

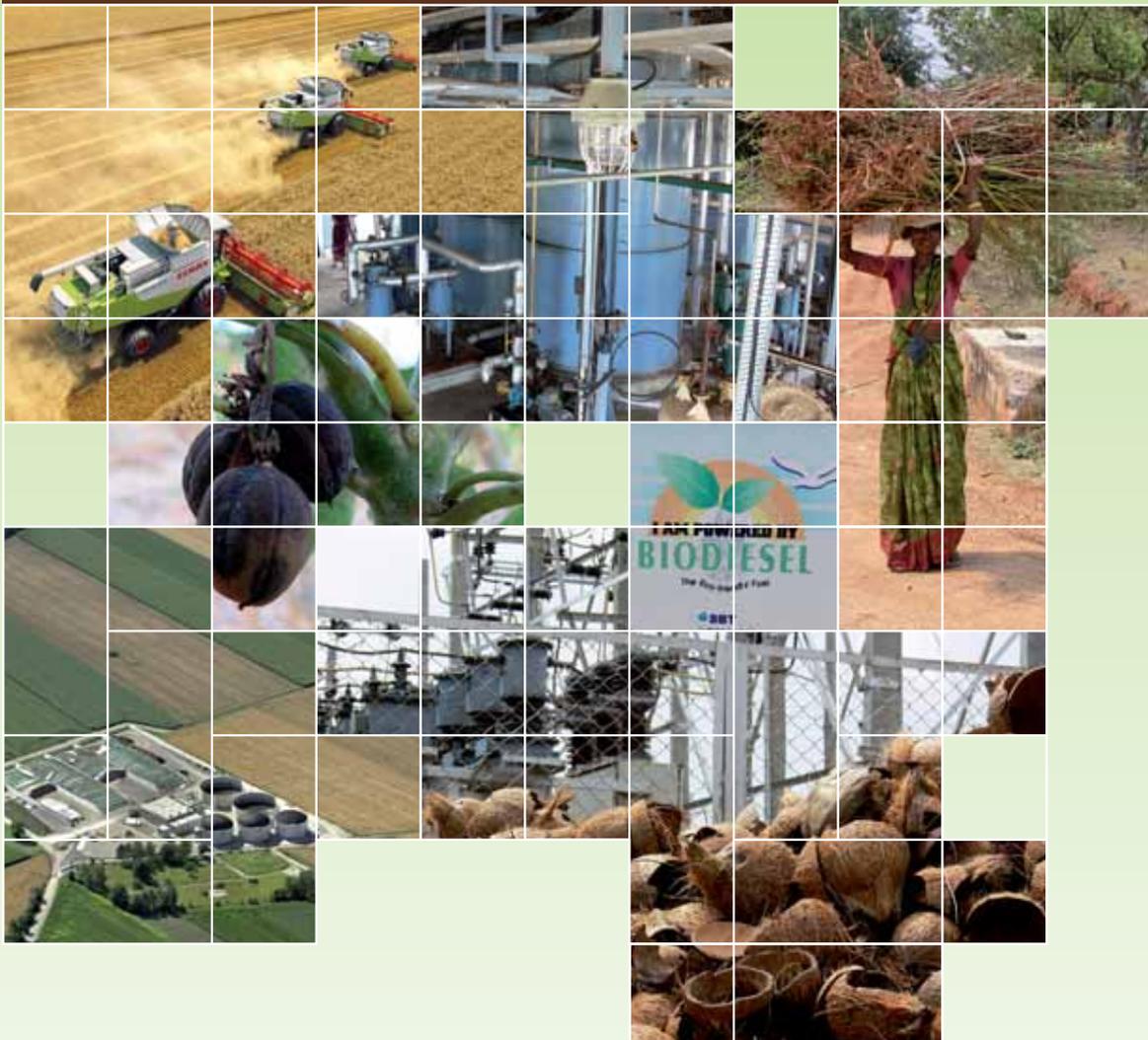
Welt im Wandel



Wissenschaftlicher Beirat
der Bundesregierung
Globale
Umweltveränderungen

Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung

Zusammenfassung
für Entscheidungsträger



Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

(Stand: 31. Oktober 2008)

Prof. Dr. Renate Schubert (Vorsitzende), Ökonomin

Direktorin des Instituts für Umweltentscheidungen an der ETH Zürich, Schweiz

Prof. Dr. Hans Joachim Schellnhuber CBE (stellv. Vorsitzender), Physiker

Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung und Gastprofessor an der Universität Oxford (Fachbereich Physik und Christ Church College)

Prof. Dr. Nina Buchmann, Ökologin

Professorin für Graslandwissenschaften an der ETH Zürich, Schweiz

Prof. Dr. Astrid Epiney, Juristin

Direktorin am Institut für Europarecht der Universität Fribourg, Schweiz

Dr. Rainer Grießhammer, Chemiker

Mitglied der Geschäftsführung des Öko-Instituts e.V., Freiburg

Prof. Dr. Margareta E. Kulessa, Ökonomin

Professorin für Allgemeine Volkswirtschaftslehre und Internationale Wirtschaftsbeziehungen an der Fachhochschule Mainz

Prof. Dr. Dirk Messner, Politikwissenschaftler

Direktor des Deutschen Instituts für Entwicklungspolitik, Bonn und Professor für Politikwissenschaft an der Universität Duisburg-Essen

Prof. Dr. Stefan Rahmstorf, Physiker

Leiter der Abteilung Klimasystem am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und Professor für Physik der Ozeane an der Universität Potsdam

Prof. Dr. Jürgen Schmid, Ingenieur für Luft- und Raumfahrttechnik

Vorstandsvorsitzender und wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Solare Energieversorgungstechnik, Kassel und Professor für Elektrotechnik/Informatik an der Universität Kassel



WBGU

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG
GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN

Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Welt im Wandel:

**Zukunftsfähige Bioenergie und
nachhaltige Landnutzung**

Diese Publikation ist die Zusammenfassung des Hauptgutachtens 2008 des WBGU
„Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“,
das ab März 2009 kostenlos in der Geschäftsstelle WBGU erhältlich und online abrufbar ist.

ISBN 978-3-936191-23-3

Impressum:

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
Geschäftsstelle
Reichpietschufer 60–62
10785 Berlin

Tel.: 030 263948 0
Fax: 030 263948 50
Email: wbgu@wbgu.de
Website: <http://www.wbgu.de>

Das diesem Bericht zu Grunde liegende F&E-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Kennzeichen 01RI0708AA durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Autor.

Gedruckt auf umweltfreundlichem, zertifiziertem Papier *9-Lives*

Satz: WBGU

Redaktionsschluss: 31.10.2008
Editierte Fassung vom 28.11.2008

© 2008, WBGU

Diese Zusammenfassung ist im Internet in deutscher und englischer Sprache abrufbar.

Zusammenfassung für Entscheidungsträger

Globale Bioenergiepolitik für eine nachhaltige Entwicklung: Das Leitbild des WBGU

Der beginnende globale Bioenergieboom ist Anlass für heftige und stark polarisierte Debatten. Dabei stehen unterschiedliche Motivationen wie eine verringerte Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten oder die Nutzung von Biokraftstoffen zur CO₂-Emissionsminderung im Straßenverkehr im Vordergrund und prägen die politische Agenda. Befürworter argumentieren, dass die Bioenergie angesichts der dramatisch steigenden Energienachfrage zu einer gesicherten Energieversorgung und zum Klimaschutz beitragen sowie Entwicklungsmöglichkeiten vor allem in den ländlichen Räumen von Industrie- und Entwicklungsländern schaffen kann. Kritiker halten entgegen, dass durch den Anbau von Energiepflanzen Landnutzungskonflikte zwischen Ernährung, Naturschutz sowie Bioenergie zunehmen werden und negative Klimawirkungen wahrscheinlich sind. Aufgrund der großen Komplexität und Dynamik des Themas, des hohen Maßes an wissenschaftlicher Unsicherheit und der Vielzahl von Interessen ist es bisher nicht gelungen, eine integrierte Einschätzung der Bioenergie als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung vorzunehmen. Der WBGU möchte zeigen, dass und wie eine nachhaltige Nutzung von Bioenergie möglich ist, die Chancen nutzt und gleichzeitig Risiken minimiert.

Dafür entwirft der Beirat ein integriertes Leitbild, das der Politik klare Orientierung für die Bioenergienutzung gibt. Richtschnur für diese erforderliche Weichenstellung muss nach Ansicht des WBGU die strategische Rolle der Bioenergie als Baustein in der globalen Energiewende zur Nachhaltigkeit sein. Das Leitbild richtet sich an zwei Zielen aus:

- *Erstens* soll die Bioenergienutzung einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, indem sie fossile Energieträger ersetzt und somit hilft, die Treibhausgasemissionen im Weltenergiesystem zu reduzieren. Die Speicherbarkeit der Bioenergie und ihr Einsatz als Regelenergie können einen strategisch wichtigen Beitrag zur Stabilisierung der Stromversorgung bei einem hohen Anteil von Wind-

und Solarenergie im Energiesystem von Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern leisten. Langfristig kann Bioenergie in Kombination mit Abscheidung und sicherer Einlagerung von CO₂ sogar dazu beitragen, der Atmosphäre einen Teil des emittierten CO₂ wieder zu entziehen.

- *Zweitens* kann Bioenergienutzung zur Überwindung der Energiearmut beitragen. Dabei geht es zunächst um die Überwindung der traditionellen und gesundheitsschädlichen Nutzungsformen der Bioenergie in Entwicklungsländern. Deren Modernisierung kann Armut reduzieren, Gesundheitsschäden vermeiden und den Nutzungsdruck auf natürliche Ökosysteme vermindern. Rund 2,5 Mrd. Menschen haben derzeit keinen Zugang zu bezahlbaren und sicheren Energieformen (z.B. Elektrizität, Gas) zur Deckung ihrer Grundbedürfnisse. Moderne, aber einfache und kostengünstige Bioenergieformen können einen wichtigen Beitrag leisten, um die Energiearmut in Entwicklungs- und Schwellenländern signifikant zu reduzieren.

Die zentrale Botschaft des WBGU lautet, dass die weltweit vorhandenen nachhaltigen Potenziale der Bioenergie genutzt werden sollten, solange Gefährdungen der Nachhaltigkeit ausgeschlossen werden können, insbesondere der Ernährungssicherheit sowie der Ziele von Natur- und Klimaschutz.

Um dieses anspruchsvolle Leitbild umzusetzen, muss die Politik ihre Gestaltungsaufgabe wahrnehmen. Dabei müssen Fehlentwicklungen vermieden werden, die eine sinnvolle Nutzung der Chancen gefährden. Durch die derzeitigen politischen Rahmensetzungen, z.B. falsche Anreize der Klimarahmenkonvention oder die Quotenvorgaben der Europäischen Union für Biokraftstoffe, werden zum Teil sogar Bioenergiepfade gefördert, die zur Verschärfung des Klimawandels beitragen. Gleichzeitig darf Bioenergie nicht über die Zunahme von Landnutzungskonkurrenzen zu einer Gefährdung der Ernährungssicherheit führen oder die Zerstörung von Regenwäldern oder anderen naturnahen Ökosystemen auslösen. Bei der Bewertung der Nutzung von Energiepflanzen müssen sowohl die direkten als

auch die indirekten Landnutzungsänderungen einbezogen werden, da sie einen entscheidenden Einfluss auf die Klimabilanz und die Risiken für biologische Vielfalt haben. Die Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe birgt dagegen weitaus weniger Risiken für die Landnutzung.

Die zahllosen möglichen Bioenergienutzungspfade, deren unterschiedliche Eigenschaften und die globale Vernetzung ihrer Auswirkungen machen eine pauschale Bewertung unmöglich. Für die notwendige differenzierte Analyse verwendet der WBGU in seinem Hauptgutachten einen interdisziplinären, systemischen und globalen Blick auf die Bioenergie. Der Beirat entwickelt ein Analyseraster, indem er ökologische und sozioökonomische Nachhaltigkeitsanforderungen an eine Nutzung von Bioenergie definiert, unter Beachtung dieser Vorgaben eine neuartige globale Analyse ihrer Potenziale durchführt und schließlich mit Blick auf die Zielvorgaben und die Kosten eine Bewertung ausgewählter Nutzungspfade in Bezug auf Treibhausgasbilanz und ökologische Wirkungen entlang des gesamten Lebenszyklus vornimmt.

Auf dieser Basis entwickelt der Beirat Strategien, wie in Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern die Bioenergienutzung als Teil einer nachhaltigen Energieversorgung ausgestaltet werden kann. Dabei zeigt sich, dass die heute verwendeten modernen Bioenergieformen, insbesondere der Anbau einjähriger Energiepflanzen auf Ackerland zur Produktion von Flüssigkraftstoffen für den Verkehr, zu wenig an den Zielen der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes ausgerichtet sind. Vielmehr sollte den Nutzungspfaden, die aus Reststoffen oder mehrjährigen Energiepflanzen Strom und Wärme erzeugen, der Vorzug gegeben werden. Der WBGU plädiert daher für den raschen Ausstieg aus der Förderung von Biokraftstoffen im Verkehrsbereich mittels einer schrittweisen Rücknahme der Beimischungsquoten zu fossilen Kraftstoffen und stattdessen für einen Ausbau der Elektromobilität.

Bei Vorliegen geeigneter Rahmenbedingungen kann die nachhaltige Nutzung von Bioenergie aus Energiepflanzen bis etwa Mitte des Jahrhunderts eine wichtige Brückentechnologie für den Übergang in ein nachhaltiges Energiesystem sein. Bis dahin werden voraussichtlich Wind- und Solarenergie so stark anwachsen, dass sie in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Gleichzeitig werden die Anforderungen an die globale Landnutzung erheblich zugenommen haben, vor allem durch eine wachsende Weltbevölkerung mit zunehmend flächenintensiven Ernährungsmustern, durch den steigenden Flächenbedarf für die stoffliche Nutzung von Biomasse und nicht zuletzt durch die Auswirkungen des Klimawandels. Als Folge wird in der zweiten Hälfte des

Jahrhunderts voraussichtlich der Energiepflanzenanbau wieder zurückgehen müssen, während die Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe weitergeführt werden kann. Angesichts dieser sich zuspitzenden Trends birgt das Problem konkurrierender Landnutzung künftiges Konfliktpotenzial, das über das Handlungsfeld der Bioenergie weit hinaus reicht. Daher wird globales Landnutzungsmanagement zu einer zentralen Zukunftsaufgabe der internationalen Politik und zur Voraussetzung für nachhaltige Bioenergiepolitik.

Zur Steuerung der Bioenergienutzung schlägt der WBGU einen globalen Regulierungsrahmen für eine nachhaltige Bioenergiepolitik vor, dessen wesentliche Elemente ein weiterentwickeltes UN-Klimaschutzregime mit korrigierten Anreizen, das Setzen von Nachhaltigkeitsstandards sowie flankierende Maßnahmen zur Sicherung der Nachhaltigkeit durch Stärkung und Weiterentwicklung internationaler Umwelt- und Entwicklungsregime (z.B. Biodiversitäts- und Desertifikationskonvention) sind. Innerhalb dieses Rahmens formuliert der Beirat Förderstrategien, um effiziente, innovative Technologien voranzubringen sowie Investitionen in notwendige Infrastrukturen zu verstärken und so zur Erreichung der beiden Ziele des Leitbilds beizutragen.

Die Entwicklungszusammenarbeit kann durch die Unterstützung länderspezifischer nachhaltiger Bioenergiestrategien dazu beitragen, das zukunftsfähige Bioenergiepotenzial in Entwicklungs- und Schwellenländern zu mobilisieren, die Energiearmut signifikant zu reduzieren und den Aufbau klimaverträglicher Energiesysteme zu stärken. Für Entwicklungsländer ist die Stärkung der Handlungskapazitäten (z.B. Governance-Kapazitäten zur Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Bioenergiepolitik, Monitoring-Kapazitäten zu Landnutzungskonflikten sowie anwendungsorientierte Forschung zu Bioenergie) eine wichtige Voraussetzung für den Einstieg in die moderne Bioenergienutzung. Zudem müssen hier Strategien für Bioenergie grundsätzlich mit Strategien zur Ernährungssicherung verknüpft werden. Dies gilt insbesondere für einkommensschwache Entwicklungsländer, die Nettoimporteure von Nahrungsmitteln sind.

Angesichts der großen Chancen und Risiken sowie der Komplexität ist Bioenergie in kurzer Zeit zu einer anspruchsvollen politischen Regulierungs- und Gestaltungsaufgabe geworden, die nur durch weltweite Kooperation und internationale Rahmensetzung gelöst werden kann. Der WBGU liefert mit dem vorliegenden Hauptgutachten Entscheidungshilfen auf dem Weg zu einer differenzierten und kohärenten globalen Bioenergiepolitik.

1 Heutige Nutzung und künftige Potenziale der Bioenergie

Für einen umfassenden Blick auf die Bioenergie ist es notwendig, über den engen Fokus des Anbaus von Energiepflanzen zur Erzeugung von Flüssigkraftstoffen für den Verkehr hinaus zu denken und die Gesamtpotenziale von Bioenergie zu betrachten. Nach Ansicht des WBGU ist für die Analyse der Bioenergienutzung eine Einteilung in folgende Handlungsfelder geeignet: (1) traditionelle Bioenergienutzung, (2) Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe, (3) Anbau von Energiepflanzen.

HEUTIGE BIOENERGIENUTZUNG IST VOR ALLEM TRADITIONELLE BIOMASSENUTZUNG

Moderne Bioenergie spielt heute mit ca. 10 % der globalen Bioenergienutzung nur eine kleine Rolle. Die viel diskutierten Biokraftstoffe für den Verkehr haben derzeit einen Anteil von lediglich 2,2 %, während der Löwenanteil der globalen Bioenergienutzung mit knapp 90 % (etwa 47 EJ pro Jahr) auf die traditionelle Bioenergie entfällt: Das ist etwa ein Zehntel des heutigen globalen Primärenergieeinsatzes. Dabei werden Holz, Holzkohle, biogene Reststoffe und Dung häufig auf ineffizienten Drei-Steine-Herden verfeuert. Etwa 38 % der Weltbevölkerung, meist in Entwicklungsländern, hängen von dieser gesundheitsschädlichen Energieform ab. Aufgrund der Schadstoffbelastung durch die offenen Feuersterben pro Jahr über 1,5 Mio. Menschen. Durch einfache technische Verbesserungen der Herde kann die Gesundheitsgefährdung durch Biomassenutzung weitgehend vermieden und gleichzeitig die Effizienz um das Zwei- bis Vierfache gesteigert werden. Die Modernisierung der traditionellen Bioenergienutzung oder ihr Ersatz durch andere, möglichst erneuerbare Energieformen stellt daher einen großen und in der bioenergie- wie der entwicklungspolitischen Debatte vernachlässigten Hebel für die weltweite Armutsbekämpfung dar.

NACHHALTIGES POTENZIAL BIOGENER ABFALL- UND RESTSTOFFE

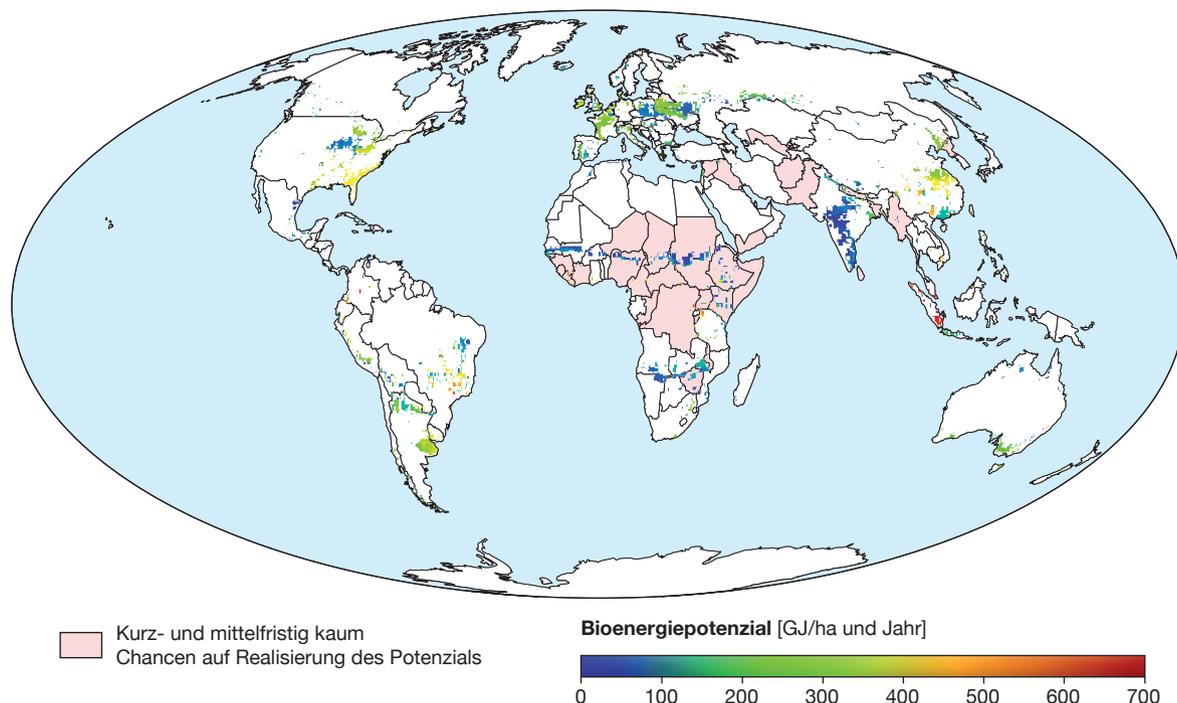
Der WBGU schätzt das weltweite technische Potenzial aus biogenen Abfall- und Reststoffen auf etwa 80 EJ pro Jahr. Das nachhaltige nutzbare Potenzial ist u. a. zur Sicherung des Bodenschutzes bei nur ungefähr 50 EJ pro Jahr anzusetzen, wovon etwa die Hälfte wirtschaftlich umsetzbar sein könnte. Die wissenschaftliche Basis für Abschätzungen des nachhaltigen globalen Potenzials der Abfall- und Reststoffe ist nur sehr schmal, daher empfiehlt der WBGU weitere Untersuchungen zur genaueren Einschätzung.

NEUE MODELLIERUNG DES GLOBALEN NACHHALTIGEN POTENZIALS VON ENERGIEPFLANZEN

Angesichts verfügbarer Potenzialabschätzungen, denen unterschiedliche Methoden zugrunde liegen und deren Ergebnisse weit streuen, hat der WBGU eine neuartige Analyse des globalen nachhaltigen Potenzials von Energiepflanzen vorgenommen. Für diese Abschätzung wurde ein dynamisches globales Vegetationsmodell verwendet. In Szenarien über die potenziell verfügbaren Flächen wurden systematisch die Nachhaltigkeitsanforderungen berücksichtigt, die aus Sicht des WBGU bei einer global integrierten Betrachtung erfüllt sein müssen. So wurden die künftigen Flächenanforderungen für Ernährungssicherung und Naturschutz abgeschätzt und die künftig notwendigen Flächen vom Energiepflanzenanbau ausgeschlossen. Ferner wurden die Flächen ausgeschlossen, bei denen die Treibhausgasemissionen durch die Umwandlung der Flächen in Ackerland erst nach mehr als zehn Jahren durch den aus der Atmosphäre aufgenommenen Kohlenstoff kompensiert würden, also vor allem Wälder und Feuchtgebiete. Außerdem wurden verschiedene Klima-, Emissions- und Bewässerungsszenarien untersucht. Allerdings ist der Einfluss dieser drei Faktoren gegenüber Ernährungssicherung und Naturschutz vergleichsweise gering. Insgesamt ergibt sich für das globale nachhaltige Potenzial aus Energiepflanzen aufgrund der unterschiedlichen Szenarien eine Bandbreite von 30–120 EJ pro Jahr.

In Abbildung 1 wird eines der Szenarien dargestellt, das eine durchschnittliche Potenzialabschätzung repräsentiert. Es ist das technische Potenzial abgebildet, das auf nachhaltige Weise produziert werden kann. Dieses Potenzial wird durch Wirtschaftlichkeitserwägungen und politische Rahmenbedingungen in den jeweiligen Weltregionen weiter eingeschränkt. Der WBGU hat daher eine Analyse der Regionen angeschlossen, in denen die Modellierung deutliche nachhaltige Bioenergiepotenziale ausweist. Zu den Voraussetzungen für eine rasche Realisierung dieser Potenziale gehören ein Minimum an Sicherheit und politischer Stabilität der Länder und Regionen, denn signifikante Investitionstätigkeiten in fragilen oder Bürgerkriegsstaaten sind nicht zu erwarten. Auch infrastrukturelle und logistische Kapazitäten sowie ein Mindestmaß an Regulierungskompetenz sind notwendig, um Nachhaltigkeitsanforderungen formulieren und durchsetzen zu können.

Vor diesem Hintergrund wurden fünf Regionen genauer betrachtet, da in den anderen Gebieten entweder die theoretischen Bioenergiepotenziale eher niedrig sind (z. B. Naher Osten und Nordafrika) oder die volkswirtschaftliche und staatliche Leistungsfä-

**Abbildung 1**

Potenzialregionen für Bioenergie mit Ländern, die von fragiler Staatlichkeit oder Staatszerfall betroffen sind. Die Karte zeigt die räumliche Verteilung möglicher Anbauflächen von Energiepflanzen im Jahr 2050 für ein WBGU-Szenario mit geringem Agrarflächenbedarf und hohem Biodiversitätsschutz im unbewässerten Anbau. Ein Pixel entspricht $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. Zur Einschätzung der Realisierbarkeit der identifizierten nachhaltigen Bioenergiepotenziale wurde die Governance-Qualität einzelner Länder auf Grundlage des Failed State Index (FSI) herangezogen. Die hellrot gefärbten Länder haben einen FSI > 90, so dass dort kurz- bis mittelfristig kaum Chancen für eine Realisierung der Potenziale gesehen werden. Quelle: WBGU unter Verwendung von Daten aus Beringer und Lucht, 2008 und von Foreign Policy, 2008

higkeit absehbar als gegeben betrachtet werden kann (z.B. Nordamerika, Europa). Wie die Modellierungsergebnisse zeigen, gibt es in tropischen und subtropischen Breiten beachtliche Potenziale für den nachhaltigen Anbau von Energiepflanzen. Allein 8–25 EJ pro Jahr entfallen auf Mittel- und Südamerika. Im Vergleich der Regionen scheinen dort die Chancen zur Realisierung des nachhaltigen Bioenergiepotenzials auch aus politischen und wirtschaftlichen Gründen besonders groß zu sein. Gute Chancen zur Nutzung des nachhaltigen Potenzials in einer Größenordnung von 4–15 EJ pro Jahr bestehen außerdem in China und angrenzenden Ländern, denn auch dort könnten die dazu nötigen Investitionen getätigt und entsprechende Kapazitäten aufgebaut werden. Von beachtlicher Größe wäre auch das Potenzial auf dem indischen Subkontinent (2–4 EJ pro Jahr) und in Südostasien (1–11 EJ pro Jahr). Allerdings sind dort eine hohe Nutzungsdichte der Flächen und Risiken für die Ernährungssicherheit sowie Entwaldung und die Erhaltung biologischer Vielfalt besondere Herausforderungen. Eine Realisierung des Potenzials von insgesamt etwa 5–14 EJ pro Jahr in Afrika südlich der Sahara ist in vielen Ländern aufgrund von fragiler Staatlichkeit oder Staatszerfall unrealistisch.

In afrikanischen Ländern mit besseren wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen sollten die Optionen für die Erschließung des Potenzials genauer untersucht werden.

DAS NACHHALTIGE POTENZIAL DER BIOENERGIE IST SIGNIFIKANT!

Zusammen mit dem Potenzial aus Abfall- und Reststoffen (ca. 50 EJ pro Jahr) schätzt der WBGU das nachhaltige technische Potenzial der Bioenergie im Jahr 2050 auf insgesamt 80–170 EJ pro Jahr, was etwa im Bereich von einem Viertel des derzeitigen und unter einem Zehntel des in 2050 zu erwartenden globalen Primärenergieeinsatzes liegt. Diese Bandbreite stellt allerdings die Obergrenze dar, da ein Teil dieses technischen nachhaltigen Potenzials nicht umsetzbar sein wird, etwa weil wirtschaftliche Erwägungen dagegen sprechen oder weil es in politischen Krisengebieten liegt. Das wirtschaftlich mobilisierbare Potenzial könnte bei etwa der Hälfte des nachhaltigen technischen Potenzials liegen. Angesichts dieser Werte sollte die Bedeutung der Bioenergie nicht überschätzt werden, aber auch die erwartete Größenordnung ist signifikant und darf angesichts der strategischen Vorzüge der Bioenergie bei

der künftigen Entwicklung der Energiesysteme nicht vernachlässigt werden. Die Herausforderung für die Politik besteht darin, das nachhaltige und wirtschaftlich mobilisierbare Potenzial der Bioenergie auszuerschöpfen und gleichzeitig durch geeignete Regulierung zu verhindern, dass Fehlentwicklungen eintreten oder Nachhaltigkeitsgrenzen verletzt werden.

2

Risiken und Fehlentwicklungen eines ungesteuerten Bioenergieausbaus

Den Potenzialen und Chancen stehen die Risiken einer ungesteuerten Bioenergieentwicklung gegenüber. Durch den vermehrten Anbau von Energiepflanzen wird eine weltweit rasant steigende Energienachfrage mit der globalen Landnutzung verknüpft. Das verstärkt die Nachfrage nach ohnehin knapper werdenden landwirtschaftlichen Nutzflächen und lässt künftige Landnutzungskonflikte wahrscheinlicher werden. Es gibt Ökosystemleistungen und Produkte, die untrennbar mit der Landnutzung und der Erzeugung von Biomasse verknüpft sind und nicht substituiert werden können. Dies betrifft z.B. die Erhaltung biologischer Vielfalt, die Stoffkreisläufe, die Biomasse als Nahrungs- und Futtermittel sowie teils auch die stoffliche Nutzung von Biomasse. Dagegen kann erneuerbare Energie auch auf Wegen bereitgestellt werden, die kaum Landnutzungskonflikte auslösen, etwa mittels Wind- oder Solarenergie. Risiken entstehen dann, wenn durch den Anbau von Energiepflanzen direkte oder indirekte Landnutzungskonkurrenzen ausgelöst oder verschärft werden, so dass nicht substituierbare Nutzungen der Biomasse verdrängt und damit gefährdet werden. Bei der Potenzialanalyse des WBGU wurden diese Risiken zwar bereits berücksichtigt, aber in der praktischen Mobilisierung dieses Potenzials ist ihre Vermeidung eine große Herausforderung für eine nachhaltige Bioenergiepolitik.

RISIKEN FÜR DIE ERNÄHRUNGSSICHERHEIT

Um den Nahrungsbedarf einer wachsenden Weltbevölkerung zu decken, muss die globale Nahrungsmittelproduktion bis 2030 um rund 50 % gesteigert werden. Der künftige Flächenbedarf für die Nahrungsmittelproduktion wird dabei nicht zuletzt durch den flächenintensiven Ernährungsstil in den Industrieländern bestimmt, der sich zunehmend auf die Wachstumsregionen aufstrebender Volkswirtschaften, wie z.B. China, ausbreitet. Diese Nachfrage wird sich nur zum Teil durch eine Erhöhung der Flächenproduktivität decken lassen, so dass die Agrarflächen für Ernährung laut FAO bis 2030 um 13 % ausgeweitet werden müssen. Daher ist künftig mit einer deut-

lichen Verschärfung der Landnutzungskonkurrenz und demzufolge im Trend mit steigenden Nahrungsmittelpreisen zu rechnen. Eine signifikante Zunahme des Energiepflanzenanbaus führt zudem zu einer engen Kopplung von Energie- und Nahrungsmittelmärkten. Dadurch werden künftig die Nahrungsmittelpreise mit Dynamiken auf den Energiemärkten verknüpft, so dass politische Krisen im Energiesektor auch auf die Nahrungsmittelpreise durchschlagen würden. Für die etwa 1 Mrd. Menschen, die weltweit in absoluter Armut leben, ergeben sich aus diesen Zusammenhängen zusätzliche Risiken für die Ernährungssicherheit, die von der Politik berücksichtigt werden müssen.

RISIKEN FÜR DIE BIOLOGISCHE VIELFALT

Die durch den Ausbau der Bioenergienutzung insgesamt verstärkte Nachfrage nach Agrarprodukten kann durch die Intensivierung bestehender Produktionssysteme erreicht werden, wodurch die biologische Vielfalt auf den bewirtschafteten Flächen leidet. Die andere Option ist die Erschließung neuer Ackerflächen auf Kosten natürlicher Ökosysteme, was derzeit als wichtigster Treiber für die aktuelle globale Krise der biologischen Vielfalt gilt. Dies kann auf direkte Weise geschehen, indem beispielsweise tropische Wälder gerodet und die Flächen für Energiepflanzen genutzt werden. Schwieriger zu fassen sind die indirekt ausgelösten Landnutzungsänderungen: Wenn Ackerflächen auf den Anbau von Energiepflanzen umgestellt werden, muss die auf diesen Flächen vorher erzielte Agrarproduktion auf andere Flächen ausweichen. Über den Weltmarkt für Agrargüter erhalten diese indirekten Verdrängungseffekte häufig eine internationale Dimension. Eine ungesteuerte Ausweitung des Energiepflanzenanbaus würde den Verlust biologischer Vielfalt zusätzlich verstärken.

RISIKEN FÜR DEN KLIMASCHUTZ

Die Umwandlung natürlicher Ökosysteme in neue Anbauflächen setzt Treibhausgase frei. Es hängt entscheidend von den Landnutzungsänderungen ab, ob und welche Treibhausgaseinsparungen durch die Nutzung von Bioenergie aus Energiepflanzen erreichbar sind. Emissionen, die beim Umbruch von Ökosystemen mit hohem Kohlenstoffanteil entstehen (etwa Wälder und Feuchtgebiete, z.T. auch natürliche Grasländer), zerstören in der Regel die Klimaschutzwirkung der Bioenergienutzung. Die Nutzung von Energiepflanzen kann dann sogar zu einer Verschärfung des Klimawandels beitragen. Bei der Klimabilanz von Bioenergie müssen daher sowohl die direkten als auch die indirekten Landnutzungsänderungen berücksichtigt werden.

RISIKEN FÜR BODEN UND WASSER

Bioenergiepfade, bei denen einjährige Energiepflanzen auf Ackerland angebaut werden, sind zu wenig an den Zielen des Bodenschutzes ausgerichtet. Dagegen können einige der mehrjährigen Anbausysteme sogar zur Restaurierung degradierter Flächen beitragen. Ob die Kultivierung von Energiepflanzen aus Sicht des Bodenschutzes akzeptabel ist, hängt zudem von den regionalen agroökologischen Bedingungen ab. Auch die Entnahme von Reststoffen aus land- oder forstwirtschaftlichen Ökosystemen darf nur eingeschränkt erfolgen, da sonst dem Boden zu viel organische Substanz und mineralische Nährstoffe entzogen würden. Eine ungesteuerte Ausweitung des Energiepflanzenanbaus und nicht angepasste Anbausysteme können zudem den Nutzungsdruck auf die verfügbaren Wasserressourcen stark erhöhen. Energiepflanzen sind neue Triebkräfte im Landnutzungssektor, die künftig möglicherweise große, derzeit aber kaum untersuchte Auswirkungen auf die Wassernutzung haben können.

3

Nachhaltige Bioenergiepfade: Ergebnisse des WBGU

Der WBGU untersucht auf Basis der beiden Ziele des Leitbilds eine Reihe wichtiger Bioenergiepfade. Es ergibt sich nur dann eine Klimaschutzwirkung durch die Nutzung von Bioenergie, wenn die insgesamt durch Landnutzungsänderungen sowie Anbau und Nutzung der Biomasse entstehenden Treibhausgasemissionen geringer sind als diejenigen Emissionen, die bei der Nutzung fossiler Energieträger entstünden. Ein Beitrag zur Überwindung der Energiearmut wird vor allem dann geleistet, wenn durch lokal angepasste Technologie die Vorteile der Bioenergie ausgespielt werden: Sie kann ohne großen finanziellen oder technischen Aufwand dezentral speicherbare Energie zur Verfügung stellen.

Produktion von Biomasse für die energetische Nutzung: Was ist zu beachten?

Bei der Produktion von Biomasse für die energetische Verwendung muss zwischen Abfall- und Reststoffen sowie Energiepflanzen unterschieden werden.

PRIORITÄT FÜR DIE NUTZUNG VON ABFALL- UND RESTSTOFFEN

Die Nutzung von biogenen Abfall- und Reststoffen hat den Vorteil, dass kaum Konkurrenzen zu bestehender Landnutzung auftreten. Die Treibhausgas-

emissionen aus Landnutzungsänderungen und Anbau entfallen, so dass sich die Klimaschutzwirkung im Wesentlichen aus der Konversion in Bioenergeträger und deren Anwendung im Energiesystem ergibt. Die Sicherung des Bodenschutzes – und damit auch des Klimaschutzes – bei der Reststoffnutzung sowie die Vermeidung von Schadstoffemissionen müssen dabei gewährleistet sein. Insgesamt räumt der WBGU der energetischen Verwertung von biogenem Abfall (einschließlich Kaskadennutzung) sowie Reststoffen grundsätzlich eine höhere Priorität ein als der Nutzung von Energiepflanzen.

LANDFLÄCHEN FÜR DEN ENERGIEPFLANZENANBAU

Bei der Nutzung eigens angebaute Energiepflanzen ist die Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen unverzichtbar. Während Emissionen aus direkten Landnutzungsänderungen über Standardwerte quantifiziert werden können, ist dies bei indirekten Landnutzungsänderungen mit großen Unsicherheiten verbunden. Der WBGU verwendet eine vorläufige Methode für die Berechnung der indirekten Effekte, die eine erste grobe Einschätzung erlaubt.

Der Beirat lehnt die direkte wie indirekte Umwandlung von Waldflächen und Feuchtgebieten in Agrarland für Energiepflanzen grundsätzlich ab, da sie in der Regel mit nicht kompensierbaren Treibhausgasemissionen verbunden sowie für die biologische Vielfalt und die Kohlenstoffspeicherung im Boden grundsätzlich negativ zu bewerten ist. Der Energiepflanzenanbau sollte auf solche Flächen beschränkt werden, deren Umnutzung für die Bioenergieproduktion indirekte Landnutzungsänderungen möglichst vermeidet. Die durch den Anbau insgesamt entstehenden Treibhausgasemissionen sollten die CO₂-Menge nicht überschreiten, die auf der entsprechenden Fläche innerhalb von 10 Jahren durch den Energiepflanzenanbau wieder fixiert werden kann.

Der Biomasseanbau auf marginalen Flächen (also Flächen mit eingeschränkter Produktions- oder Regelungsfunktion) hat den großen Vorteil, dass dadurch nur wenig Landnutzungs Konkurrenzen etwa mit der Ernährungssicherung zu erwarten sind und daher auch kaum indirekte Landnutzungsänderungen ausgelöst werden. Der WBGU kommt daher zu dem Schluss, dass vor allem auf marginalem Land der Anbau von Energiepflanzen zu fördern ist, sofern die Interessen lokaler Bevölkerungsgruppen berücksichtigt werden und eine vorherige Bewertung des Naturschutzwerts erfolgt.

ANBAUSYSTEME FÜR ENERGIEPFLANZEN

Als Kriterien für die Nachhaltigkeit von Anbausystemen verwendet der WBGU vor allem die Wirkungen auf die biologische Vielfalt und die Kohlenstoffspei-

cherung im Boden. Bioenergie ist nur dann als nachhaltige Energie zu bezeichnen, wenn auf den Ernteflächen dauerhaft so viel Biomasse nachwächst, wie energetisch genutzt wird, wenn also die Bodenfruchtbarkeit langfristig gesichert werden kann. Nur unter dieser Voraussetzung ist auch die Annahme berechtigt, dass der von den Energiepflanzen aus der Atmosphäre aufgenommene und gespeicherte Kohlenstoff, der bei der energetischen Nutzung in Form von CO₂ wieder freigesetzt wird, nicht zu einem Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration führt und daher nicht als Emission betrachtet werden muss. Zusätzlich müssen die unterschiedlichen Flächenerträge berücksichtigt werden. Nach diesen Maßgaben schneiden mehrjährige Anbaukulturen wie *Jatropha*, Ölpalmen, Kurzumtriebsplantagen (schnellwachsende Hölzer) und Energiegräser besser ab als einjährige Anbaukulturen wie Raps, Getreide oder Mais und sind daher grundsätzlich zu bevorzugen. Bei Auswahl geeigneter Anbausysteme kann zusätzlich organischer Kohlenstoff in den Boden eingetragen werden, was sowohl die Treibhausgasbilanz als auch die Bodenfruchtbarkeit verbessert.

Wandlung, Anwendung und Einbindung in die Energiesysteme: Wie kann Bioenergie am besten genutzt werden?

Auf die Klimaschutzwirkung haben nach der Bereitstellung der Biomasse sowohl die Art der Umwandlung von Biomasse in anwendbare Produkte wie z.B. Gase, Pflanzenöle, Biokraftstoffe oder Holzpellets als auch die Art der Anwendung und Einbindung in die Energiesysteme, etwa in der Mobilität, in der Wärme- oder in der Stromerzeugung, einen wichtigen Einfluss. Dieser fällt allerdings in der Regel weniger ins Gewicht als die Wirkung durch direkte wie indirekte Landnutzungsänderungen beim Anbau von Energiepflanzen. Es ist vor allem entscheidend, welche Energieträger durch die Biomasse ersetzt werden und wie groß die energetischen Verluste im Konversionspfad sind. In Industrieländern und auch in sich rasch entwickelnden urbanen und industrialisierten Regionen von Schwellen- sowie teils auch Entwicklungsländern soll sich die Nutzung der Bioenergie an der Klimaschutzwirkung ausrichten. Für die Überwindung der Energiearmut geht es um die Modernisierung der traditionellen Bioenergienutzung und um den Zugang zu modernen Energieformen wie Strom und Gas. Beides sind Herausforderungen, die vor allem in den ländlichen Regionen von Entwicklungsländern im Vordergrund stehen. Auch in diesem Umfeld kann mit Bioenergie eine positive Klimaschutzwirkung erzielt werden.

KLIMASCHUTZ

Für den Klimaschutz erscheinen diejenigen Anwendungsbereiche der Bioenergie am attraktivsten, bei denen fossile Energieträger mit hohen CO₂-Emissionen substituiert werden, also vor allem Kohle.

Dabei sind die Treibhausgasminderungen, die mit verschiedenen Konversionspfaden zur Stromerzeugung wie der Mitverbrennung im Kohle- bzw. Heizkraftwerk, der Nutzung von Biogas aus der Vergärung und Rohgas aus der Vergasung in Blockheizkraftwerken (BHKW), oder dem Einsatz von Biomethan in BHKW oder Gas- und Dampfkraftwerken (GuD) erreichbar sind, zunächst in etwa vergleichbar. Eine höhere Klimaschutzwirkung lässt sich beim Einsatz von Biomethan allerdings dann erzielen, wenn das beim Herstellungsprozess ohnehin abzutrennende CO₂ sicher deponiert werden kann. Die Verstromung von Biomasse hat den zusätzlichen Vorteil, dass sie anders als flüssige Biokraftstoffe für den Verkehr den Weg in die Elektromobilität erleichtert. Die heutigen Vermeidungskosten dieser Pfade unterscheiden sich stark: Während etwa die einfache Mitverbrennung fester Biomasse oder die Nutzung von Biogas oder Biomethan aus Vergärung bereits heute kosteneffiziente Klimaschutzoption sind, ist dies bei Vergasungstechnologien noch nicht der Fall. Eine deutliche Kostenreduktion ist hier aber zu erwarten. Die Verwendung von Biomethan ist auch aus technologischen und systemischen Gründen besonders attraktiv, da es sich über Erdgasnetze sammeln bzw. verteilen und in BHKW bzw. GuD-Anlagen mit hoher Effizienz am Ort des Bedarfs verstromen lässt. Für Industrieländer ist der Biomethanweg heute schon zu empfehlen und für industrialisierte Regionen in Schwellen- und Entwicklungsländern eine interessante Zukunftsoption.

Wegen ihres hohen energetischen Wirkungsgrads ist die Technik der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) der reinen Stromproduktion vorzuziehen, sofern die Nachfrage nach der Wärme gegeben ist. In Regionen mit hohem Kühlbedarf lässt sich die KWK auch zur Kälteerzeugung einsetzen, was auch für viele Entwicklungs- und Schwellenländer interessant ist. Das Treibhausgasminderungspotenzial der Bioenergienutzung zur ausschließlichen Wärmeerzeugung (z.B. Pelletheizungen) ist bei eher hohen Vermeidungskosten nur etwa halb so groß wie die Minderungen im Strombereich, so dass diese Nutzung nur Übergangsweise bei fehlenden alternativen erneuerbaren Energien sinnvoll erscheint. Mit dem zunehmend höheren Anteil der Direkterzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien (z.B. Wind, Sonne) verbessert sich die energetische Gesamteffizienz elektrischer Wärmepumpen in Zukunft deutlich, so dass sie mittelfristig eine Alternative zur Wärmeerzeugung darstellen. Insgesamt sind KWK-Pfade sowohl den

reinen Strom- als auch den reinen Wärmenutzungspfaden grundsätzlich vorzuziehen.

Für den Klimaschutz schneiden die Biokraftstoffe der ersten Generation, bei denen auf Ackerland mit temperaten, einjährigen Anbaukulturen gearbeitet wird (z.B. Biodiesel aus Raps oder Bioethanol aus Mais) sehr ungünstig ab. Unter Berücksichtigung der Emissionen aus indirekten Landnutzungsänderungen führen sie in der Regel sogar zu höheren Emissionen als die Nutzung fossiler Kraftstoffe. Bei Verwendung von Reststoffen (z.B. Restholz, Gülle, Stroh) ist die Klimabilanz zwar positiv, aber die Treibhausgaseinsparung nur etwa halb so groß wie bei Anwendungen im Strombereich. Auch Biokraftstoffe der zweiten Generation schneiden hier nicht grundsätzlich besser ab.

Anders ist dies bei der Nutzung mehrjähriger tropischer Pflanzen wie *Jatropha*, Zuckerrohr oder Ölpalmen, die auf degradiertem Land angebaut werden und dort zu einer Kohlenstoffspeicherung im Boden führen. In diesem Fall kann die Klimaschutzwirkung bei geringen Kosten sehr hoch sein. Werden dieselben Pflanzen allerdings auf frisch gerodeten Flächen oder auf Ackerland angebaut und verursachen so direkte oder indirekte Landnutzungsänderungen, so schlägt die Klimabilanz ins negative, so dass z.T. erhebliche Mehremissionen gegenüber fossilen Kraftstoffen entstehen. Die Sicherung der Nachhaltigkeit beim Anbau der Energiepflanzen ist daher der entscheidende Faktor für die Beurteilung der Klimaschutzwirkung dieser Pfade.

Da es heute noch keine etablierten Nachhaltigkeitsstandards für Biokraftstoffe gibt, sind Import und Nutzung problematisch. Nach Einführung entsprechender Mindeststandards kann der Import von Pflanzenölen und Bioethanol beispielsweise aus tropischer Produktion für Strom- und Wärmeanwendungen sinnvoll sein. Für die Übergangszeit sollte jedoch jegliche Förderung von solchen Biokraftstoffen, die dem angestrebten Mindeststandard nicht genügen, unterlassen werden.

Für die Zukunft der Mobilität im Straßenverkehr hält der WBGU die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Kombination mit elektrischen Fahrzeugen für die sinnvollste Lösung. Auf diesem Weg erzielt die Bioenergienutzung eine deutlich höhere Klimaschutzwirkung als beigemischte Biokraftstoffe. Bei großskaliger Einführung elektrischer Fahrzeuge lassen sich die Kosten innerhalb von 15–20 Jahren voraussichtlich drastisch reduzieren, so dass sich auch die heute noch sehr hohen Treibhausgasvermeidungskosten verringern dürften. Durch Verwendung intelligenter Stromnetze kann die Elektromobilität zudem einen Beitrag als Regelenergie zur Stabilisierung elektrischer Netze leisten. Der WBGU empfiehlt den raschen Ausstieg aus der Förderung

von Biokraftstoffen für den Verkehr. Die Quoten zur Beimischung von Biokraftstoffen zu fossilen Kraftstoffen sollten eingefroren und innerhalb der nächsten drei bis vier Jahre ganz zurückgenommen werden.

Insgesamt könnten durch die Substitution fossiler Energieträger mit Bioenergie unter Ausnutzung des vom WBGU abgeschätzten nachhaltigen Bioenergiepotenzials Treibhausgasminderungen von global 2–5 Gt CO₂eq pro Jahr erreicht werden. Dazu müsste allerdings die gesamte Biomasse so eingesetzt werden, dass die Treibhausgasreduktion 60 t CO₂eq pro TJ eingesetzter Rohbiomasse beträgt. Dies entspricht etwa einer Verdopplung der Klimaschutzanforderungen, wie sie gegenwärtig in der EU für den Biokraftstoffbereich in der Diskussion sind. Der WBGU schlägt diesen Wert als notwendige Voraussetzung für eine Förderung der Bioenergienutzung vor. Bei sehr optimistischen Annahmen könnte eine Treibhausgasreduktion von bis zu 4–9 Gt CO₂eq pro Jahr erreicht werden. Zum Vergleich: Gegenwärtig betragen die globalen anthropogenen Treibhausgasemissionen ca. 50 Gt CO₂eq pro Jahr und ein hypothetischer Stopp der globalen Entwaldung würde diese Emissionen um bis zu 8 Gt CO₂eq senken.

Abgesehen von solchen Bioenergiepfaden, die mit der Nutzung marginaler Flächen in den Tropen einhergehen oder auf etablierten Technologien wie der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken oder Produktion von Biogas durch Vergärung beruhen, lagen die Treibhausgasvermeidungskosten vieler Bioenergiepfade im Jahr 2005 deutlich oberhalb von 60€ pro t CO₂eq und sind damit aus Sicht des WBGU als derzeit nicht kosteneffiziente Klimaschutzoptionen einzuschätzen.

Daher muss vor allem der Energiepflanzenanbau jeweils sorgfältig mit anderen Klimaschutzoptionen, etwa vermiedener Entwaldung oder Aufforstung, abgewogen werden. Vor allem sollte er nicht dazu führen, die politisch sehr aufwändigen Bemühungen zur Reduktion der Emissionen aus Entwaldung zu unterminieren.

Kombiniert man die Nutzung des nachhaltigen Bioenergiepotenzials mit der Abscheidung und sicheren Einlagerung von CO₂, so können sogar „negative CO₂-Emissionen“ erzeugt werden. Der Atmosphäre können auf diesem Weg etwa 0,2 ppm CO₂ pro Jahr entzogen werden, was etwa einem Zehntel des derzeitigen jährlichen Anstiegs der CO₂-Konzentration entspricht. Daher kann selbst innerhalb langer Zeiträume mit dieser Technik nur ein relativ kleiner Teil der anthropogen verursachten Erhöhung der CO₂-Konzentration rückgängig gemacht werden.

Solange ein globales System verpflichtender Begrenzungen von Treibhausgasemissionen noch nicht installiert ist, das alle relevanten Quellen

umfasst, empfiehlt der WBGU, Emissionsstandards für Bioenergie einzuführen.

ÜBERWINDUNG DER ENERGIEARMUT

Die Überwindung der Energiearmut ist vor allem in den ländlichen Regionen, teilweise aber auch in urbanen Räumen der Entwicklungsländer, eine entscheidende Voraussetzung für die Armutsbekämpfung. Als ersten Schritt empfiehlt der WBGU, den vollständigen Ausstieg aus den gesundheitsschädlichen Formen der traditionellen Bioenergienutzung bis 2030 als internationale Zielsetzung anzustreben.

Dazu können einige Technologien bereits heute schnell und kostengünstig eingesetzt werden. Mit dem Einsatz verbesserter Kochherde kann der Brennstoffverbrauch auf die Hälfte bis zu einem Viertel verringert und gleichzeitig die Gesundheitsgefährdung drastisch reduziert werden. Auch dezentrale, kleine Biogasanlagen für Rest- und Abfallstoffe sowie die Ölpflanzenproduktion auf marginalem Land für die Erzeugung von Strom und mechanischer Energie oder zur Beleuchtung sollten verstärkt gefördert werden. Diese Technologien leisten zudem einen Beitrag zur Verminderung des Nutzungsdrucks auf natürliche Ökosysteme sowie zur Armutsreduktion, da sich der Zeit- und Kostenaufwand für die Beschaffung des Brennmaterials deutlich vermindert. Sie bieten einen großen Hebel, um in kurzer Zeit und kostengünstig die Lebensqualität vieler hundert Millionen Menschen deutlich zu verbessern. Wichtig ist, in allen Schritten bei der Entwicklungszusammenarbeit sicherzustellen, dass die Technologien angenommen werden und selbst gewartet werden können.

Auf dem weiteren Weg zur Reduzierung der Energiearmut steht der Zugang zu modernen Energieformen im Vordergrund, vor allem zu Elektrizität und Gas. Dazu kann in Entwicklungsländern moderne Bioenergienutzung mittlerer Größe zur Stromerzeugung in KWK- oder Vergasungsanlagen ein wichtiger Baustein sein, vor allem wenn Biomasse z. B. aus Reststoffen oder von Holzplantagen auf marginalem Land verwendet wird. Der Einsatz flüssiger Biokraftstoffe für den stationären Einsatz (z. B. Stromerzeugung, Wasserpumpen, Kochen) kann in ländlichen Regionen von Entwicklungsländern sinnvoll sein, wenn sie etwa aufgrund ihrer Lage infrastrukturell benachteiligt sind.

Die größerskalige, moderne Bioenergieproduktion und -nutzung, die ebenfalls zur Bekämpfung der Energiearmut in Entwicklungsländern beitragen kann, sollte grundsätzlich auch unter dem Aspekt der Klimaschutzwirkung betrachtet werden. Bei günstigen Treibhausgasvermeidungskosten der jeweiligen Bioenergiepfade können über internationale Klimaschutzinstrumente neue Finanzierungsquellen erschlossen werden.

Energiepflanzen als Brückentechnologie

Die nachhaltige Nutzung von Bioenergie aus Energiepflanzen kann aus zwei Gründen nur bis etwa Mitte des Jahrhunderts eine wichtige Brückentechnologie für den Übergang von den bestehenden fossilen Energiesystemen in eine Energiezukunft mit überwiegendem Anteil an Wind- und Solarenergie sein.

Erstens werden in den nächsten Jahrzehnten durch dynamische Trends wie eine wachsende Weltbevölkerung mit zunehmend flächenintensiven Ernährungsmustern, verstärkter Bodendegradation sowie Wasserknappheit die Anforderungen an die globale Landnutzung massiv steigen. Zudem werden auch aus Klimaschutzgründen die petrochemischen Produkte künftig zunehmend aus Biomasse hergestellt werden. Der nicht substituierbare Landnutzungsbedarf für die Herstellung von Textilien, chemischen Produkten, Kunststoffen usw. dürfte bei rund 10 % der Weltagrarfläche liegen, wobei ein Teil der auf Biomasse basierenden Produkte nach ihrer Nutzung in Form von biogenem Abfall einer energetischen Verwertung zugeführt werden kann („Kaskadennutzung“). Diese steigenden Anforderungen an die Landnutzung vollziehen sich vor dem Hintergrund eines sich zunehmend manifestierenden anthropogenen Klimawandels. Daher wird vermutlich in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts der Energiepflanzenanbau wieder zurückgehen müssen.

Zweitens wird erneuerbare Energie in Form von Elektrizität in den kommenden Jahrzehnten zunehmend durch Wind- und Wasserkraft direkt erzeugt, ab Mitte des Jahrhunderts auch in großem Stil durch Solarenergie, so dass Energiepflanzen als Energieträger weitgehend ihre Brückenfunktion in eine nachhaltige Energieversorgung erfüllt haben werden. Der Sockel an Bioenergienutzung aus biogenen Reststoffen und Abfällen bleibt davon unberührt. Gemeinsam mit der Restnutzung fossiler Energieträger bekommen sie zunehmend die Aufgabe, als Regelernergie die Leistungsschwankungen von direkt erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien auszugleichen. In Verbindung mit intelligenten Stromnetzen kann auch die Elektromobilität einen wichtigen Beitrag zur Regelernergie leisten.

4 Forschungsempfehlungen für eine nachhaltige Bioenergienutzung

Auch wenn der WBGU mit diesem Gutachten bereits in Teilbereichen einen gangbaren Korridor für eine nachhaltige Bioenergienutzung ausweisen kann, bleiben Wissensdefizite, die durch weitere Forschung

beseitigt werden müssen. Der WBGU sieht besonderen Forschungsbedarf in sechs Bereichen:

1. *Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen zur globalen Landnutzung:* Um die wissenschaftlichen Grundlagen für den Aufbau eines durch ein Geographisches Informationssystem (GIS) gestützten Landkatasters zu schaffen, müssen der Zustand der globalen Landnutzung und Landbedeckung sowie die Dynamik globaler Landnutzungsänderungen genauer als bisher beobachtet und bewertet werden. Dazu ist u.a. die Erhebung von hochaufgelösten Daten über Vegetationsbedeckung, Wasserhaushalt und Bodenzustand, landwirtschaftliche Nutzung und Bodenversiegelung in den einzelnen Weltregionen erforderlich.
2. *Bestimmung genauerer Treibhausgasbilanzen verschiedener Nutzungspfade der Bioenergie:* Die Treibhausgasbilanz ist die entscheidende Größe, die über den klimapolitischen Nutzen (oder in manchen Fällen Schaden) einer bestimmten Bioenergienutzung entscheidet. Sie lässt sich bislang nur ungenau bestimmen, z.B. was indirekt verursachte Emissionen durch Verdrängung bisheriger Landnutzung auf andere Flächen betrifft.
3. *Bestimmung des Potenzials, der Treibhausgasbilanzen und der wirtschaftlichen Nutzungspfade der Verwertung von Reststoffen:* Reststoffe u.a. aus Land- und Forstwirtschaft stellen ein noch kaum genutztes Potenzial zur Energieerzeugung dar, dessen künftige Nutzungsmöglichkeiten erforscht werden sollten.
4. *Analyse der Rolle der Bioenergie in einem Energiesystem der Zukunft (national, regional, global):* Die strategische Bedeutung und Einbindung von Bioenergie in jeweilige Energiesysteme (z.B. als Regelenergie) sollte näher untersucht werden. Dies ist mit entscheidend für die Wahl der bevorzugten Nutzungspfade.
5. *Klärung der Zusammenhänge zwischen Ernährungssicherung und Bioenergie:* Die komplexen lokalen, nationalen und globalen Wirkungsketten zwischen Bioenergienutzung und Ernährungssicherung sollten aus sozioökonomischer Perspektive dringend erforscht werden. Dabei sollten geopolitische Aspekte berücksichtigt werden: Könnte in einem Weltenergiesystem, in dem Bioenergie eine wesentliche Komponente darstellt, das „Primat der Sicherung der Energieversorgung“ der westlichen Welt und anderer mächtiger politischer Akteure dazu führen, Ernährungsprobleme in armen und politisch wenig einflussreichen Ländern zu verschärfen? Wie ließen sich solche Szenarien durch internationale Kooperationsvereinbarungen verhindern?
6. *Analyse internationaler Landnutzungskonkurrenzen und Entwicklung von Elementen eines globa-*

len Landnutzungsmanagementsystems: Land wird in den kommenden Dekaden aufgrund unterschiedlicher Treiber weltweit zu einem knappen Gut. Damit wird Landnutzung zu einem Gegenstand von Global Governance. Die Forschung sollte Interessenstrukturen im Bereich der weltweiten Landnutzung untersuchen und Beiträge zum Aufbau eines wirksamen globalen Regelwerkes zum Management von Landressourcen und zur Vermeidung von Landnutzungskonflikten leisten.

5

Handlungsempfehlungen: Bausteine einer nachhaltigen Bioenergiepolitik

Der Wettbewerb zwischen Biomasse als Rohstoff für die Energieerzeugung und dem Anbau von Nahrungsmitteln auf knapper werdenden Anbauflächen verbindet die beiden zentralen Grundlagen menschlicher Gesellschaften: Energie und Nahrung. Die Systemperspektive macht zudem deutlich, dass die sich neu konstituierende Bioenergiepolitik nicht nur komplexe Fragen der Energie-, Landwirtschafts- und Klimapolitik umfasst. Vielmehr spielen auch Verkehrs-, Außenwirtschafts- und Umweltpolitik sowie Entwicklungs- und Sicherheitspolitik eine wichtige Rolle. Weil nicht nachhaltige Bioenergiestrategien dem Klima schaden, Ernährungsprobleme verschärfen und Landnutzungskonflikte beschleunigen können, muss die Politik quer über die genannten Politikfelder Rahmenbedingungen setzen. Darüber hinaus kann Bioenergiepolitik nicht allein im nationalen Kontext gestaltet werden, sondern erfordert kollektives grenzüberschreitendes Handeln im Sinne einer effektiven Mehrebenenpolitik. Um die Bioenergienutzung auf Nachhaltigkeit auszurichten, sind also komplexe politische Gestaltungsaufgaben zu bewältigen, die für eine überwiegend nach dem Ressortprinzip organisierte Politik eine große Herausforderung darstellen: Konkurrierende Ziele müssen national wie weltweit ausbalanciert werden.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen und angesichts der Dringlichkeit des globalen Umstuwens entwickelt der WBGU einen differenzierten politischen Instrumentenmix für eine nachhaltige globale Bioenergiepolitik. Den erheblichen Risiken beim Energiepflanzenanbau für den Klimaschutz sowie durch Landnutzungskonkurrenzen muss durch institutionelle Regelungen begegnet werden. Dazu muss zunächst sichergestellt werden, dass der Ausbau der Bioenergienutzung einen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Die Anrechnungsverfahren im Rahmen des UN-Klimaschutzregimes müssen so angepasst werden, dass die Anreize zu einer für den Klimaschutz

kontraproduktiven Bioenergiepolitik entfallen. Da dies keine kurzfristige Wirkung entfaltet und die Einhaltung weiterer Nachhaltigkeitsdimensionen (Ernährungssicherung, Erhalt biologischer Vielfalt usw.) nicht sicherstellen kann, müssen gleichzeitig Bioenergiestandards erarbeitet und angewandt werden. Der WBGU schlägt einen anspruchsvollen Mindeststandard in Kombination mit zusätzlichen Förderkriterien vor. Darüber hinaus sind flankierende Maßnahmen zur Sicherung der globalen Nahrungsmittelproduktion und der biologischen Vielfalt sowie des Wasser- und Bodenschutzes erforderlich. Dazu können bestehende UN-Institutionen wie z.B. die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO), die Biodiversitätskonvention (CBD) und die Desertifikationskonvention (UNCCD) Beiträge leisten. Abschließend wird bewertet, welche Nutzungsformen der Bioenergie explizit durch nationale Politiken und internationale Entwicklungszusammenarbeit gefördert werden sollen.

5.1

Bioenergie konsistent in die internationale Klimaschutzpolitik einbinden

ANRECHNUNGSVERFAHREN FÜR CO₂-EMISSIONEN DURCH BIOENERGIE GRUNDLEGENDE REFORMIEREN
Die bestehenden Regelungen in der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und im Kioto-Protokoll führen zu einer verzerrten Darstellung des Klimaschutzbeitrags von Bioenergie und zu Fehlanreizen in Bezug auf Bioenergieproduktion und -nutzung bis hin zur Förderung klimaschädlicher Bioenergienutzung. Der WBGU hält daher die Korrektur der Anrechnungsmodalitäten für die Verpflichtungen im Rahmen des Kioto-Protokolls bzw. seiner Nachfolgeregelung für notwendig. Diese sollte folgende Elemente umfassen: Erstens darf die Nutzung von Bioenergie nicht weiter pauschal als frei von CO₂-Emissionen („Nullemission“) im Energiesektor gezählt werden. Der WBGU plädiert hier jedoch nicht für einen Ersatz der unterstellten Nullemissionen durch kumulierte Emissionen aus einer Lebenszyklusanalyse der Bioenergie, da dies mit den übrigen Zurechnungsmodalitäten innerhalb der UNFCCC nicht kompatibel wäre und zu Doppelzählungen führen würde. Vielmehr sollten im Energiesektor die tatsächlich bei der Verbrennung der Biomasse entstehenden CO₂-Emissionen gezählt und angerechnet werden. Demgegenüber sollte die Aufnahme von CO₂ aus der Atmosphäre durch Energiepflanzen im Landnutzungssektor gezählt werden. Diese Korrektur würde die Behandlung von Bioenergie an dem auch ansonsten angewendeten Prinzip ausrichten, Emissionen grundsätzlich dem Ort und Zeitpunkt

ihrer Entstehung zuzuordnen. Zweitens sollten die bisherigen Regelungen, bei der nur ausgewählte CO₂-Emissionen und -Absorptionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen auf die Verpflichtungen der Staaten angerechnet werden bzw. werden können, durch eine vollständige Erfassung aller Emissionen aus diesen Sektoren ersetzt werden, die idealerweise in eine umfassende Vereinbarung zum Erhalt der Kohlenstoffvorräte terrestrischer Ökosysteme innerhalb der UNFCCC eingebettet wären. Drittens bedarf es Ergänzungen, die den Handel zwischen Staaten mit und Staaten ohne Verpflichtung zur Emissionsbegrenzung betreffen. Darüber hinaus sollten die zu Emissionsbegrenzungen verpflichteten Länder für diejenigen Emissionen aus dem Lebenszyklus der Bioenergienutzung, für die bereits eine angemessene Zurechnung zu den Inventaren besteht (z.B. Nicht-CO₂-Emissionen aus der Landwirtschaft), systematisch entsprechende Anreize zur Emissionsbegrenzung auf der Akteurs-ebene (z.B. für Land- und Forstwirte) einführen.

BIOENERGIE IM CDM DIFFERENZIERT BETRACHTEN

Wegen der begrenzten Anzahl von Bioenergieprojekten hat der Clean Development Mechanism (CDM) derzeit nur einen geringen Einfluss auf die Bioenergienutzung in Schwellen- und Entwicklungsländern. Einer Ausweitung von CDM-Projekten zum Anbau von Energiepflanzen ist mit Skepsis zu begegnen, solange nicht sichergestellt werden kann, dass es in Folge dieser Landnutzung nicht zu den bekannten Verdrängungseffekten kommt und andernorts terrestrisch gespeicherter Kohlenstoff freigesetzt wird. Der Spielraum für CDM-Projekte zur Verbesserung oder Substitution von ineffizienter traditioneller Biomassenutzung sollte genutzt werden, ohne die Integrität des CDM zu beschädigen. Generell sollte bei CDM-Projekten im Bereich Bioenergie die Einhaltung des vom WBGU geforderten Mindeststandards sichergestellt werden.

EMISSIONEN DURCH LANDNUTZUNGSÄNDERUNGEN IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN BEGRENZEN

Da die gegenwärtige Ausweitung des Anbaus von Energiepflanzen tropische Entwaldung vorantreiben kann, ist ein effektives Regime zur Verminderung der Emissionen aus Entwaldung und Walddegradation (REDD) im Rahmen der UNFCCC von hoher Bedeutung. Ein geeignetes REDD-Regime sollte wirksame Anreize setzen, um zügig reale Emissionsminderungen durch eine Reduzierung der Entwaldung zu erreichen und dazu internationale Finanztransfers in ausreichender Höhe mobilisieren. Um zum einen Ausweicheffekte (leakage) zu vermeiden

und zum anderen die natürlichen Kohlenstoffspeicher wie tropische Primärwälder dauerhaft vor Entwaldung und Degradation zu schützen und die Emissionen aus Graslandumbruch zu begrenzen, sollte das Regime aus einer Kombination nationaler Emissionsbegrenzungsziele und projektbasierter Vorgehensweise bestehen. Dabei wäre das REDD-Regime idealerweise Bestandteil einer umfassenden Vereinbarung zum Erhalt der Kohlenstoffvorräte terrestrischer Ökosysteme innerhalb der UNFCCC.

UMFASSENDE VEREINBARUNG ZUM SCHUTZ TERRESTRISCHER KOHLENSTOFFSPEICHER VORANTREIBEN

Die CO₂-Emissionen aus dem Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) sollten systematisch und vollständig in das Post-2012-Regime einbezogen werden, damit der Anreiz, den die UNFCCC zur Bioenergienutzung gibt, sich an ihrem tatsächlichen Klimaschutzbeitrag orientiert. Die CO₂-Aufnahme und -Abgabe der Biosphäre unterscheiden sich jedoch in vielen grundlegenden Aspekten – etwa Messbarkeit, Reversibilität, langfristige Kontrollierbarkeit, zwischenjährige Schwankungen – von den Emissionen aus fossilen Energieträgern. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Charakteristika der Sektoren, auch bezüglich der Zeitdynamik und Planbarkeit, erscheinen im Hinblick auf die Einhaltung der 2°C-Leitplanke separate Minderungsziele zielführender als ein übergreifendes Minderungsziel. Der WBGU rät daher dazu, eine umfassende separate Vereinbarung zum Erhalt der Kohlenstoffvorräte terrestrischer Ökosysteme zu verhandeln. Diese sollte erstens die Debatte zu REDD einbeziehen, zweitens die bestehenden Regelungen zur Anrechnung von Senken (auch durch CDM) auf die Minderungspflichten in den in Annex-A des Kioto-Protokolls aufgeführten Sektoren ersetzen und drittens alle CO₂-Emissionen aus LULUCF vollständig umfassen. Trotz getrennter Zielvereinbarungen hält es der WBGU aus der Perspektive ökonomischer Effizienz für angebracht, eine gewisse Austauschbarkeit anzustreben, die jedoch aufgrund der Messschwierigkeiten und anderer Unsicherheiten von LULUCF-Emissionen deutlich begrenzt und mit Abschlägen verbunden sein sollte.

5.2 Standards und Zertifizierung für Bioenergie und nachhaltige Landnutzung einführen

Um eine nachhaltige Produktion von Bioenergie-trägern im Rahmen der Leitplanken des WBGU für eine nachhaltige Landnutzung sicherzustellen, ist es erforderlich, Nachhaltigkeitsstandards für Bioener-

gie einzuführen. Ein Mindeststandard für Bioenergie-träger sollte Voraussetzung dafür sein, dass Bioenergieprodukte auf den Markt gebracht werden dürfen.

MINDESTSTANDARD FÜR BIOENERGIE UND NACHHALTIGE LANDNUTZUNG GESTAFFELT EINFÜHREN

Der WBGU empfiehlt, einen gesetzlichen Mindeststandard für alle Arten von Bioenergie zunächst auf EU-Ebene zügig einzuführen. Dazu sollten die Nachhaltigkeitskriterien für flüssige Biokraftstoffe der geplanten EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien zu einem Mindeststandard für alle Arten von Bioenergie ausgebaut werden. Neben den Vorgaben zum Boden-, Wasser- und Biodiversitätsschutz sind zudem auch die Auswirkungen indirekter Landnutzungsänderungen sowie Kriterien zur Einschränkung der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen einzubeziehen. Außerdem sollten einzelne Kernarbeitsnormen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO) verpflichtend verankert werden. Bezüglich der Treibhausgasemissionen empfiehlt der Beirat anstatt einer Vorgabe für die relative Treibhausgasreduktion bezogen auf die End- bzw. Nutzenergie eine Vorgabe für die absolute Treibhausgasreduktion bezogen auf die Menge an eingesetzter Rohbiomasse. So sollten durch den Einsatz von Bioenergie-trägern die Lebenszyklustreibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Energieträgern um mindestens 30 t CO₂eq pro TJ eingesetzter Rohbiomasse gesenkt werden.

Der Anbau von Energiepflanzen sowie die Bereitstellung von Biomasserohstoffen sollten nur gefördert werden, wenn sich daraus nachweisliche Verbesserungen in Form reduzierter Energiearmut oder nachweisliche Vorteile für den Klima-, Biodiversitäts-, Boden- sowie Wasserschutz ergeben und der Anbau auch bezüglich sozialer Kriterien positiv bewertet wird.

Eine Voraussetzung sollte sein, dass durch den Einsatz der Bioenergie-träger eine Reduktion der Lebenszyklustreibhausgasemissionen im Vergleich zu fossilen Energieträgern um mindestens 60 t CO₂eq pro TJ eingesetzter Rohbiomasse erzielt werden kann. Als besonders förderungswürdig erachtet wird die Nutzung von biogenen Abfall- und Reststoffen und der Anbau von Energiepflanzen vor allem auf marginalem Land, wenn dabei die Förderkriterien erfüllt werden.

Mit dem Ziel einer weltweit nachhaltigen Landnutzung ist mittelfristig ein globaler Landnutzungsstandard anzustreben, der die Produktion aller Biomassearten für verschiedenste Nutzungen (Nahrungs- und Futtermittel, energetische und stoffliche Nutzung usw.) länder- und sektorübergreifend regelt.

Die EU-Mitgliedsstaaten sollten deshalb eine entsprechende Regelung zur Ausweitung der Bioenergiestandards auf alle Arten von Biomasse vorbereiten.

Bis ein global abgestimmter Landnutzungsstandard geschaffen ist, ist auch die Verankerung von Bioenergiestandards in bilateralen Abkommen ein effektives Instrument zur Erhöhung der Nachhaltigkeit. Der WBGU empfiehlt den europäischen Staaten, in künftigen Abkommen mit wichtigen Bioenergieproduktions- und -konsumentenländern verbindliche Nachhaltigkeitskriterien zu verankern. Bestehende bilaterale Verträge sollten in diese Richtung nachgebessert werden. Im Gegenzug sollten für die Handelspartner bei Einhaltung des Mindeststandards freier Marktzugang für Bioenergieträger gewährt werden.

Aus Sicht des Rechts der Welthandelsorganisation (WTO) und um Ausweichmärkte für nicht dem Mindeststandard entsprechende Bioenergieprodukte gering zu halten, sollte sich die Bundesregierung zudem bemühen, dass möglichst schnell ein internationaler Konsens zu einem Mindeststandard für nachhaltige Bioenergie sowie zu einer umfassenden internationalen Bioenergiestrategie entwickelt wird. In der Übergangszeit muss darauf hingewirkt werden, Förderungen nicht nachhaltiger Bioenergienutzungen rasch abzubauen.

ZERTIFIZIERUNGSSYSTEME FÜR NACHHALTIGE BIOENERGIETRÄGER SCHAFFEN

Um die Einhaltung des Mindeststandards nachweisen zu können, müssen zeitnah entsprechende Zertifizierungssysteme geschaffen werden. Der WBGU empfiehlt, ein international anwendbares Zertifizierungssystem für alle Arten von Biomasse zu entwickeln. Dies erleichtert die spätere Ausweitung der Bioenergiestandards auf andere Biomassenutzungen. Das System „International Sustainability and Carbon Certification“, das im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz konzipiert wurde, oder ein vergleichbares Zertifizierungssystem, sollte zügig umgesetzt werden.

Die Pflicht zum Nachweis über die Einhaltung der Standards könnte zunächst bei den Vertreibern der Endprodukte liegen. Eine originäre Zertifizierungspflicht für Bioenergierohstoffe, die auch nicht energetisch genutzt werden können, entfielen damit. Während die Zertifizierung von privaten Unternehmen durchgeführt werden sollte, müssen zur Kontrolle der tatsächlichen Umsetzung der Standards von staatlicher Seite sanktionsfähige Institutionen geschaffen werden. Entwicklungsländer und vor allem die am wenigsten entwickelten Länder (LDCs) sollten bei der Einrichtung von Zertifizierungssystemen

und Kontrollstellen sowie bei der Durchführung der Zertifizierung durch technische und finanzielle Hilfe unterstützt werden.

WTO-KONFORMITÄT VON UMWELT- UND SOZIALSTANDARDS HERSTELLEN

Die WTO-Konformität eines unilateralen europäischen Standards kann rechtlich begründet werden, insbesondere bezüglich Kriterien zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zum Schutz der globalen Biodiversität, weil die Schutzwürdigkeit von Klima und Biodiversität in multilateralen Umweltabkommen völkerrechtlich festgeschrieben ist. Generell sollte die Akzeptanz von Umwelt- und Sozialstandards im WTO-Vertragsregime weiter verbessert werden. Des Weiteren darf die angestrebte Handelsliberalisierung in Bezug auf die so genannten Environmental Goods and Services (EGS) nicht dazu führen, dass das Ziel einer nachhaltigen Produktion und Nutzung der entsprechenden Güter und Dienstleistungen unterlaufen wird. Die Bundesregierung sollte daher im Rahmen der Verhandlungen darauf hinwirken, dass nur Güter als EGS klassifiziert werden, die in jedem Fall dem vom WBGU geforderten Mindeststandard genügen bzw. aus nachhaltigen Bioenergienutzungspfaden resultieren.

5.3

Nutzungskonkurrenzen nachhaltig regulieren

VORRANG FÜR ERNÄHRUNGSSICHERHEIT GEWÄHRLEISTEN

Ohne Gegensteuern werden sich künftig die Spielräume für die Nahrungsproduktion u.a. durch den beginnenden Bioenergieboom deutlich verschärfen. Um eine krisenhafte Entwicklung zu vermeiden, besteht Handlungsbedarf in folgenden Bereichen:

- *Integrierte Bioenergie- und Ernährungssicherungsstrategie entwickeln:* Der WBGU empfiehlt, über die von der Ressortarbeitsgruppe „Welt-ernährungslage“ in ihrem Bericht an das Bundeskabinett genannten Maßnahmen hinaus, den Anbau von Energiepflanzen jeweils in eine integrierte Bioenergie- und Ernährungssicherungsstrategie einzubinden, bei der die Ernährungssicherheit Vorrang hat. Besonders wichtig ist dies für die Gruppe der einkommensschwachen Entwicklungsländer, die Nettoimporteure von Nahrungsmitteln sind (Low-Income Food-Deficit Countries, LIFDCs). Ein kontrollierter Ausbau der Bioenergie kann sinnvoll nur mit weltweiten Anstrengungen zur Stärkung der Landwirtschaft einhergehen. Dazu muss zunächst kurzfristig die Ernährungssituation in betroffenen Regionen verbessert werden, etwa durch Verteilung unentgeltlichen Saat-

guts für die nächste Saison. Gleichzeitig müssen die Rahmenbedingungen für Ernährungssicherheit und Nahrungsmittelproduktion langfristig verbessert und konsistent in andere Politikfelder, wie u.a. Klima- und Naturschutz, eingefügt werden. Der Anbau sollte vor allem auf marginalen, insbesondere degradierten Flächen gefördert werden.

- *Steigenden Druck auf die Landnutzung durch sich ändernde Ernährungsweisen stärker beachten:* Der stark steigende Druck auf die Landnutzung als Folge flächenintensiver Ernährungsmuster in Industrieländern und deren Ausweitung in dynamisch wachsenden großen Schwellenländern verschärft die globalen Flächennutzungskonkurrenzen. Dies ist eine große, heute noch weitgehend unterschätzte Herausforderung: bis 2030 sollen ca. 30 % der für die Ernährung erforderlichen Produktionssteigerungen für Nahrungsmittel hierauf zurückgehen. Dieser Zusammenhang zwischen individuellen Essgewohnheiten, globaler Landnutzung und Ernährungssicherheit ist zu wenig bekannt und sollte daher über Aufklärungskampagnen den Verbrauchern bewusst gemacht werden. Vorrangig sollte ein Problembewusstsein vor allem in den Industrieländern erzeugt und zu Verhaltensänderungen angeregt werden. Hierzu können auch Initiativen auf internationaler Ebene, z.B. im Umfeld der UN-Organisationen, angestoßen werden. Diese Initiativen sollten durch eine internationale Zusammenarbeit zur Flächeninanspruchnahme für den Pro-Kopf-Verbrauch von Nahrungsmitteln unterstützt werden. Nachhaltigkeitskonzepte wie der ökologische Fußabdruck können veranschaulichen, dass global derzeit natürliche Ressourcen über ihre Regenerationsfähigkeiten hinaus beansprucht werden.
- *Risiken der Landnutzung für die Ernährungssicherheit rechtzeitig erkennen:* Um künftig besser auf Krisenfälle vorbereitet zu sein, wird ein effektives Frühwarnsystem benötigt. Die vorhandenen Monitoring-Kapazitäten, z.B. bei der FAO und dem Welternährungsprogramm, sollten gestärkt und effizienter vernetzt werden. Mit dem zunehmenden Druck auf die globale Landnutzung sieht der WBGU darüber hinaus einen wachsenden Bedarf, Risiken für die Ernährungssicherheit durch Nutzungskonkurrenzen rechtzeitig zu erkennen. Dazu sind globale Monitoring- und Frühwarnsysteme sehr wichtig.
- *Kopplung von Landnutzung, Nahrungsmittel- und Energiemärkten berücksichtigen:* Die Herausforderungen zur Sicherung der Welternährung müssen heute vor dem Hintergrund des zunehmenden Drucks auf die globale Landnutzung bewältigt werden und können nicht mehr allein Gegenstand

nationaler Bemühungen sein. In einer globalisierten Welt muss die Politik die immer engere Verknüpfung von Landnutzung und Preisentwicklung für Agrargüter auf der einen und dem Energiemarkt auf der anderen Seite berücksichtigen. Sie muss daher regulierende Mechanismen entwerfen, wenn etwa Entwicklungen auf den Energiemärkten zu Fehlentwicklungen für die Ernährungssicherheit führen. Langfristig ist für die Sicherung der Ernährung wichtig, dass von den Weltagrarmärkten Impulse für Produktionssteigerungen gerade in ärmeren Entwicklungsländern ausgehen. Hierzu sollten Importbarrieren für Agrargüter stärker abgebaut werden sowie Exportsubventionen und andere Produktionsfördermaßnahmen weltweit, vor allem aber in den Industrieländern, zurückgeführt werden. Bei einer Handelsliberalisierung muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich Entwicklungsländer in ihren Voraussetzungen und Bedürfnissen unterscheiden. So sind z.B. LIFDCs von Preissteigerungen auf dem Weltmarkt unmittelbar negativ betroffen. Aus diesem Grund sollten Ausnahmen von einer allgemeinen Liberalisierung für einen Kreis von vor allem ärmeren Entwicklungsländern vorgesehen werden.

ERHALTUNG BIOLOGISCHER VIELFALT: MÖGLICHKEITEN DER BIODIVERSITÄTSKONVENTION NUTZEN

Der Ausbau der Bioenergie darf nicht zu direkt oder indirekt ausgelöster Konversion natürlicher Ökosysteme führen. Dazu ist ein effektives Schutzgebietssystem eine zentrale Voraussetzung. Der WBGU empfiehlt, bis 2010 auf 10–20 % der Landfläche ein globales, ökologisch repräsentatives und effektiv betriebenes Schutzgebietssystem mit ausreichender Finanzierung einzurichten. Die CBD ist das wichtigste internationale Abkommen, um diese Leitplanke für den Biosphärenschutz umzusetzen.

- *Finanzierungslücke bei Schutzgebieten füllen:* Der WBGU empfiehlt dazu eine Mobilisierung von 20–30 € pro Kopf und Jahr in den Hocheinkommensländern. Dazu sollte zunächst die auf Anregung Deutschlands entwickelte und mit erheblichen finanziellen Mitteln ausgestattete LifeWeb-Initiative genutzt werden, um konkrete bilaterale Projekte zügig voran zu bringen. Parallel sollten auch andere Geberländer davon überzeugt werden, LifeWeb finanziell zu unterstützen. Gelingt dies, kann die Initiative mittelfristig zum Nukleus für ein Schutzgebietsprotokoll der CBD werden, das Umsetzung von Maßnahmen zu Schutzgebieten mit Finanzierungsinstrumenten verbindet. Inhalte und politische Realisierbarkeit des Protokolls sowie die möglichen Verknüpfungen zu

dem entstehenden REDD-Regime der UNFCCC sollten erforscht und als Option geprüft werden. Des Weiteren setzt der WBGU auf einen Ausbau internationaler Kompensationszahlungen für entgangene Einkommen durch Land- und Forstwirtschaft, um für Entwicklungsländer die Umstellung auf eine nachhaltige Landnutzung finanzierbar zu machen. In Pilotprojekten sollte geprüft werden, inwieweit nationale Habitat-Banking-Systeme in Industrieländern für Anbieter von Ökosystemleistungen aus Entwicklungsländern geöffnet werden können. Auch Transformations- und Schwellenländer sowie reiche Rohstoffländer sollten zunehmend stärker in die Finanzierung des internationalen Naturschutzes eingebunden werden. Schon jetzt sollten die Weichen für einen marktähnlichen Mechanismus gestellt werden, in dem die Zusage des Schutzes zuvor zertifizierter Flächen gegen Entgelt gehandelt wird.

- *CBD zur Entwicklung von Biodiversitätsleitlinien für Nachhaltigkeitsstandards nutzen:* Angesichts der Ergebnisse der COP-9 ist zwar nicht mit schnellen Fortschritten zu rechnen, aber dennoch sollte dieser Prozess durch die deutsche CBD-Präsidenschaft gefördert und so weit wie möglich beschleunigt werden. Um die notwendigen Monitoring-Kapazitäten aufzubauen, sollte parallel dazu der Ausbau der Weltbank zu Schutzgebieten gefördert werden. Der Impetus für Nachhaltigkeitsstandards im Bioenergiebereich sollte mittelfristig genutzt werden, um zu allgemeinen Leitlinien für alle Formen der Biomasseproduktion zu kommen.

WASSER- UND BODENSCHUTZ DURCH DEN ANBAU VON ENERGIEPFLANZEN LANGFRISTIG VERBESSERN
Die aktuellen Trends zur globalen Wasser- und Bodennutzung zeigen in die falsche Richtung. Ohne Politikwandel wird der Weg in vielen Regionen in eine verschärfte Wasserkrise und zu erhöhter Boden-degradation führen.

- *Analyse der regionalen Wasser- und Bodenverfügbarkeit zur Voraussetzung machen:* Da Wasser und Boden in vielen Regionen prekäre Ressourcen sind, sollte vor der großflächigen Förderung von Bioenergieanbausystemen eine integrierte Analyse der regionalen Wasser- und Bodenverfügbarkeit vorgenommen werden. Nicht angepasste Bioenergieanbausysteme und der global wachsende Energiehunger können den Nutzungsdruck auf Boden- und Wasserressourcen stark erhöhen. Daher sollte der Anbau von Energiepflanzen jeweils in eine regionale Strategie zum nachhaltigen Boden- und Wassermanagement integriert werden.

- *Energiepflanzenanbau zur Restaurierung marginaler Flächen nutzen:* Bei Wahl des richtigen Anbausystems kann die Kultivierung von Energiepflanzen auf marginalen Böden (z.B. auf degradiertem Land) sogar zu einer Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit führen. Der Anbau von Energiepflanzen auf degradierten Flächen ist auch deshalb eine strategische Option, da hierdurch Flächen restauriert werden können, die später zumindest teilweise für die Nahrungsproduktion zur Verfügung stehen könnten. Der zunehmende Druck auf die Landnutzung könnte dadurch partiell gedämpft werden.

5.4 Förderpolitiken für Bioenergie gezielt einsetzen

Es sollten grundsätzlich nur Bioenergiepfade gefördert werden, die auf besonders nachhaltige Weise zum Klimaschutz beitragen. Darunter versteht der WBGU, dass nicht nur der Mindeststandard eingehalten wird, sondern dass unter Berücksichtigung der gesamten Lebenszyklusemissionen durch den Einsatz der Bioenergie mindestens 60t CO₂eq pro TJ eingesetzter Rohbiomasse eingespart werden können. Da aber aus praktischen Gründen die Förderung an verschiedenen Stufen im Produktionsprozess (Anbau-, Konversions- und Anwendungssysteme) erfolgen sollte, muss hier in der Regel mit Standardannahmen über die jeweils anderen Stufen gearbeitet werden.

Speziell im Hinblick auf eine Förderung des Anbaus von Energiepflanzen erachtet es der WBGU als erforderlich, dass zusätzlich ökologische und soziale Förderkriterien erfüllt sein müssen. Bei der Mobilisierung biogener Reststoffe sollten ebenfalls ökologische Grenzen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit berücksichtigt werden. Schließlich sollte die Förderung von Konversions- und Anwendungssysteme so gestaltet werden, dass sie sich in das Leitbild der Energiewende zur Nachhaltigkeit einfügt. Ungewünschte Pfadabhängigkeiten sollten vermieden und zukunfts-trächtige Technologien, wie z.B. Elektromobilität, gefördert werden.

Nachhaltigkeit der Energiesysteme umfasst außer dem Klimaschutz auch die Beseitigung von Energiearmut. Die Modernisierung der netzunabhängigen bzw. traditionellen Nutzung von Bioenergie kann dazu besonders im ländlichen Raum von Entwicklungsländern einen wertvollen Beitrag leisten. Hier erscheint dem WBGU eine Förderung bioenergiebasierter Projekte auch dann gerechtfertigt, wenn die Klimaschutz- und Förderkriterien nicht voll erfüllt werden.

FÖRDERUNG IM AGRARSEKTOR UMGESTALTEN

Nachhaltige Biomasseproduktionen für energetische Zwecke sollten idealerweise nur dann gefördert werden, wenn durch die Landnutzung Natur- oder Bodenschutzleistungen unterstützt werden. Wenigstens sollten jedoch Förderungen von Biomasseproduktionen, die dem WBGU-Mindeststandard nicht genügen, innerhalb der nächsten Jahre beseitigt und möglichst auf nachhaltige Produktionen umgeschichtet werden. Im Allgemeinen sollten Produktionssubventionen im Agrarsektor weitestgehend abgebaut werden, damit ein ineffizienter Subventionswettbewerb der Anbieterländer beendet und Marktverzerrungen im Weltagrarhandel abgebaut werden. Eine Ausnahme bilden Subventionen, die entwicklungs- und umweltpolitisch einen hohen Nutzen stiften: Sie sollten explizit zulässig sein.

AUS FÖRDERUNG FLÜSSIGER BIOKRAFTSTOFFE AUSSTEIGEN UND ELEKTROMOBILITÄT FÖRDERN

Die Technologiepolitik zur Bioenergienutzung im Verkehr muss neu ausgerichtet werden. Die Förderung flüssiger Biokraftstoffe für Mobilität im Straßenverkehr lässt sich besonders in Industrieländern unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten nicht rechtfertigen. Gegen eine Förderung sprechen u. a. hohe Vermeidungskosten von Treibhausgasemissionen, geringe bzw. negative Vermeidungsleistungen pro Fläche bzw. pro Menge an eingesetzter Biomasse und Lock-in-Effekte einer ineffizienten Verkehrsinfrastruktur auf Basis von Verbrennungsmotoren. Beimischungsquoten sollten nicht weiter erhöht und die derzeitige Beimischung von Biokraftstoffen innerhalb der nächsten drei bis vier Jahre ganz zurückgenommen werden. Die auf EU-Ebene vereinbarten Emissionsminderungen im Straßenverkehr müssen dann auf anderen Wegen erreicht werden. Höchste energetische Nutzungsgrade der Biomasse im Verkehrssektor werden durch Stromerzeugung und -nutzung in elektrischen Fahrzeugen erreicht. Für einen Ausbau der Elektromobilität sollten geeignete Rahmensetzungen erfolgen. Förderpolitiken können Unternehmen in ihrer Technologieentwicklung beim Aufbau der Anschlussmöglichkeiten an das Stromnetz unterstützen. Die Nachfrage nach Elektro- bzw. Hybridfahrzeugen kann durch abgabenpolitische Maßnahmen angeregt werden.

BIOENERGIENUTZUNGSPFADE FÜR STROM- UND WÄRMEERZEUGUNG VORANBRINGEN

Verstärkte Anreize zur Ausschöpfung des Potenzials organischer Reststoffe und Abfälle werden vor allem durch die Förderung erneuerbarer Energien in der Strom- und Wärmeerzeugung gesetzt. Hier gilt es, den Einsatz biogener Abfälle und Reststoffe so zu fördern, dass er gegenüber der Stromerzeugung aus

Energiepflanzen klar bevorzugt wird. Flankierend sind geeignete Regulierungen zur Reststoffentnahme aus Land- und Forstwirtschaft sowie zur Abfalldeponierung und zu Kaskadennutzungen erforderlich. Die in verschiedenen Ländern bestehende Förderung der Direktverbrennung von Biomasse (vor allem Hackschnitzel und Pellets aus Reststoffen) in Kohle- bzw. Heizkraftwerken und des Einsatzes von Biogas, Rohgas und Biomethan sollte fortgeführt bzw. vorzugsweise in allen Regionen eingeführt werden, die einen hohen Kohleanteil in der Stromerzeugung aufweisen. Hierbei ist jedoch unbedingt sicherzustellen, dass die Biomasse dem Mindeststandard für Nachhaltigkeit genügt. Die Verstromung von Biomasse, die den Förderkriterien genügt, sollte außerdem besonders gefördert werden. Außerdem ist der Einsatz von Biomethan insbesondere dann zusätzlich zu fördern, wenn das beim Herstellungsprozess ohnehin abzutrennende CO₂ einer sicheren Deponie zugeführt wird. Wenn parallel die internationale Verbreitung von Kraft-Wärme-Kopplung sowie Gas- und Dampfkraftwerken durch geeignete klima- und energiepolitische Rahmenbedingungen sowie geeignete Förderansätze deutlich zunimmt, lassen sich Bioenergienutzungspfade mit hohen Effizienzgraden und somit global spürbaren Emissionseinsparungen erzielen. Während die Verfeuerung von Hackschnitzeln oder Pellets zur Stromerzeugung aus Sicht des WBGU eindeutig förderungswürdig ist, sollten staatliche Zulagen für die reine Wärmenutzung in Industrieländern allenfalls für eine Übergangszeit gewährt werden, bis diese Nutzung im transformierten Energiesystem aus der KWK bzw. über mit regenerativem Strom betriebenen Wärmepumpen erfolgt.

INTERNATIONALES ABKOMMEN ÜBER (BIO)ENERGIESUBVENTIONEN INITIIEREN

Um umweltschädliche Energiesubventionen abzubauen und Nachhaltigkeitskriterien ein stärkeres Gewicht zu geben, sollten die Staaten ihre Politiken international koordinieren. Sie sollten Vereinbarungen eingehen, wonach nicht nachhaltige Energiesubventionen länderübergreifend zurückgeführt und Prinzipien für zulässige Subventionen festgelegt werden, die sich am Postulat der Nachhaltigkeit orientieren. Dies könnte z.B. im Rahmen eines Multilateralen Energiesubventionsabkommens (MESA) geschehen, in dem zunächst möglicherweise nur die wichtigsten Energieerzeuger und -verbraucher eingebunden wären und das langfristig im WTO-Regelwerk verortet werden könnte.

STOFFLICHE NUTZUNG VON BIOMASSE STRATEGISCH GESTALTEN

Um Strategien zur stofflichen Nutzung von Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft vorzube-

reiten, sind national und global Stoffstromanalysen und Bilanzen der Flächeninanspruchnahme zu erstellen. In Szenarien sollten absehbare Entwicklungen (Nutzungskonkurrenzen, Substitutionsprozesse u.a.) sowie Handlungsoptionen beschrieben werden. Für zentrale Stoff- und Produktkategorien (Zellstoff, Papierprodukte u.a.) sollten Nachhaltigkeitsstandards für den Anbau und die Gewinnung der Rohstoffe festgelegt und Produktstandards mit hohen Recyclingquoten gesetzt werden. Durch geeignete Maßnahmen sollten hohe Ressourcen- und Produktverbräuche massiv gesenkt werden.

5.5 Nachhaltiges Bioenergiepotenzial in Entwicklungs- und Schwellenländern nutzen

**BEKÄMPFUNG DER ENERGIEARMUT
ENTWICKLUNGSPOLITISCHE PRIORITÄT EINRÄUMEN**
Der WBGU empfiehlt als Zielsetzung, die Überwindung gesundheitsschädlicher Formen der traditionellen Bioenergienutzung bis 2030 anzustreben. Der Zugang zu modernen Energieformen sollte zwar nicht als eigenständiges Ziel, jedoch als Mittel zur Armutsbekämpfung explizit in die Millenniumsentwicklungsziele (MDGs) aufgenommen und in den energiepolitischen Portfolios der Akteure der Entwicklungszusammenarbeit stärker verankert werden. Als erster Schritt empfiehlt sich, die Bekämpfung der Energiearmut systematisch in Poverty Reduction Strategy Papers (PRSPs) zu integrieren. Die internationale Gemeinschaft sollte Bioenergieprojekte besonders fördern, die der netzunabhängigen ländlichen Energieversorgung in Entwicklungsländern dienen.

**STRATEGIEN ZUR ENERGIEARMUTSBEKÄMPFUNG
AUF VERLÄSSLICHE DATENBASIS GRÜNDEN**
Um mögliche Alternativen zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen prüfen zu können und die Hemmnisse bei der Umsetzung besser zu verstehen, müssen die Akteure der internationalen Entwicklungszusammenarbeit gemeinsam mit nationalen Akteuren Strategien zur Bekämpfung der Energiearmut auf der Grundlage solider empirischer Ergebnisse entwickeln und diese in geeignete politische Strategien einbetten. Der WBGU empfiehlt deshalb, länderübergreifende Querschnittsevaluierungen und national, regional und lokal spezifische Untersuchungen durchzuführen, um Hinweise auf Best-practice-Ansätze zu erhalten.

**ENTWICKLUNGSLÄNDER BEI DER KONZEPTION
NATIONALER BIOENERGIESTRATEGIEN
UNTERSTÜTZEN**
Um die Chancen und Entwicklungspotenziale der Bioenergie realistisch einschätzen und Risiken minimieren zu können, empfiehlt der WBGU, strategische Fragen im Länderkontext und unter möglichst breiter Beteiligung betroffener Interessens- und Bevölkerungsgruppen zu diskutieren und über vorrangige Ziele einer Förderung von Bioenergie zu entscheiden. Die Akteure der Entwicklungszusammenarbeit sollten die Partnerländer dabei unterstützen, diese Strategien zu entwickeln und alle Nutzungs- und Anwendungsformen der Bioenergie sowie ihre Alternativen zu prüfen und hinsichtlich ihrer Eignung für die lokale Situation abzuwägen. Sie sollten außerdem darauf hinwirken, dass Mindeststandards und Förderkriterien eingehalten werden und die notwendigen Governance-Kapazitäten wie Landnutzungsplanung oder Zertifizierung gestärkt werden. Außerdem müssen Bioenergiestrategien unbedingt mit Strategien zur Ernährungssicherung verknüpft werden.

**PILOTPROJEKTE MIT BESONDERS NACHHALTIGEN
ANBAUSYSTEMEN SOWIE REST- UND
ABFALLNUTZUNG FÖRDERN**
Anbaumethoden, die besonders nachhaltig sind und Beiträge zur Erosionsbekämpfung und Biodiversitätserhaltung sowie zur Verringerung der Energiearmut und ländlichen Entwicklung leisten, sollten in Pilotprojekten gefördert werden. Dazu zählen beispielsweise der sozialverträgliche Anbau geeigneter mehrjähriger Energiepflanzen auf degradierten Flächen oder Waldfeldbau. Der WBGU empfiehlt außerdem, die länderspezifischen Potenziale an Rest- und Abfallstoffen zu prüfen und bei der Stromerzeugung vor allem in agroindustriellen Biogasanlagen und Heizkraftwerken unter Nutzung der Abwärme einzusetzen. Durch Pilotvorhaben kann die Mobilisierung von Rest- und Abfallstoffen verbessert werden.

BIOENERGIEPARTNERSCHAFTEN KNÜPFEN
Eine multilaterale Zusammenarbeit zur nachhaltigen Bioenergienutzung kann durch zwischenstaatliche Partnerschaften ergänzt werden. Hierbei bieten sich Technologieabkommen an, z.B. zur Verbreitung von Technologien zur Biomethanaufbereitung und -verwendung. Diese können mit Aspekten einer nachhaltigen Landnutzungspolitik oder Handelspartnerschaften verknüpft werden.

UMBAU DES WELTENERGIESYSTEMS VORANTREIBEN
Um die Kaufkraft der von Energiearmut Betroffenen zu erhöhen, sollte die Entwicklungszusammen-

arbeit Mikrofinanzierungssysteme weiterhin finanziell unterstützen. Zur Mobilisierung von privatem Kapital sollten Kooperationen zwischen dem privaten und öffentlichen Sektor gefördert werden. Zur großskaligen Substitution fossiler Brennstoffe können auch CDM-Projekte verstärkt genutzt werden. Die vom WBGU empfohlenen Technologien zum nachhaltigen Einsatz von Bioenergie in den Energiesystemen der Entwicklungsländer dienen nicht nur der Bekämpfung der Energiearmut, sondern größtenteils auch dem Klimaschutz. Beispielsweise ist eine Zulassung von kleinskaligen CDM-Projekten zur Effizienzverbesserung bei der traditionellen Bioenergienutzung begründbar und kann zur Finanzierung beitragen. Zudem sollte die internationale Gemeinschaft den Umbau des Weltenergiesystems koordinieren und unterstützen. Der WBGU empfiehlt, dass sich die Bundesregierung auf europäischer Ebene und in den Aufsichtsgremien der betreffenden internationalen Organisationen an die Spitze eines solchen Prozesses stellt, um ihrer Vorreiterrolle beim Klimaschutz gerecht zu werden.

5.6 Strukturen für eine nachhaltige globale Bioenergiepolitik schaffen

GLOBALES LANDNUTZUNGSKATASTER AUFBAUEN
Eine wichtige Voraussetzung für das Monitoring von direkten und indirekten Landnutzungsänderungen bei der Einführung von Standards und der erforderlichen Zertifizierungssysteme ist die Erarbeitung eines globalen, GIS-gestützten Landnutzungskatasters. Als wichtiger Baustein hierfür ist der rasche Ausbau der Weltdatenbank über Schutzgebiete des UNEP-WCMC zu empfehlen. Das globale Landnutzungskataster muss aber darüber hinausgehen und in der Lage sein, für jeden importierten Bioenergieträger Auskunft über die entsprechende Produktionsfläche zu geben (geographische Koordinaten, Art des Anbaus, Selbstverpflichtung zur Einhaltung aller Kriterien usw.).

SCHAFFUNG EINES INSTITUTIONELLEN RAHMENS ZUR GLOBALISIERUNG VON STANDARDS
Zur Entwicklung eines weltweit einheitlichen Bioenergiestandards und um multilaterale Politikformulierung zu beschleunigen, sollte die Global Bioenergy Partnership (GBEP) als Forum genutzt werden. Sie bringt zentrale Akteure zusammen und bindet Schwellenländer ein. Allerdings wäre dabei darauf hinzuwirken, dass betroffene zivilgesellschaftliche Akteure verstärkt am Dialog beteiligt werden. GBEP bzw. die Task Force on Sustainability sollte darin unterstützt werden, als zwischenstaatli-

ches Forum die formellen und informellen Prozesse zur Erarbeitung globaler Nachhaltigkeitskriterien zu bündeln und auf die Erarbeitung globaler Standards und Richtlinien hinzuwirken. Die Vorschläge des WBGU, der wichtige Anregungen des Roundtable on Sustainable Biofuels aufgegriffen hat, können eine Grundlage dafür bilden.

BIOENERGIE DURCH DIE IRENA FÖRDERN
Die Gründung einer Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien (IRENA) mit dem Ziel, den weltweiten Einsatz erneuerbarer Energien durch Politikberatung, Technologietransfer und Verbreitung von Wissen zu fördern, ist ein richtiger Schritt zur Bündelung und institutionellen Stärkung der internationalen Energiepolitik. Allerdings sollten neben einer Förderung erneuerbarer Energien alle Aspekte der Energiewende zur Nachhaltigkeit in das Aufgabenspektrum einbezogen werden. Die IRENA sollte in die Lage versetzt werden, auch Aspekte der Energienachfrage sowie Energie-, Umwelt- und Entwicklungsfragen umfassend und integriert zu bearbeiten.

INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE BIOENERGY EINBERUFEN
Um global ein gemeinsames Verständnis über die Chancen und Risiken der Bioenergie sowie einen Konsens über angemessene Normen bezüglich der Produktion und der Nutzung unterschiedlicher Formen der Bioenergie zu erzielen, empfiehlt der WBGU eine **International Conference on Sustainable Bioenergy** zeitnah einzuberufen, die nach dem Vorbild der renewables 2004 ausgestaltet sein könnte. Auf der Konferenz könnten Ziele und allgemeine Förderprinzipien formuliert, Ideen für Best-practice-Ansätze ausgetauscht und Vereinbarungen über internationale Bioenergiepartnerschaften sowie die Bedeutung der Bioenergie für ein nachhaltiges globales Energiesystem getroffen werden. Wichtig ist, dass dazu Akteure aus den Bereichen der Agrar-, Energie-, Umwelt- und Entwicklungspolitik zusammenkommen.

5.7 Globales Landnutzungsmanagement als Herausforderung der Zukunft

Das Problem konkurrierender Landnutzung birgt nach Ansicht des WBGU ein über das Handlungsfeld der Bioenergie weit hinaus reichendes, zukünftiges Konfliktpotenzial. Bereits heute zeichnen sich krisenhafte Entwicklungen bei der Sicherung der Welternährung ab, die sich mit einer auf etwa 9 Mrd. anwachsenden Weltbevölkerung und zunehmend

flächenintensiven Ernährungsmustern weiter verschärft werden. Globales Landnutzungsmanagement wird daher zu einer zentralen Zukunftsaufgabe, wenn Konflikte um Land vermieden werden sollen.

Globale Kommission für Nachhaltige Landnutzung einsetzen

Der steigende Druck auf die Landnutzung ist eine globale Herausforderung, die in ihren Ausmaßen und ihrer Komplexität bisher nur wenig verstanden ist. Damit ist ein komplexes, neues Feld der internationalen Politik angesprochen, in dem ernährungs-, energie-, entwicklungs- sowie umwelt- und klimapolitische Fragen zusammenspielen. Landnutzung lässt sich angesichts der vielfältigen globalen Wechselwirkungen und Verflechtungen künftig nicht mehr ausschließlich als ein Feld nationalstaatlichen Handelns begreifen. Das Beispiel der weltweiten Wirkungen indirekter Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit dem Ausbau der Bioenergie sowie die Frage eines fairen Pro-Kopf-Flächenverbrauchs zur Sicherung der Welternährung belegen dies eindrücklich. Um diese Prozesse auf internationaler Ebene zu beginnen und den Suchprozess zu organisieren, sollte eine neue globale Kommission für nachhaltige Landnutzung eingerichtet werden. Die Aufgabe der Kommission soll darin bestehen, die wichtigen Herausforderungen im Themenkomplex der globalen Landnutzung zu identifizieren und den Stand des Wissens zusammenzutragen. Darauf aufbauend sollte die Kommission Grundlagen, Mechanismen und Leitlinien zum globalen Landnutzungsmanagement erarbeiten. Die Kommission könnte beim UN-Umweltprogramm (UNEP) angesiedelt werden und in enger Zusammenarbeit mit anderen UN-Organisationen, z.B. der FAO, stehen. Die Ergebnisse sollten dann regelmäßig im Rahmen des globalen Umweltministerforums von UNEP oder des strategisch wichtigen Forums der Staats- und Regierungschefs (G8+5) auf die Agenda gesetzt werden.

Der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)

Der WBGU wurde 1992 im Vorfeld des Erdgipfels von Rio de Janeiro von der Bundesregierung als unabhängiges, wissenschaftliches Beratergremium eingerichtet. Er hat neun Mitglieder, die vom Bundeskabinett für eine Dauer von vier Jahren berufen werden. Der WBGU wird federführend gemeinsam durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie das Bundesministerium für Bildung und Forschung betreut. Er wird durch einen Interministeriellen Ausschuss der Bundesregierung begleitet, in dem alle Ministerien und das Bundeskanzleramt vertreten sind. Die Hauptaufgaben des WBGU sind:

- globale Umwelt- und Entwicklungsprobleme zu analysieren und darüber in Gutachten zu berichten,
- nationale und internationale Forschung auf dem Gebiet des Globalen Wandels auszuwerten,
- im Sinne von Frühwarnung auf neue Problemfelder hinzuweisen,
- Forschungsdefizite aufzuzeigen und Impulse für die Wissenschaft zu geben,
- nationale und internationale Politiken zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung zu beobachten und zu bewerten,
- Handlungs- und Forschungsempfehlungen zu erarbeiten und
- durch Presse- und Öffentlichkeitsarbeit das Bewusstsein für die Probleme des Globalen Wandels zu fördern.

Mehr unter: www.wbgu.de

ISBN 978-3-936191-23-3