitate.

Autor/Projekt: Lips et al. (1999)

Anbauverfahren:

Standort: Die Standorte lagen in Belp (BE), Möhlin (AG), Mägenwil (AG) und Bürglen

(TG), in Aesch (BL), Zunzgen (BL), Pratteln (BL), Derendingen (BE),

Affoltern am Albis und in Zürich-Reckenholz.

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Einjährige Kulturen: Faserhanf, Kenaf, Raps

Mehrjährige Kulturen: Chinaschilf

Versuchsfläche: Die drei Indikatorgruppen wurden während drei Jahren auf je acht Parzellen

> in den nachwachsenden Rohstoffen Faserhanf, Kenaf, Chinaschilf und Raps untersucht. Die Anbautechnik entsprach dem Praxisanbau der Jahre 1993

bis 1996.

Referenz: Einjährige Kulturen: Herkömmliche Kulturen von Mais und Winterweizen

Mehrjährige Kulturen: Verschieden bewirtschaftete Wiesen auf stillgelegtem

Ackerland.

Methode: Beschreibung der Qualität des von der jeweiligen Kultur zur Verfügung

> gestellten Lebensraums anhand drei ausgewählter floristischer und faunistischer Indikatorgruppen: Begleitflora (Artenvielfalt), Laufkäfer und

epigäische Spinnen (je Arten- und Individuenzahlen).

Für die floristischen Aufnahmen wurden je nach Anbauzeitpunkt der Kultur ab Mai einmal monatlich bis zur Ernte durchgeführt. Die faunistischen Parameter wurden gleichzeitig mit fünf regelmässig im Feldverteilten Insektenfallen (Typ Barber-Bodenfallen) erhoben. Eine monatliche

Sammelperiode dauerte jeweils zwei Wochen.

Die Bewertung der Kulturen mit Hilfe der Indikatorgruppen Laufkäfer und Relevante Ergebnisse:

> bodenlebende Spinnen ist aufgrund der zeitlichen Dynamik der Populationen stark vom untersuchten Zeitraum abhängig. Im Hochsommer lässt sich feststellen, dass Raps als nachwachsender Rohstoff sowohl für Laufkäfer als auch für bodenlebende Spinnen einen interessanten Lebensraum darstellt. Dies gilt allerdings nur unter der Bedingung, dass der



Hilfsstoffeinsatz im Rapsanbau gering bleibt. Hohe Aktivitätsdichten wurden im Juli auch in Kunstwiesen beobachtet. Ansonst unterschieden sich die zu vergleichenden Kulturen wenig. Bei ganzjähriger Betrachtung muss Chinaschilf favorisiert werden, da es für Laufkäfer und Spinnen auch dann noch einen geeigneten Lebensraum bietet, wenn alle anderen Kulturen abgeerntet sind.

Die Analyse der mengenmässigen Artenzusammensetzung ergab für alle drei Indikatorgruppen eine deutliche Auftrennung in mehr- und einjährige Kulturen sowie eine klare Trennung von Sommer- und Winterkulturen. Innerhalb dieser Gruppen bedeutet der Anbau nachwachsender Rohstoffe weder eine weitere Verarmung der Kulturlandschaft noch eine Erhöhung der Artenvielfalt.

Autor/Projekt: Jodl et al. (2004) Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort: Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Miscanthus x giganteus

Versuchsfläche: Miscanthusfeld, vier Jahre alt

Referenz: Maisacker, Schilfbestand

Methode:

Auch für Käfer und Spinnen scheint der über das Jahr nicht bearbeitete Relevante Ergebnisse:

Miscanthusbestand von großem Interesse zu sein. Insgesamt 104 Arten konnten hier nachgewiesen werden, 94 in der Schilffläche und 82 auf dem Maisacker. 24 Käfer- und 21 Spinnenarten fand man ausschließlich im Miscanthusbestand (Differentialarten). Während in der Schilffläche eine ähnlich hohe Zahl an Differentialarten zu finden war (21 Käfer- bzw. 22), wurden auf dem Maisacker lediglich 19 Käfer- und 5 Spinnenarten als

Differentialarten nachgewiesen.

Autor/Projekt: Fritze (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Wöllershof, Bayern,

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappeln

Versuchsfläche: KUP auf vormaligem Ackerland mit überwiegend fünfjähriger Umtriebszeit,

Anlage 1992. Im Winter 1997/98 wurde ein Teil der Fläche nach Erreichen

der Umtriebszeit beerntet.

Referenz: Ackerfläche, Untersuchung in den Jahren 1995 und 2000.

Nadel- bzw. Laubwald, Untersuchung in den Jahren 2000.und 2006

Methode: Untersuchungen der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae)

> Fallenfang: Entweder Fallenkombinationen bestehend aus je einem Bodenphotoeklektor mit einer Kopfdose und je einer Bodenfalle im und in

der Nähe des Eklektors oder nur Bodenfallen.



Relevante Ergebnisse: Unkommentierte Artenlisten.

Autor/Projekt: **AGROFORST**

Quelle: www.agroforst.uni-freiburg.de

Anbauverfahren: Agroforstliche Landnutzungssysteme

Standort: Gebiete in Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern

unterschiedlichen naturräumlichen und agrarstrukturellen Voraussetzungen.

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze:

Versuchsfläche:

Referenz: In jedem Untersuchungsgebiet (Beispielgebiet) werden Agroforstsysteme in

verschiedenen Altersstadien im Vergleich zur aktuellen Situation sowie zu möglichen Alternativen (z.B. Aufforstung) bewertet. Da es keine realen Versuchsflächen gibt, dienen als Grundlage der Bewertung bestehende Erkenntnisse über verwandte Systeme (z.B. Streuobstbestände, Alleen etc.)

Für detailliertere Aussagen wurden von Experten Gutachten über die Methode

voraussichtlich zu erwartende Artenausstattung und -verschiebung in der

Avifauna und bei den Coleoptera erstellt.

Relevante Ergebnisse:

Projekt/Quelle: EVA (Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die

> landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands) – Teilprojekt II: Folgewirkungen des Energiepflanzenanbaus (01.05.2005-31.10.2008).

Quelle: www.zalf.de (2007), Willms et al. (2007), Gödeke et al. (2007)

Energiepflanzen-Fruchtfolgen: 5 Anbauverfahren: Verschiedene Standardfruchtfolgen

(angelegt 2005 und 2006), die an den verschiedenen Standorten jeweils

durch regionalspezifische Fruchtfolgen ergänzt wurden.

Standort: Sieben Standorte in sieben typischen Anbauregionen Deutschlands in

> Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Niedersachsen. Sachsen,

Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Standardfruchtfolgen:

> Futterroggen, Hafersortenmischung, Luzerne- oder Kleegras, Mais, Ölrettich, Sommer-Gerste, Sudangras, Winterraps, Wintertriticale, Winterweizen,

Zuckerhirse.

Regionalspezifische Fruchtfolgen:

Ackergras, Artenmischungen (Sommerroggen Sommertriticale, Wintertriticale + Winterweizen + Wintergerste, Hafer + Erbse + Leindotter, Winterroggen + Wintergerste), E-Mais, Erbsen, Futterroggen, Gelbsenf, Gerstgras, Hafer, Hanf, Kartoffel, Körnererbsen, Körnermais, Landsberger-Gemenge, Lupine, Mais, Ölrettich, Phacelia, Senf, Silomais, Sommergerste, Sommertriticale. Sonnenblume, Sudangras, Weidelgras, Welsches

Wntererbse, Wintergerste, Winterroggen, Wintertriticale,

Topinambur, Zuckerhirse.

Winterraps,



Versuchsfläche:

Zentrales Element des Verbundvorhabens sind Parzellenversuche auf den sieben unterschiedlichen Agrarstandorten, in denen Anbausysteme für Energiepflanzen mit dem Ziel eines hohen Biogasoutputs und ökonomischer Effizienz getestet werden. Für den biotischen Teil des Projektes sind zusätzliche großflächige Untersuchungsflächen (Praxisflächen) installiert, um die Randeffekte einschränken zu können.

Referenz:

Methode:

Ex-ante Abschätzungen zu den möglichen ökologischen Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus, wobei die Daten aus den Parzellenversuchen und Praxisflächen für die Validierung oder Justierung der Abschätzungsmodelle Verwendung finden. Für den biotischen Teil dieser Abschätzungen sind großflächige Untersuchungsflächen installiert, zusätzliche Randeffekte einschränken zu können. Das zur Anwendung kommende Abschätzungsmodell (Lebensraummodell) biotische basiert vorhandenem Expertenwissen zur Habitatnutzung von Ackerfrüchten für fünf ausgewählte typische Organismengruppen der Ackerflächen: Beikräuter, Laufkäfer, Spinnen, Blütenbesucher und Vögel.

Die Erfassung der Artenvielfalt erfolgte bei den Laufkäfern, Spinnen und Blütenbesuchern nur auf den Praxisflächen ausgesuchter Betriebe in Thüringen (TH), Bayern (BY) und Mecklenburg-Vorpommern (MV) sowie Niedersachsen (NS; nur 2005), mit einer jeweiligen Flächengröße von etwa 2-4 ha, in den unterschiedlichen Fruchtarten.

Relevante Ergebnisse:

Über die Standorte betrachtet, entdeckt man die größte Varianz in der Artenvielfalt an Laufkäfern (2005) zwischen der Fruchtart Mais und dem Gemenge Hafer-Leindotter. Lupine-Leindotter liefert den zweit stärksten Effekt auf die Artenvielfalt. Die Regionen unterscheiden sich dabei sehr deutlich in ihren örtlich vorkommenden Laufkäferarten.

Bei den Laufkäfer- und Spinnengemeinschaften fällt die Übereinstimmung vieler Arten zwischen Mais und Sudangras auf, dennoch weist Sudangras zusätzlich viele Übereinstimmungen mit dem Hafer-Leindotter-Gemenge und einen gewissen Anteil eigene Arten auf, die in keiner anderen Fruchtart auftreten.

Festzuhalten bleibt, dass Mais und Getreide sehr unterschiedliche Artenspektren an Laufkäfern, Spinnen und Blütenbesuchern beherbergen. Sudangras nimmt eher eine Mittelstellung zwischen beiden ein. Wichtig ist also sowohl Mais als auch Getreide bzw. weitere Fruchtarten in Fruchtfolgen zu integrieren, um einer Artenverarmung, verursacht durch zu viel oder zu wenig Anteile einer Fruchtart, entgegenzuwirken.

Hautflügler

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999) Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Canstein, Nordhessen,

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Aspe, Pappeln, Weiden

Versuchsfläche: KUP mit achtjähriger Aspe im ersten Aufwuchs

KUP mit Pappeln und Weiden, die im Winter 1992/93 (vor der

Untersuchung) geerntet wurden.



Referenz: Ackerfläche mit Gerste, die im Stilllegungsfall in eine KUP umgewandelt

werden könnte.

43jähriger Fichtenwald, der sich an die KUP anschließt.

Methode: Bodenfallen (BARBER-Fallen). Jeweils 5 Fallen pro Fläche. Zeitraum: 10.

Mai bis 3. Juni 1993. Dreimalige Leerung.

Bezogen auf die prozentuale Häufigkeit aller im Biotop gefangener Tiere Relevante Ergebnisse:

> liegt die Ordnung der Hautflügler (Hymenoptera) auf der KUP mit Aspe mit 1,70% auf dem siebten Platz (von 14), auf der beernteten KUP mit 0,66% auf Platz 6 (von 16), auf dem Gerstenacker auf Platz 7 von 14 (0,48%) und im Fichtenwald mit 0,26% auf Platz 8 (von 13). Im Vergleich der vier untersuchten Biotope haben die Hautflügler ihren Aktivitätsschwerpunkt in

den KUP.

Die Mindestanzahl der Familien aus der Ordnung der Hautflügler beträgt auf der beernteten KUP 6, auf dem Gerstenacker und im Fichtenwald je 5 und auf der KUP mit Aspe 4. Die Familien der echten Schlupfwespen (Ichneumonidae) und Ameisen (Formidae) haben in den KUP ihren Aktivitätsschwerpunkt. Für den Biotop der beernteten KUP ist noch die Überfamilie der Erzwespen (Chalcidoidea) zu nennen.

Zweiflügler

Autor/Projekt: Liesebach et al. (1999)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Canstein, Nordhessen,

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Pappeln, Weiden, Aspen

Versuchsfläche: KUP mit achtjähriger Aspe im ersten Aufwuchs

KUP mit Pappeln und Weiden, die im Winter 1992/93 (vor der

Untersuchung) geerntet wurden.

Ackerfläche mit Gerste, die im Stilllegungsfall in eine KUP umgewandelt Referenz:

werden könnte.

43jähriger Fichtenwald, der sich an die KUP anschließt.

Methode: Bodenfallen (BARBER-Fallen). Jeweils 5 Fallen pro Fläche. Zeitraum: 10.

Mai bis 3. Juni 1993. Dreimalige Leerung.

Relevante Ergebnisse: Aus der Ordnung der Zweiflügler (Diptera) zeigte die Familie

> Buckelfliegen (Phoridae) die stärkste Aktivität auf der beernteten KUP. Die Hauptaktivität der Dungfliegen (Sphaeroceridae) war mit 52% auf dem

Gerstenacker zu finden und lag im Fichtenwald bei 32%.

Regenwürmer

Autor/Projekt: Makeschin et al. (1989) zit. in Liesebach et al. (2006) sowie Güther & Kraft

(2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder Standort: Abbachhof (Bayern)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Pappeln, Weiden



Versuchsfläche: KUP mit Pappeln und Weiden, begründet 1983

Referenz: Acker, Grünbrache (=Grünstreifen in und um die Plantage), Kiefernwald

Methode: Zählung der Regenwürmer

Relevante Ergebnisse: Artenzahl

Kiefernwald 1986: 2, Acker 1986: 4, Grünbrache 1986: 6, Pappel 1986/1989:

6/7, Weide 1986/1989: 5/8

Individuendichte (Indivi./m2):

Acker: 60, Grünbrache: 150, Pappel: 120, Weide: 180.

Alterszusammensetzung:

Acker: 20% Jungtiere, Plantage: 80% Jungtiere

Nach der Umstellung von Ackernutzung auf Bewirtschaftung im Kurzumtrieb zeigte sich nach fünf Jahren eine signifikante Zunahme der Besiedlungsund Aktivitätsdichte bei Regenwürmern, Weberknechten und Asseln. Die Ackerflächen dagegen wiesen die größeren Abundanzen bei den Spinnen

und Käfern auf.

Autor/Projekt: Makeschin (1992), Makeschin (1994) zit. in Liesebach et al. (2006)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Canstein (Hessen)

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze(n): Pappeln

Versuchsfläche: KUP mit Pappeln

Referenz: Acker, Grünbrache (Brache) Methode: Zählung der Regenwürmer

Relevante Ergebnisse: Artenzahl

Acker 1990: 2, Grünbrache 1990: 8, Pappel 1990: 5

Alterszusammensetzung:

Deutlich höherer Anteil an Jungtieren in der Plantage im Vergleich zum

Acker (Ähnliche Verteilung wie Abbachhof, vgl. Makeschin et al. 1989)

Loeffel & Nentwig (1997) zit. in Müller-Sämann et al. Autor/Projekt:

(2003)

Anbauverfahren: Miscanthusanbau

Standort:

Bodentyp/Bodenart:

Miscanthus sinensis Nutzpflanze:

Versuchsfläche:

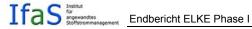
Referenz:

Methode:



Relevante Ergebnisse:

Erde, Streu und Stoppeln von Miscanthus haben, verglichen mit Wintergetreide und Maisstoppeln ein hohes Potenzial als Winterrefugium für Spinnen (insbesondere netzbauende Arten) und die Arthropodenfauna insgesamt. Der Regenwurmbesatz war mit über 240 Tieren/m2 ebenfalls relativ hoch, die Aktivität der Tiere stark feuchteabhängig.



6.3 Biotisch-abiotische Objekte

6.3.1 Landschaft

6.3.1.1 Landschaftsbild

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006)

Wolf & Böhnisch (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Bodentyp/Bodenart: Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Nutzpflanze: Pappel

Versuchsfläche: Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser

Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können.

Beurteilung des Kriteriums Landschaftsbild anhand von 5 Merkmalen

Die Auswirkung auf das Landschaftsbild wird auf 2 Plantagen insgesamt Relevante Ergebnisse:

positiv auf 3 Plantagen insgesamt negativ bewertet.

Projekt/Quelle: **AGROFORST**

Quelle: www.agroforst.uni-freiburg.de

Anbauverfahren: Agroforstliche Landnutzungssysteme

Standort: Gebiete in Baden-Württemberg und Mecklenburg-Vorpommern

unterschiedlichen naturräumlichen und agrarstrukturellen Voraussetzungen.

Bodentyp/Bodenart: Nutzpflanze: Versuchsfläche:

Referenz: In jedem Untersuchungsgebiet (Beispielgebiet) werden Agroforstsysteme in

> verschiedenen Altersstadien im Vergleich zur aktuellen Situation sowie zu möglichen Alternativen (z.B. Aufforstung) bewertet. Da es keine realen



Versuchsflächen gibt, dienen als Grundlage der Bewertung bestehende Erkenntnisse über verwandte Systeme (z.B. Streuobstbestände, Alleen etc.)

Methode: Landschaftsästhetischen Beurteilung der angedachten Systeme

(Landschaftsbild). Um die Wirkung auf den Menschen und die Akzeptanz ungewohnten Strukturen zu beurteilen. werden Expertenbefragungen durchgeführt. Zur Veranschaulichung der optischen

Wirkung stehen im Projekt angefertigte Fotomontagen zur Verfügung.

Relevante Ergebnisse:

6.3.1.2 Erholungseignung

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006)

Wolf & Böhnisch (2004b)

Anbauverfahren: Kurzumtriebswälder

Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen Standort:

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer Bodentyp/Bodenart:

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Nutzpflanze: Pappel

Versuchsfläche: Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser

Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können.

Beurteilung des Kriteriums Erholungseignung anhand von 3 Merkmalen

Relevante Ergebnisse: Die Auswirkung auf die Erholungseignung wird auf 1 Plantage insgesamt

positiv auf 4 Plantagen insgesamt negativ bewertet.

Raumvielfalt (Vielfalt an Biotopen und Ökotonen) 6.3.1.3

Autor/Projekt: Wolf & Böhnisch (2004a) zit. in Liesebach (2006), Böhnisch Wolf &

(2004b)

Kurzumtriebswälder Anbauverfahren:

Nutzpflanze(n): Pappel

Standort: Die Flächen liegen in den nordöstlichen, mittleren und südlichen

> Landesteilen Sachsens in Höhenlagen zwischen 120 und 650 m ü. NN. Die angelegten Versuchsflächen repräsentieren alle für den Pappelanbau auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen relevanten Standorte in Sachsen



vom Hochleistungsstandort bis zum Grenzertragsstandort, von der

rekultivierten Tagebaukippe bis zum Mittelgebirgsstandort

Bodentyp/Bodenart: Die Bodengüte bewegt sich zwischen 30 und 65 Bodenpunkten bei einer

mäßig trockenen bis frischen Wasserversorgung.

Fünf Pappel-Versuchsplantagen im Alter von 4-5 Jahren: Im Frühjahr 1998 Versuchsfläche(n):

Anlage von 2 Versuchsflächen mit einer Größe von 4 ha bzw. 18 ha und im

Frühjahr 1999 Anlage von 3 weiteren Flächen von 4 ha bis 14 ha.

Referenz: Acker

Methode: Für alle fünf im Rahmen des Verbundvorhabens angelegten Flächen erfolgte

> unmittelbar nach Anlage eine landespflegerische Begleituntersuchung durch eine unabhängige Landschaftspflegerin, um die Auswirkungen dieser

Flächen auf Landschaft und Natur abschätzen zu können.

Das Merkmal Zusätzliche Bereicherung der Biotopstruktur wird auf allen 5 Relevante Ergebnisse:

Versuchsflächen positiv bewertet.

Autor/Projekt: Roth et al. (2005) zit. in Meyer-Marquart & Feldwisch (2006):

Anbauverfahren: Anbau von Rutenhirse

Standort: Nordamerika

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Rutenhirse (Panicum virgatum)

Referenz: Methode:

Relevante Ergebnisse: Der Anbau von Rutenhirse (Panicum virgatum) als Energiepflanze

> beeinflusst die Abundanz von Grünlandvogelarten: Bodenbrüter treten im Jahr nach der herbstlichen Ernte der Rutenhirse auf, wohingegen Bewohner von Langgrasbeständen wie der Seggen-Zaunkönig (Cistothorus platensis) die nicht abgeernteten Bestände bevorzugen. Daraus folgern Roth et al., dass für ein möglichst breites Habitatangebot für unterschiedliche Vogelarten ein Nebeneinander von unterschiedlichen Entwicklungsstadien am günstigsten ist. Unter diesen Bedingungen kann das Habitatangebot in Ackerbauregionen durch den Anbau perennierender Gräser erweitert werden. Dieses Ergebnis aus Nordamerika ist nach Einschätzung der Autoren sicherlich auch auf entsprechende Kulturen in Deutschland wie

Miscanthus oder Sudangras übertragbar.

Biotopverbund 6.3.1.4

Autor/Projekt: Graß & Scheffer (2006)

Anbauverfahren: Zweikulturennutzungssystem

Standort: Modellregion in den Mittelgebirgslagen des Werra-Meißner-Kreises in

Nordhessen

Bodentyp/Bodenart:

Nutzpflanze: Wintererbsen-Roggen-Gemenge, Triticale, Roggen, Winterweizen, Mais-

Sonnenblumen-Gemenge, Landsberger Gemenge

Referenz: Intensiv landwirtschaftlich genutzte Landschaft



Methode:

Gesamtkonzept zur Verbesserung bei der Erreichung naturschutzfachlicher Zielsetzungen in der Fläche

Relevante Ergebnisse:

Theoretische Betrachtung, keine Hinweise auf Felduntersuchungen: Durch die unterschiedlichen Kulturen wird in der Landschaft eine Mosaikstruktur etabliert, die sich aus niedrig- und hochwüchsigen Beständen ergibt, so dass für wandernde Arten Schutzräume entstehen. Die Vernetzung von isoliert liegenden Naturschutzflächen könnte so verbessert werden. Zur Verbesserung des Mosaikcharakters der Landschaft sind Übergangssäume zwischen den Naturschutz- und den Energiepflanzflächen vorgesehen. Die Säume umfassen mehrere Meter Breite (je nach Arbeitsbreite der Maschinen) und werden mit dünneren und niedrigeren Pflanzenbeständen bestellt. Die Düngung erfolgt in geringerem Umfang als auf den sonstigen Flächen des Energiepflanzenanbaus. Der Aufwuchs der Säume wird energetisch Die Saumstruktur verstärkt ebenfalls genutzt. den Mosaikcharakter der Landschaft.

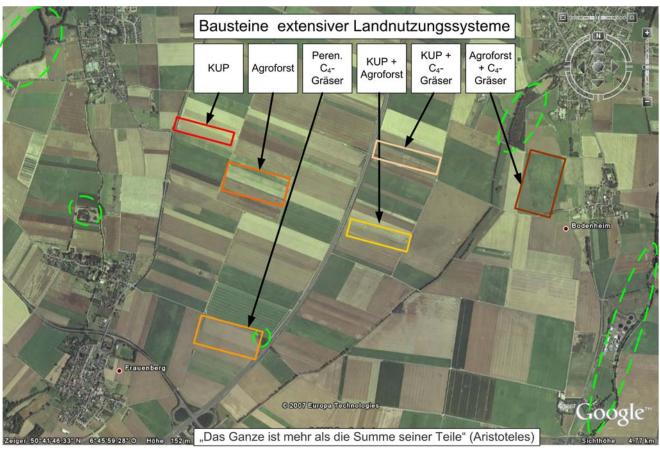


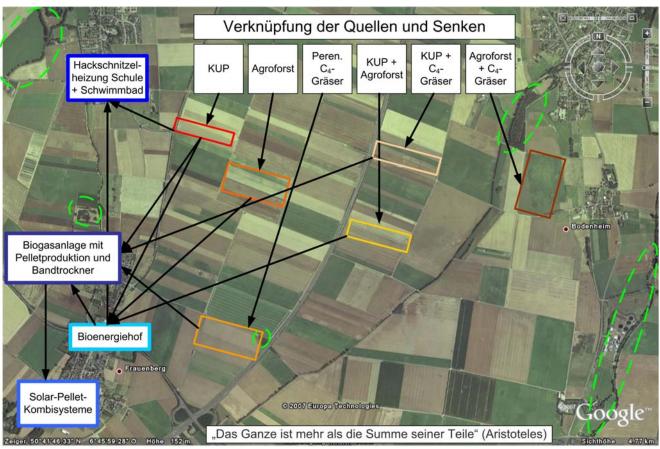
Anhang: Beispielskizzen Umsetzung

Nachfolgend ist die Vorgehensweise für eine mögliche Umsetzung in einer durch kleinere Feldschläge gekennzeichneten Region skizziert. In den Akteursgesprächen vor Ort wurde konkret anhand dieser Skizzen ein mögliches Vorgehen diskutiert.

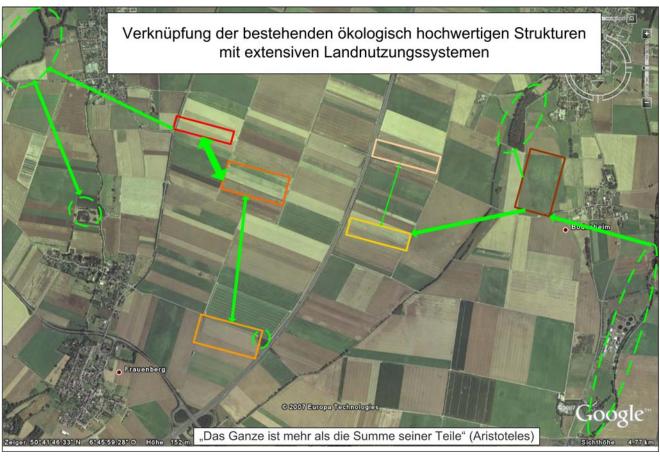


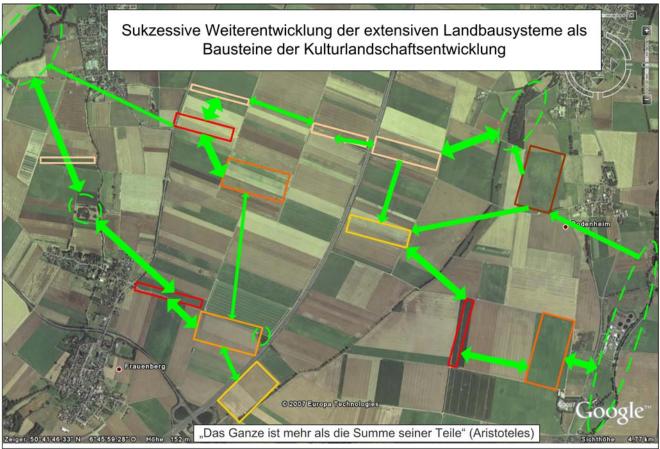






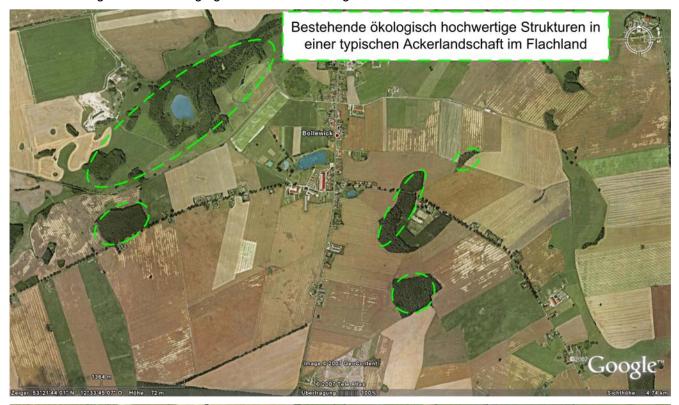


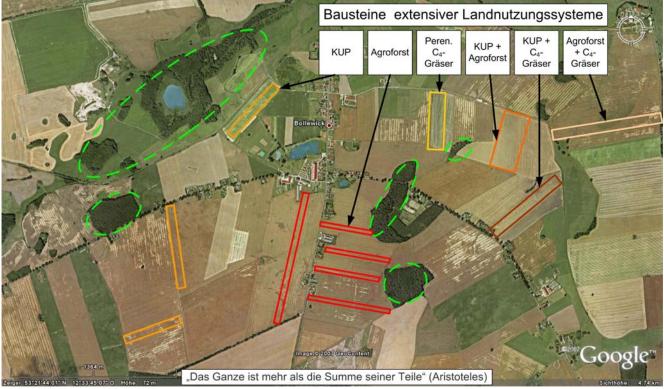




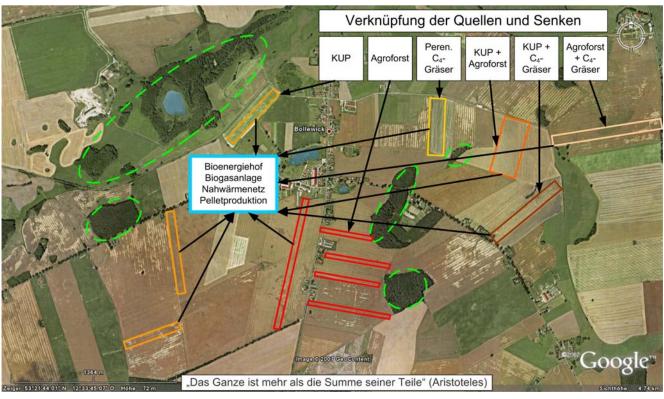


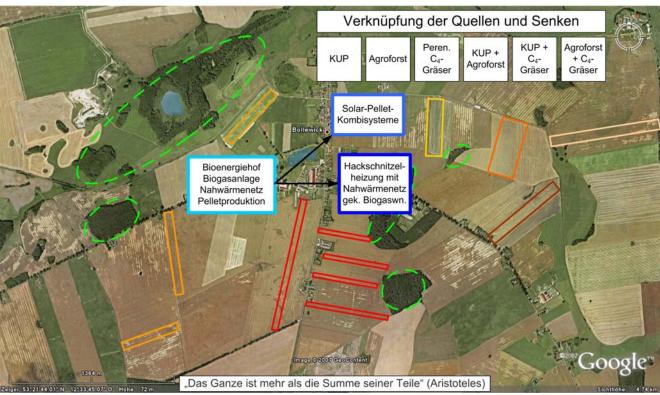
Nachfolgend ist die Vorgehensweise für eine mögliche Umsetzung in einer durch große zusammenhängende Feldschläge gekennzeichneten Region skizziert:



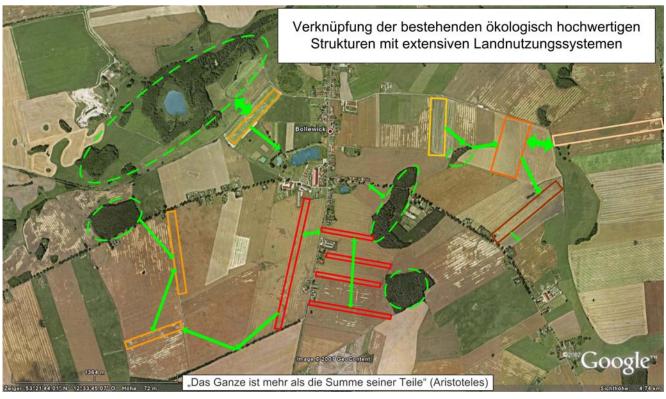


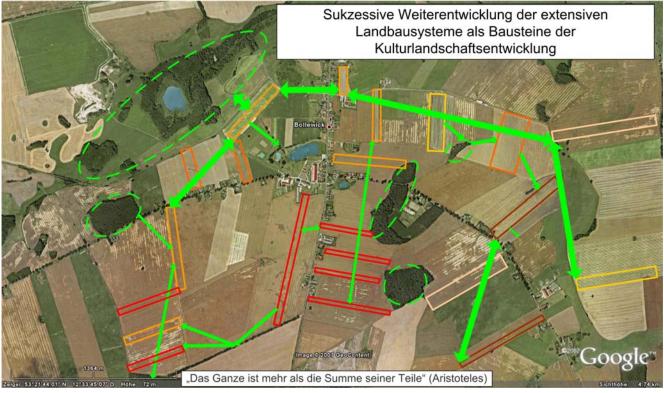


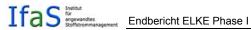












Anhang: Rechtsgutachten Prof. Dr. Hans Peter Michler 8

Das Rechtsgutachten wird aufgrund seines Umfanges in einem eigenen Dokument mit diesen Bericht ausgeliefert.