



POSITIONEN

Globale Landflächen und Biomasse

nachhaltig und ressourcenschonend nutzen

IMPRESSUM

LANGFASSUNG

Herausgeber:

Umweltbundesamt

Pressestelle

Wörlitzer Platz 1

06844 Dessau-Roßlau

E-Mail: pressestelle@uba.de

Internet: www.umweltbundesamt.de

 facebook.com/umweltbundesamt.de

Autoren:

Almut Jering, Anne Klatt, Jan Seven, Knut Ehlers, Jens Günther, Andreas Ostermeier, Lars Mönch

sowie

Kora Kristof, Carla Vollmer, Katja Purr, Gertrude Penn-Bressel, Dietrich Schulz, Simone Richter, Gudrun Schütze, Matthias Wolf, Andreas Burger, Michael Golde, Jeannette Pabst, Reinhard Herbener, Frank Wetzels, Andrea Fechter, Katharina Koppe, Gunnar Gohlisch, Nadja Richter, Steffen Matezki, Konrad Raeschke-Kessler, Christopher Blum, Friederike Herrmann, Uwe Volkgenannt

Redaktion:

Almut Jering, Fachgebiet I 1.1

Grundsatzfragen, Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung

Gestaltung:

Studio GOOD, Berlin

www.studio-good.de

DANKSAGUNG

Das Thema des vorliegenden Berichts „Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen“ ist sehr komplex. Bei der Erstellung des Papiers wurde die Expertise aus allen Fachbereichen des Umweltbundesamtes eingebunden. In den Bericht flossen neben den Beiträgen der genannten Autorinnen und Autoren Gedanken und Ergebnisse aus zahlreichen Diskussionen mit der Leitung des Umweltbundesamtes, weiteren internen und externen Kolleginnen und Kollegen sowie Forschungsnehmern des Umweltbundesamtes ein. Besonderer Erwähnung bedarf das Fachgespräch vom August 2012, zu dem das Umweltbundesamt namhafte Expertinnen und Experten eingeladen und den Entwurf des UBA-Positionspapiers zur kritischen Diskussion gestellt hatte. Die Diskussionsbeiträge aus diesem Fachgespräch sowie die Anregungen und Kommentierungen haben, auch wenn sie teilweise nicht mit den Positionen des nun vorliegenden Papiers übereinstimmen, unseren internen Diskurs und den weiteren Prozess der Bearbeitung des Themas maßgeblich bereichert. An dieser Stelle danken wir ausdrücklich den folgenden Expertinnen und Experten:

Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heissenhuber, Technische Universität München, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus, Freising-Weihenstephan

Dr. Yelto Zimmer, Institut für Betriebswirtschaftslehre, J. H. von Thünen Institut

Dr. Inge Paulini, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)

Timo Kaphengst und Stephanie Wunder, Senior Fellows im Ecologic Institut Berlin

Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich, Technische Universität München, Lehrstuhl für Rohstoff- und Energietechnologie/Sachverständigenrat für Umweltfragen

Dr. Klaus Hennenberg, Bereich Energie & Klimaschutz, Öko-Institut e. V., Darmstadt

Prof. Dr. Rolf Thauer, Universität Marburg, Max Planck Institut für terrestrische Mikrobiologie

Prof. Dr. Daniela Trän, Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH (DBFZ)/
Helmholtzzentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ)

Uwe R. Fritsche, Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien

Dr. Alexa Lutzenberger, Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Umweltchemie

Dr. Justus von Geibler, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

Prof. Dr. Gunnar Lischeid, Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Institut für Landschaftswasserhaushalt

Unser Dank gilt auch all denjenigen, die zur Erstellung des Berichts beigetragen haben, aber hier nicht namentlich erwähnt sind.

Die Autorinnen und Autoren

INHALT

1.

SEITE 4-9
Einleitung

- 1.1 Hintergrund und Zielstellung des vorliegenden Papiers
- 1.2 Leitbild: Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung
- 1.3 Definition des Begriffs Biomasse

3.

SEITE 24-43
Globale Trends und Umweltwirkungen der Landnutzung

- 3.1 Klimaänderung durch Umwandlung natürlicher Ökosysteme
- 3.2 Steigender Druck auf die natürlichen Ressourcen
- 3.3 Nicht nachhaltige Konsum- und Ernährungssysteme als Treiber
- 3.4 Anpassungsmöglichkeiten auf wachsende Nachfrage

4.

SEITE 44-63
Bioenergie: Potentiale, Konflikte und Alternativen

- 4.1 Ausweitung der modernen Bioenergienutzung
- 4.2 Bioenergiepotenziale
- 4.3 Nutzungskonkurrenzen und Zielkonflikte
- 4.4 Indirekte Landnutzungsänderungen (iLUC)
- 4.5 Bioenergie in den verschiedenen Anwendungsbereichen und mögliche Alternativen in Deutschland

2.

SEITE 10-23
Globale Flächenverfügbarkeit und Landnutzung

- 2.1 Basisdaten zu globaler Flächennutzung und Biomasseaufkommen
- 2.2 Flächennutzung für Ernährung
- 2.3 Flächennutzung für nachwachsende Rohstoffe
- 2.4 Der globale Flächenfußabdruck Europas





5.

SEITE 64–93

Zentrale Handlungsfelder für eine nachhaltige Nutzung von Landflächen und Biomasse

- 5.1 Ökosysteme und ihre Funktionen schützen und erhalten
- 5.2 Die Transformation des Konsum- und Ernährungssystems der Industrieländer einleiten
- 5.3 Kehrtwende in der EU-Agrar- und Verbraucherpolitik
- 5.4 Aufbau von Strukturen für eine effiziente stoffliche und energetische Biomassenutzung
- 5.5 Zertifizierung – Die Ambivalenz aus Chance und Risiko
- 5.6 Wirtschafts- und Handelspolitik, Entwicklungspolitik
- 5.7 Politikempfehlungen für eine ressourcenschonende Land- und Biomassenutzung auf europäischer und internationaler Ebene

6.

SEITE 94–97

Zusammenfassung



SEITE 98–106

Literaturverzeichnis/Anhang



A satellite image of Earth from space, showing the Atlantic Ocean, Europe, and Africa. The image is oriented vertically, with the top of the frame showing the horizon of the Earth. The ocean is a deep blue, and the landmasses are in shades of green and brown. The clouds are white and wispy. The overall composition is a full-page background image.

1.

Einleitung



1.1 HINTERGRUND UND ZIELSTELLUNG DES VORLIEGENDEN PAPIERS

Ehe die Menschen Öl, Kohle, Erdgas und Uran entdeckten und zu nutzen lernten, diente Biomasse der Deckung menschlicher Bedürfnisse in allen Lebensbereichen. Sie wird seit jeher als Nahrungs- und Futtermittel, als Brennmaterial, Baustoff, Rohstoff für Textilien sowie als Arznei genutzt. Bis zur Mechanisierung und Motorisierung der Landwirtschaft infolge der Industriellen Revolution bildeten regional weitgehend geschlossene Nährstoff- und Energiekreisläufe die Grundlage landwirtschaftlicher Biomasseproduktion. Die für die Produktion notwendige Energie (Futtermittel für Arbeitstiere und Nahrungsmittel für die menschliche Arbeitskraft) stammte aus dem Landwirtschaftssektor selbst. Mit dem technischen Fortschritt des 20. Jahrhunderts hat sich die Art der Biomasseproduktion und -nutzung stark verändert (Stichworte: Spezialisierung, zunehmend globale Arbeitsteilung und Handel). Fossile Energieträger ermöglichten die Motorisierung der Landwirtschaft und die energieintensive Produktion von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Die Globalisierung der Nährstoff- und Energieflüsse brachte eine intensivere, spezialisierte Form der Biomasseproduktion hervor und leitete in einigen Teilen der Welt eine Phase des Wohlstands und des Überflusses ein. Doch weder die Globalisierung der Handelsströme für Biomasse, noch die auf mittlerweile 2.800 kcal pro Kopf und Tag gestiegene weltweite Nahrungsmittelproduktion (FAOSTAT) vermochten die Zahl der Hungernden auf der Welt dauerhaft zu reduzieren.

Agrar- und Forstprodukten durch die globale demographische Entwicklung. Eine wachsende Weltbevölkerung benötigt mehr Nahrung, mehr nachwachsende Rohstoffe und mehr Energie. Mit dem Anstieg der Einkommen in den Schwellenländern nähert sich die dortige Pro-Kopf-Ressourcenintensität des Konsumstils dem Niveau der Industrieländer an. Dies alles geschieht vor der Kulisse des Klimawandels, dessen Auswirkungen die globale Biomasseproduktion zunehmend treffen.

Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden die umweltbedingten Kosten der landwirtschaftlichen Intensivierung in Form von massiver Umweltzerstörung thematisiert. Die Art und Weise, wie und in welchem Umfang Nutzpflanzen angebaut werden, Tiere gehalten werden und Biomasse aus natürlichen Beständen (z. B. Wälder und natürliches Grünland, etc.) entzogen wird, hat maßgeblichen Einfluss auf die Integrität globaler Ökosysteme und deren Funktionsfähigkeit wie die Klimaregulation, Bewahrung der Bodenfruchtbarkeit, Erhalt der Biodiversität und Regeneration regionaler Wasserkörper.

Durch die weltweite Vernetzung der Handelsströme für Agrar- und Forstgüter werden die Ursachenketten für die mit der Produktion assoziierten Probleme ebenfalls global verknüpft. Die großen Umweltprobleme und der Missstand, dass eine Milliarde Menschen hungern, erfordern daher globale Problemanalysen und Lösungsansätze für eine nachhaltigere Produktion, Verwendung und Verteilung von Biomasse.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über den aktuellen Status der biomassebasierten Landnutzung und beleuchtet vorhandene und zu erwartende globale Entwicklungstrends. Er skizziert, wie eine ökologisch verträglichere und sozial gerechtere Ressourcennutzung aussehen kann und welche Prioritäten in der Produktion und Nutzung von Biomasse gesetzt werden müssen, um dieses Ziel zu erreichen. Dabei werden Handlungsansätze aufgezeigt und Politikempfehlungen zur Entwicklung einer global nachhaltigen, ressourcenschonenden Landnutzung gegeben.

Eine wachsende Weltbevölkerung benötigt mehr Nahrung, mehr nachwachsende Rohstoffe und mehr Energie.

Weltweit verschärft sich der Druck auf Landflächen und andere Ressourcen. Ursachen hierfür sind die ressourcenintensiven Konsumweisen der Industrie- und Schwellenländer sowie die steigende Nachfrage nach



1.2 LEITBILD: NACHHALTIGKEIT UND RESSOURCENSCHONUNG

Einhergehend mit der wachsenden Weltbevölkerung und deren steigendem Ressourcen hunger kommen wir heute zunehmend in eine Phase fortschreitender Übernutzung der Naturressourcen. Angesichts der Auswirkungen des Klimawandels, der Ressourcenverknappung, der steigenden Weltbevölkerung und der Tatsache, dass bereits heute eine Milliarde Menschen hungern, stellen wir uns der existenziellen Frage, wie die Landnutzung ressourcenschonend gestaltet und Biomasse nachhaltig genutzt werden können und welchen Beitrag wir zur Problemlösung leisten können und müssen.

Grundlage für uns ist dabei das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, das die Brundtland-Kommission¹ erstmalig definiert hat. Sie versteht darunter eine „Entwicklung, die den Bedürfnissen der gegenwärtigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen“. Kern des Leitbilds ist die Gerechtigkeit unter derzeit Lebenden und zwischen verschiedenen Generationen, es umfasst die ökologische, ökonomische und soziale Dimension (siehe auch Umweltbundesamt 2002).

Zentrale Elemente im Leitbild einer nachhaltigen Biomasse- und Landnutzung sind für uns der Erhalt der Ökosystemfunktionen, d. h. Erhalt und weitestgehende Wiederherstellung der Multifunktionalität und der Diversität in der Landnutzung bei optimaler Integration der verschiedenen Flächen- und Bodenfunktionen sowie die Bedürfnisbefriedigung aller Menschen und auch künftiger Generationen. Letzteres ist eine essentielle Komponente des Leitbildes: Eine Land- und Biomassenutzung, die zwar ressourcenschonend erfolgt, aber elementare Bedürfnisse eines Teils der Menschheit nicht befriedigt, kann nicht als nachhaltig gelten.

Die deutlich ansteigende Nachfrage nach Land und weiteren natürlichen Ressourcen und die damit einhergehende Gefährdung vulnerabler Bevölkerungsgruppen machen ein neues Nachdenken über Gerechtigkeitsfragen der Ressourcennutzung notwendig. Das Phänomen „Land Grabbing“, ein aufkommender Bedarf nach Biomasseimporten für den energieintensiven Lebensstil in den Industrieländern, aber vor allem auch die persistierende Unterernährung bei gleichzeitig verschwenderischem Umgang mit



Nahrungsmitteln in weiten Teilen der Welt seien hier als ethisch kritische und reflexionsbedürftige Entwicklungen genannt.

Ernährungssicherung² wird mehrheitlich, so auch von uns, als ein Kernziel einer nachhaltigen Biomasseproduktion und ressourcenschonenden Landnutzung gewertet. Das Recht auf Nahrung ist ein Menschenrecht (Artikel 25 der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte der Vereinten Nationen von 1948). Auch im Internationalen Pakt für wirtschaftliche, soziale und kulturelle Rechte (Sozialpakt) von 1976 ist dieses Recht festgeschrieben. Alle Staaten, die den Sozialpakt unterzeichnet haben, sind völkerrechtlich verpflichtet, das Recht auf Nahrung in ihrem Land zu verwirklichen. Alle Menschen müssen entweder Zugang zu Produktionsmitteln wie Boden, Saatgut und Wasser haben oder über ein ausreichendes Einkommen verfügen, um Nahrungsmittel kaufen zu können. Dies deutet u. a. auf eine klare Verantwortlichkeit der Staaten hinsichtlich des Schutzes der natürlichen Ressourcen hin, die die Grundlage für die Nahrungserzeugung bilden.

Dabei ist zwingend die intergenerationelle Komponente zu berücksichtigen, d. h. die Sicherung der Ernährung der Jetztlebenden bzw. der Voraussetzungen, sich zu ernähren, muss fortschreibbar sein und darf die Situation für Künftige nicht verschlechtern – und dies vor dem Hintergrund einer wachsenden

Weltbevölkerung und knapper werdenden Ressourcen. Wir werden zukünftig Wege finden müssen, mit Weniger Mehr zu produzieren. Aufgabe des Einzelnen, des Staates und der Weltgemeinschaft ist es, unsere natürlichen Ressourcen wie fruchtbare Böden, sauberes Wasser und Biologische Vielfalt dauerhaft zu erhalten. Sie sind nicht nur zur Produktion von Biomasse unabdingbar, sondern werden für die Befriedigung weiterer, vielfältiger und z. T. ebenfalls elementarer Nutzungsbedürfnisse und -wünsche benötigt.

Um sich diesem Leitbild anzunähern ist in vielen Bereichen eine zügige Trendwende erforderlich. Hier müssen schnellstmöglich geeignete und realisierbare Maßnahmen konzipiert und umgesetzt werden. Antworten auf die Frage, wie dies erreicht werden kann, sind vielschichtig und müssen auf unterschiedlichsten Ebenen ansetzen. Global müssen dafür die Treiber der Umweltzerstörung benannt und gestoppt und die Verteilung der Güter im Sinne der intra- und intergenerationellen Gerechtigkeit grundlegend umgestaltet werden. Dabei wird es unabdingbar sein, die hohe Bedeutung spezifischer lokaler sozialer, wirtschaftlicher und naturräumlicher Bedingungen für eine nachhaltige Wirtschaftsweise international anzuerkennen, und den kompetenten Akteuren wieder mehr Entscheidungsspielraum bei der Wahl existentieller Produktions- und Konsumptionsoptionen einzuräumen.

1.3 DEFINITION DES BEGRIFFS BIOMASSE

Unter dem Begriff „Biomasse“ werden in der wissenschaftlichen Definition sämtliche Stoffe organischer Herkunft verstanden, die nicht fossilen Ursprungs sind (Kaltschmitt, et al., 2009). Biomasse beinhaltet damit die in der Natur lebende Phyto- und Zoomasse (Pflanzen und Tiere), die daraus resultierenden Rückstände (z. B. tierische Exkremente), abgestorbene (aber noch nicht fossile) Phyto- und Zoomasse (z. B. Stroh) sowie im weiteren Sinne alle Stoffe, die bspw. durch eine technische Umwandlung und/oder eine stoffliche Nutzung entstanden sind bzw. anfallen (z. B. Schlachthofabfälle, organischer Hausmüll) (Raschka, et al., 2012).

Im vorliegenden Papier wird nur der Teil der Biomasse betrachtet, der vom Menschen für verschiedene Anwendungen, z. B. als Nahrungs- und Futtermittel sowie in anderer Weise stofflich oder energetisch genutzt wird (biogener Rohstoff). Der Begriff Biomasse wird im Folgenden gleichgesetzt mit biogenen Rohstoffen, wobei hier die aquatischen Biomassen explizit nicht betrachtet werden, jedoch erfolgt ein kurzer Exkurs zur Bedeutung der Aquakultur im Kap. 2.



¹ Die Brundtland-Kommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen hat den Nachhaltigkeitsbegriff in ihrem Bericht „Our common future“ im Jahr 1987 dargelegt (Brundtland Bericht, 1987).

² **Ernährungssicherung bzw. Nahrungssicherheit (food security)** beziehen sich auf die Verfügbarkeit von Nahrung und den Zugang zu Lebensmitteln. Gemäß den Ausführungen des Welternährungsgipfels 1996 ist Nahrungssicherheit dann gegeben, wenn eine Bevölkerung jederzeit physischen, sozialen und wirtschaftlichen Zugang zu Nahrung hat, wenn diese Nahrung ernährungswissenschaftlichen Aspekten in Menge, Vielfalt und Qualität entspricht und sie von der entsprechenden Kultur akzeptiert wird. Die Bereitstellung der Nahrung ist zwar eine Voraussetzung für die richtige Ernährung der Bevölkerung; doch dazu

muss noch die richtige Verwendung und Verteilung kommen, dann erst ist Ernährungssicherheit gegeben. Das schließt auch die Notfallvorsorge ein (Ernährungsvorräte in Krisen und Katastrophen) (FAO, 2010a).

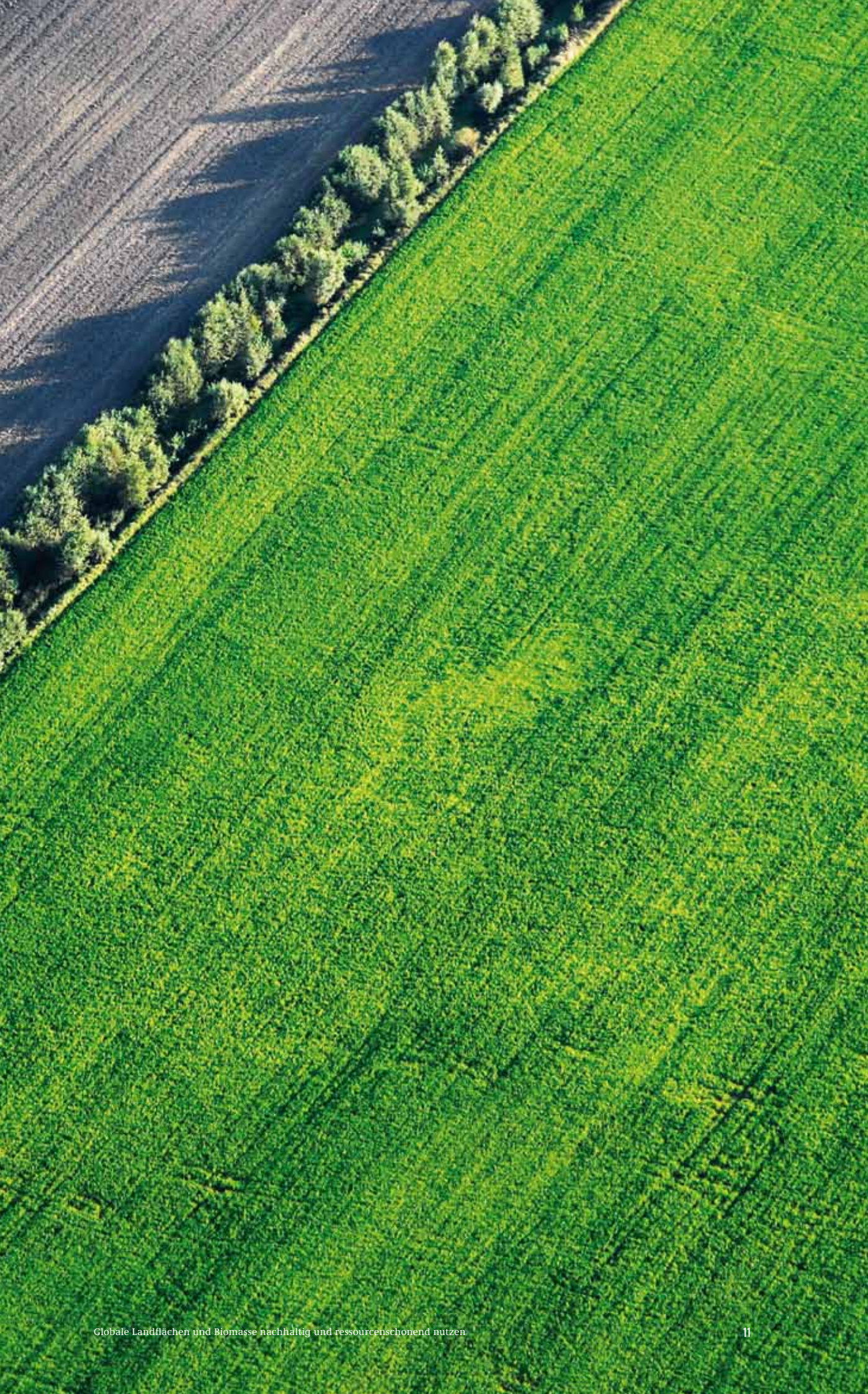
Der Begriff **Ernährungssouveränität** wurde erstmalig zum Welternährungsgipfel 1996 von Via Campesina wie folgt definiert: „Das internationale Recht aller Völker, Länder und Ländergruppen, ihre Landwirtschafts- und Ernährungspolitik gemäß den Bedürfnissen ihrer Bevölkerung selbst zu definieren, sofern diese keine negative Wirkung auf andere Länder hat.“

Der Begriff **Lebensmittelsicherheit (food safety)** bezieht sich lediglich auf die qualitativen Aspekte der Nahrungsmittel (keine Schadstoffe, hoher Gesundheitswert etc.).

An aerial photograph showing a dark, plowed field on the left and a vibrant green field on the right, separated by a line of trees. The top of the image features a green rectangular overlay with diagonal lines.

2.

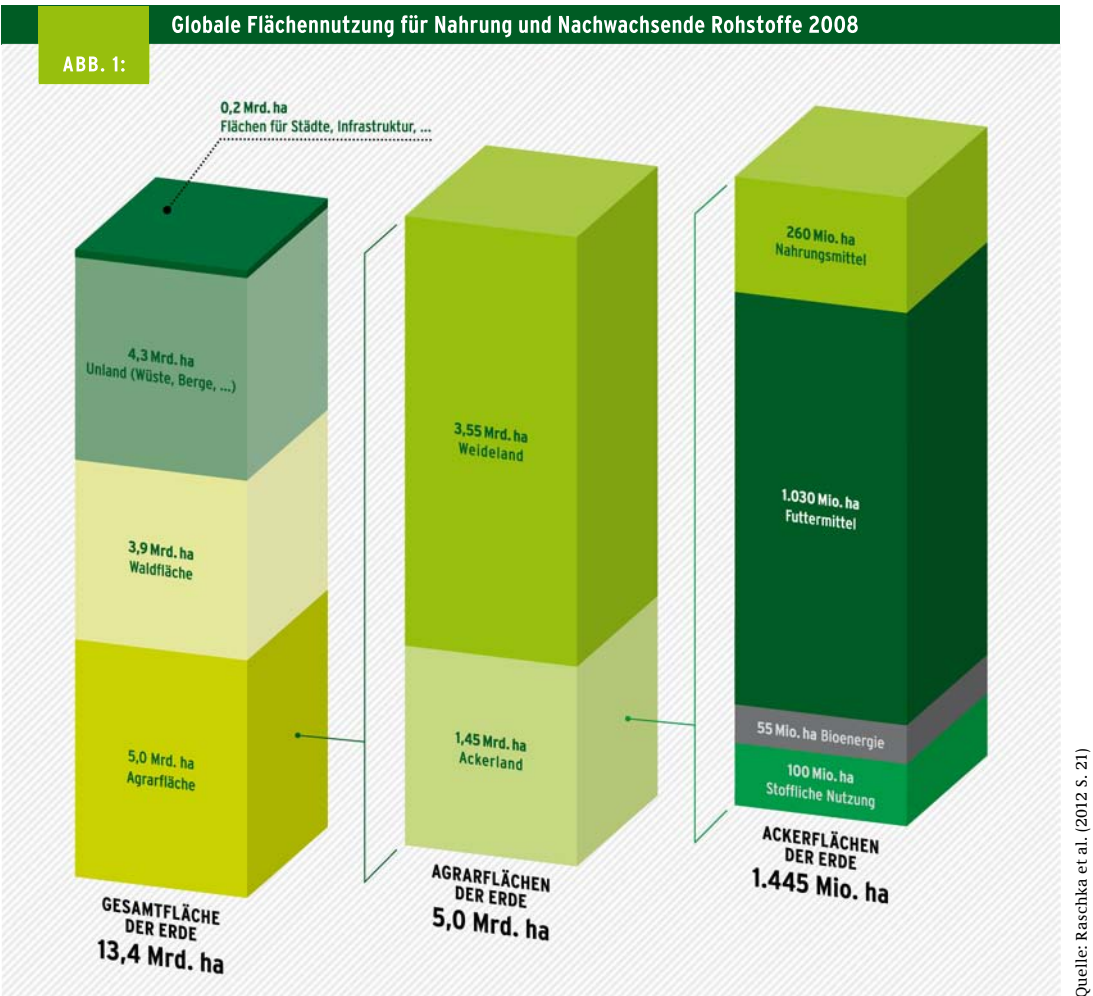
Globale Flächenverfügbarkeit und Landnutzung



2.1 BASISDATEN ZU GLOBALER FLÄCHENNUTZUNG UND BIOMASSEAUFKOMMEN

Die Landoberfläche der Welt beträgt 13,4 Mrd. Hektar (ha). Ein nicht unerheblicher Teil der Landoberfläche ist aufgrund extremer physiographischer Voraussetzungen nicht oder nur sehr begrenzt nutzbar (Wüsten, Ödland, Eisschilde, etc.). 37 % der weltweiten Landflä-

che, ca. 5 Mrd. ha, sind landwirtschaftliche Nutzfläche. Damit ist die Landwirtschaft der größte Flächennutzer. Die Waldfläche der Welt beträgt 3,9 Mrd. ha, davon sind 36 % Primärwälder.



Von der Landwirtschaftsfläche sind 70 %, also der mit rund 3,55 Mrd. ha weitaus überwiegende Teil, Weideland. Nur knapp 30 % der Landwirtschaftsfläche sind Ackerflächen (ca. 1,45 Mrd. ha, hinzu kommen rund 0,152 Mrd. ha Dauerkulturen). Die Ackerflächen dienen zum größten Teil der Nahrungs- und Futtermittelproduktion. Lediglich auf 11 % der Fläche werden Rohstoffe für Biokraftstoffe und die stoffliche Biomassenutzung produziert (Raschka, et al., 2012).

In Europa beträgt bei einer Gesamtfläche von 440 Mio. ha die landwirtschaftliche Flächennutzung 43 %. Wald bedeckt etwa 40 % der Gesamtfläche. Deutschland hat eine Fläche von 35,7 Mio. ha, hier beträgt die landwirtschaftliche Flächennutzung mit etwa 17 Mio. ha sogar gut 50 % der Landesfläche, Wald bedeckt ca. 30 % der Gesamtfläche.

Weltweit sind rund 30 % der Landfläche mit Wald bedeckt. Dabei sind Lateinamerika und



Europa inkl. der Russischen Föderation mit 49 % beziehungsweise 45 % Waldbedeckung weit überdurchschnittlich bewaldet. Asien (19%), Ozeanien (23 %) sowie Afrika (19 %) sind unterdurchschnittlich mit Wald bedeckt (FAO, 2010c). Während die Holzentnahmen in Afrika, Asien und Ozeanien im Wesentlichen als Feuerholz Verwendung findet, dominiert die Rundholzproduktion zur industriellen Nutzung in Europa und Nordamerika deutlich³ (FAO, 2011). Auch ist zwischen 1970 und 2009 eine deutliche Zunahme der Holzentnahmen in Afrika und Lateinamerika zu verzeichnen, wohingegen sie in den anderen Weltregionen in etwa gleichbleibend oder leicht abnehmend ist (ebenda).

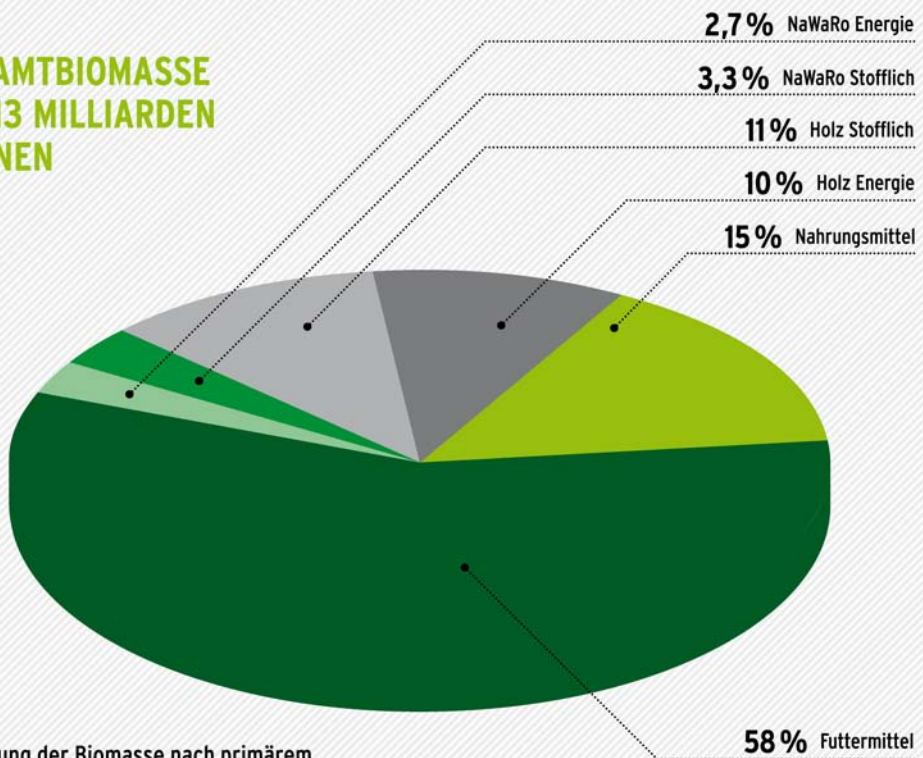
Die zunehmende Erkenntnis zur Bedeutung der Schutzfunktionen der Wälder (Biodiversitätsschutz, Bodenschutz, Schutz des Trinkwassers, Hochwasserschutz etc.) spiegelt sich auch in der ansteigenden Ausweisung von Waldgebieten mit vorrangiger Schutzfunktion wieder. So waren 1990 global rund 12,3 % der Waldfläche vorrangig für den Biodiversitäts-, Boden- oder Wasserschutz ausgewiesen. 2010 waren 16,5 % der globalen Waldflächen mit vorrangigem Ziel der Erhaltung von Schutzfunktionen ausgewiesen. Der Flächenanteil mit ausgewiesener Produktionsfunktion blieb mit 28,3 % (1990) beziehungsweise 28 % (2010) konstant (FAO, 2011).

Zwischen 1985 und 2005 haben die Ackerflächen und Weiden weltweit um 154 Mio. ha (ca. 3 %) zugenommen. Die Zuwächse erfolgten insbesondere in den Tropen, gleichzeitig gab es einen Flächenrückgang in den temperierten Zonen (Foley, et al., 2011).

Zwischen 1985 und 2005 haben die Ackerflächen und Weiden weltweit um 154 Mio. ha zugenommen.

Ein gegenläufiger Trend ist hingegen bei den globalen Waldflächen zu verzeichnen. Der Umwandlung von Wald in Agrarflächen in tropischen Gebieten, hauptsächlich Lateinamerika und Karibik, stehen Aufforstungen und natürliche Wiederbewaldung von Agrarflächen in Europa, Nordamerika und China gegenüber (FAO, 2010c). Dies führte dennoch zu einem globalen Waldverlust von rund 135,2 Mio. ha zwischen 1990 und 2010 (FAO, 2011), oder 3,2 % der globalen Waldfläche von 1990. Dabei konnte aber der jährliche globale Waldverlust von rund 8,3 Mio. ha. (1990 – 2000) auf jährlich 5,2 Mio. ha (2000 – 2010) reduziert werden (ebenda).

**GESAMTBIOMASSE
CA. 13 MILLIARDEN
TONNEN**



Zuordnung der Biomasse nach primärem Anbauziel (Hauptprodukt): die Mengenangaben beinhalten die jeweiligen Hauptrohstoffe sowie die Nebenprodukte, auch wenn deren Nutzung in eine andere Kategorie fallen kann.

NaWaRo = Nachwachsende Rohstoffe

Quelle: Raschka et al (2012)



Das weltweite Biomasseaufkommen aus Agrar- und Forstwirtschaft in 2008 wird von Raschka et al. (2012) mit 13 Mrd. Tonnen beziffert. Während davon 58 % als Futtermittel verwendet werden, entfallen lediglich 15 % auf Nahrungsmittel, 21 % in etwa zu gleichen Anteilen auf die stoffliche und energetische Holznutzung und jeweils 3 % auf die stoffliche und energetische Nutzung Nachwachsender Rohstoffe.

Der Nutzungsdruck auf die globalen Flächen wird aufgrund zunehmend ressourcenintensiver Konsumweisen der Industrieländer und der sich entwickelnden Länder, der globalen demographischen Entwicklungen⁴ sowie der Wirkungen von Klimawandel und Verknappung von produktiven Landflächen weiter ansteigen (UNEP, 2012).

2.2 FLÄCHENNUTZUNG FÜR ERNÄHRUNG

Weltweit stehen heute pro Kopf 0,72 ha Landwirtschaftsfläche zur Verfügung. Während sich die Weltgetreideerträge in den vergangenen fünf Jahrzehnten mehr als verdoppelt haben, ist die zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Fläche pro Person im selben Zeitraum deutlich gesunken. Dramatisch ist dieser Verlauf besonders in Afrika. Der Rückgang in vielen Entwicklungsländern geht vor allem auf das starke Bevölkerungswachstum zurück – dieses überdeckt die moderate Flächenausweitung. Obwohl die Entwicklungsländer über den Großteil der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen verfügen, beträgt dort die pro Person zur Verfügung stehende Ackerfläche in 2010 mit knapp 0,2 ha pro Kopf weniger als die Hälfte derjenigen in entwickelten Ländern (Bruinsma, 2009). Prognosen bis 2050 zeigen weiterhin eine weltweit abnehmende Flächenverfügbarkeit pro Kopf (Foresight, 2011).

Die Zuwachsraten in den Getreideerträgen liegen mit nur noch 0,5-1 % pro Jahr bestenfalls etwa bei der Hälfte der vergangenen Jahrzehnte (Bruinsma, 2009). Neben den verfügbaren landwirtschaftlichen Flächen spielt auch der spezifische Flächenbedarf zur Produktion von Lebensmitteln eine Rolle. Die zur Produktion benötigte Ackerfläche verschiedener pflanzlicher Lebensmittel variiert in den einzelnen Weltregionen in Abhängigkeit von

den jeweiligen Standortbedingungen und Anbauintensitäten wie Bodenqualität, Klima, Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenbehandlungsmitteln sehr stark (von Körber, et al., 2009).

Um den für 2050 erwarteten Nahrungsbedarf von 9 Mrd. Menschen zu decken, müssen nach FAO-Prognosen global 70 % mehr Lebensmittel produziert werden als heute. Unter Annahme der mittleren Prognose der Bevölkerungsentwicklung bedeutet dies, dass die Industrieländer und die sich entwickelnden Länder einen Zuwachs von 23 % benötigen, Entwicklungsländer dagegen einen Zuwachs von 97 % (Bruinsma, 2009). Zentrale Herausforderung dabei wird sein, Produktivitätssteigerungen auf ökologisch und sozial nachhaltige Weise zu erzielen (zur Nutzung zusätzlicher Flächenpotentiale s. Kap 5).

Nach Angaben der Landwirtschafts- und Ernährungsorganisation (FAO) waren im Jahr 2009 weltweit 1,023 Milliarden Menschen unterernährt (FAO, 2010a). Die landwirtschaftliche Produktion würde rein rechnerisch theoretisch ausreichen, um alle Menschen der Welt zu ernähren. Die Kalorienmenge, die jedem Menschen täglich zur Verfügung steht, stieg von 2.200 Kilokalorien (kcal) Anfang der 1960er Jahre auf 2.790 kcal in den Jahren 2006-2008. In den Entwicklungsländern

Fleischverbrauch ausgewählter Länder 1980 und 2005 in kg pro Kopf und Jahr			
TAB. 1:			
	1980	2005	Veränderung in %
Industrieländer	76,3	82,1	7,6
Entwicklungsländer	14,1	30,9	119,1
China	13,7	59,5	334,0
Lateinamerika und Karibik	41,1	61,9	50,6
Indien	3,7	5,1	38,0
Afrika (Subsahara)	14,4	13,3	-7,6
WELT	30,0	41,2	37,3

Quelle: nach FAO (2009a)



erhöhte sie sich sogar von 1.850 kcal auf 2.640 kcal im selben Zeitraum (FAO 2012a). Das zeigt, dass ein evidentes Verteilungsproblem besteht; Hunger ist vorrangig ein Armutsproblem, also des Zugangs zu Nahrung. 2011 wurde bei der Weltgetreideproduktion ein Hoch von 2.325 Mio. Tonnen erzielt, 3,7% mehr als im Vorjahr. Nur 46% des Getreides wurde zur Ernährung genutzt, 34% wurde als Tierfutter verwendet und der Rest zu Treibstoff oder anderen Industrieprodukten verarbeitet (FAO, 2011).

Die Produktion und der Konsum von Fleisch sind in den letzten Jahrzehnten weltweit stark angestiegen. Von 1970 – 2009 verdreifachte sich die Fleischproduktion von knapp über 100 Mio. Tonnen auf etwa 300 Mio. Tonnen. Eine Trendumkehr ist nicht in Sicht. Weltweit werden mehr als 1,4 Mrd. Rinder, 1 Mrd. Schafe, 1 Mrd. Schweine und 19 Mrd. Hühner gehalten (FAO, 2012). Die Viehwirtschaft benötigt bereits heute 1/3 der weltweiten Landoberfläche durch den Bedarf an

des, besonders in Trockengebieten, eignet sich zu keiner anderen landwirtschaftlichen Nutzung als für extensive Weidehaltung. Wo Tiere Gras und Pflanzenteile fressen, die zur direkten menschlichen Ernährung nicht geeignet sind, erhöhen sie das Lebensmittelangebot, sie liefern Dung, können als Zug- und Lasttiere eingesetzt werden, sie können Abfälle und agrarische Bei- oder Koppelprodukte verwerten. Auf der anderen Seite stellt die Übernutzung der Weideflächen in einigen Gegenden der Welt durch traditionelle Tierhaltung ein ernsthaftes Problem dar. Für Weideland als Futtergrundlage sind in vielen Regionen natürliche Ökosysteme in großem Umfang zerstört worden, die Tierproduktion ist der Haupttreiber der Entwaldung.

Intensivtierhaltung in Ställen kommt hingegen ohne Weideland aus. Die Kehrseite der modernen Verfahren der Intensivtierhaltung ist heute ihre starke Abhängigkeit von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen wie Mais, Soja, Weizen und anderen Getreidearten, die auch in der menschlichen Ernährung eingesetzt werden. Dies gilt nicht nur für die Schweine- und Geflügelproduktion der Industriestaaten, die i. d. R. auf Getreidebasis gemästet werden, sondern auch für die Rindfleisch- und Milchproduktion. Weltweit wird allein der Anteil der Getreideflächen für die Tierfütterung auf 470 Mio. ha geschätzt, dies entspricht etwa 33% der globalen Ackerflächen (Steinfeld, et al., 2006). Raschka et al. (2012) berechnen, dass 58% des globalen Biomasseaufwuchses aus Acker und Weideland für die Tierproduktion benötigt werden. Mit Blick auf die Verwendung der pflanzlichen Biomasse steht die Tierproduktion in besonderer Konkurrenz zur menschlichen Ernährung und der globalen Ernährungssicherung.

**Von 1970 – 2009
verdreifachte sich die
Fleischproduktion von
knapp über 100 Mio.
Tonnen auf etwa
300 Mio. Tonnen.**

Weide- und Ackerland (Steinfeld, et al., 2006). Mit der Tierhaltung können auf der einen Seite Flächenressourcen, die keine alternative Nutzungsoptionen bzw. Verwertung haben, genutzt werden. Ein Großteil des Weidelan-

Exkurs zur Bedeutung von Aquakultur und Fischfang für die Ernährung

Aquakultur ist der am schnellsten wachsende Sektor tierischer Nahrungsmittel und trägt mit gut einem Drittel zum globalen Fischangebot bei. Das Angebot aus Fang und Aquakultur beträgt 140 Mio. Tonnen (2008), und ist in den letzten 50 Jahren um das Fünffache angestiegen. Das pro Kopf-Angebot (2009) liegt global bei 17,2 kg/Jahr. Weltweit werden heute über 200 Fischarten, Muscheln, Krustentiere, Reptilien, Amphibien und Algenarten außerhalb ihrer natürlichen Lebensräume für die internationalen Märkte gezüchtet. Die meisten dieser Arten sind Flossenfische, gefolgt von Weich- und Krebstieren. (FAO, 2010d).

Besonders stark in der Aquakultur vertreten ist China, es folgen Indien, Japan, Philippinen, Indonesien, Thailand, Korea, Bangladesch, Vietnam und Norwegen. 90 % der weltweiten Produktionsmengen stammen aus Asien, geringe Anteile entstammen aus Europa 4 % und aus Lateinamerika 2 %.

Vorteile von Aquakulturen gegenüber traditionellem Fischfang liegen im kontinuierlichen und planbaren Aufkommen sowie in niedrigeren Preisen (der Preis für Lachs aus Aquakulturen ist seit dem Beginn der 1980er-Jahre um etwa 80 % zurückgegangen). Aquakulturen können der Überfischung der Meere entgegenwirken und eine neue Nahrungsquelle darstellen. Dies trifft allerdings nur auf einen Teil der Aquakulturen zu. Konventionelle Aquakultur bringt ökologische Probleme mit sich wie u. a. Überdüngung durch Ausscheidungen der Tiere, Einsatz von Medikamenten und Chemikalien. Erhebliche ökologische Probleme entstehen durch den Bedarf an Futtermitteln. Fischmehl und Fischöl sind für einige der in Aquakultur gehaltenen Arten als Futtermittel unersetzlich. Konzepte zur nachhaltigen Fischereiwirtschaft und die ökologische Aquakultur beschränken daher den Einsatz von Fischmehl und -öl als Futtermittel, die verwendeten Produkte dürfen zudem ausschließlich aus verarbeitetem Beifang oder den Resten der Speisefischverarbeitung stammen.



2.3 FLÄCHENNUTZUNG FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

Flächen und Mengengerüste global und in Deutschland

Die weltweite Flächenbelegung für nachwachsende Rohstoffe (Nawaro), die stofflich oder energetisch genutzt werden, beträgt für das Jahr 2008 nach aktuellen Berechnungen 155,3 Mio. ha Ackerflächen und 3,95 Mrd. ha Waldflächen (Raschka, et al., 2012). Insgesamt werden Pflanzen oder Pflanzenteile von 4,1 Mrd. ha genutzt, was auf den dominanten Anteil des Holzes zurückzuführen ist. Die Flächenanteile der stofflichen Nutzung liegen global noch leicht über denen der energetischen Biomassennutzung.

Die größten Flächenanteile an der Nawarobereitstellung für die stoffliche Nutzung mit 2,15 Mrd. ha haben neben dem Holz vor allem die Stärkepflanzen Mais und Weizen, die Ölpflanzen Ölpalme und Kokosnuss, das Zuckerrohr sowie die ausschließlich stofflich

eingesetzte Baumwolle und der Naturkautschuk. Wie die folgende Tabelle zeigt, werden für die Bereitstellung von Biomasse zur energetischen Nutzung derzeit fast 2 Mrd. ha beansprucht. Flächenmäßig spielen vor allem Holz, gefolgt von Mais und Zuckerrohr für die Bioethanolproduktion eine Rolle, gefolgt von Bambus als Brennstoff und Ölpalmfrüchten für die Biodieselproduktion. Naturfasern und Kautschuk, die im Bereich der stofflichen Nutzung mehr als 20 % ausmachen, kommen dagegen in der energetischen Nutzung nicht zum Tragen (s. Tab. 1 in Anlage 1).

Der Flächenvergleich zeigt, dass der Ackerflächenanteil für die stoffliche Nutzung wesentlich höher als für die energetische Nutzung ist. Das erklärt sich u. a. mit dem hohen Baumwollanteil von über 30 % bei der stofflichen Nutzung.

Anbauflächen global für nachwachsende Rohstoffe 2008 in Hektar (ha)			
TAB. 2:			
Anbauflächen	stoffliche Nutzung (in 1.000 ha)	energetische Nutzung (in 1.000 ha)	Summe aus stofflich + energetisch (in 1.000 ha)
Ackerflächen	100.498	54.822	155.320
Waldflächen	2.055.040	1.896.960	3.952.000
GESAMT	2.155.538	1.951.782	4.107.320

Quelle: vereinfacht nach Raschka et al. (2012) aus Gesamttabelle (s. Tabelle 1 im Anhang 1)

Unter den biogenen Energieträgern ist Brennholz maßgeblich, das 71 % der genutzten Bioenergie bereitstellt. Es folgen Holzkohle mit 7 %, Altholz („recovered wood“) mit 6 % und Reststoffe aus der Holzindustrie mit 5 %. Gegenwärtig ist Bioenergie also in erster Linie Holzenergie. Die landwirtschaftliche Produktion auf etwa 55 Mio. ha Ackerflächen trägt etwa 10 % der Bioenergie bei, dabei werden 7 % aus der energetischen Verwertung von Co-Produkten und Reststoffen generiert und etwa 3 % der globalen Bioenergie aus Energiepflanzen gewonnen. (IPPC, 2011)

Der Mengenvergleich⁵ der stofflich und energetisch genutzten Biomassekontingente zeigt, dass diese in einer ähnlichen Größenordnung liegen. Von der Gesamtmenge inkl. Holz entfallen nach Raschka et al. (2012) etwa 52 % auf die stoffliche und 48 % auf die energetische Nutzung. Bei der Betrachtung ohne Holz verschiebt sich dies nur leicht auf etwa 54 % für die stoffliche und 46 % für die energetische Nutzung (s. Abb. 1). Im Vergleich zur Nutzung von Agrarrohstoffen im Nahrungs- und Futtermittelsektor haben die Sektoren stofflicher und energetischer Nutzung zusammen

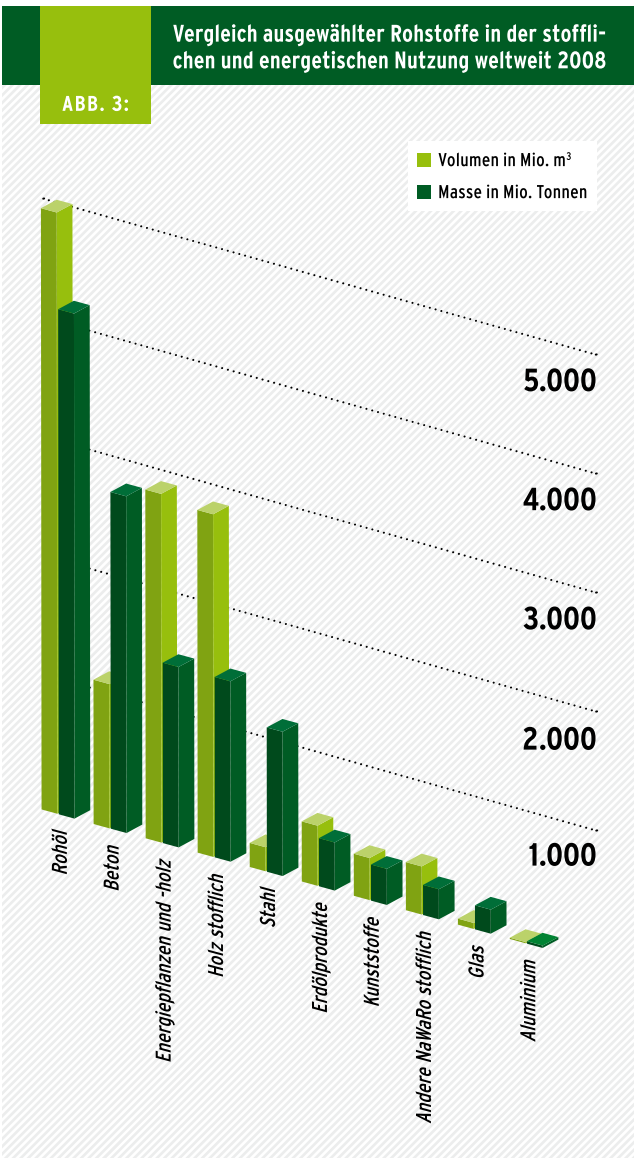
jedoch nur einen sehr geringen Anteil an der für die Biomassegewinnung genutzten Gesamtfläche, mit 7,4% für die stoffliche und nur 6,3% für die energetische Nutzung (ohne Holz).

Ein Vergleich der Volumina bzw. Massen ausgewählter Rohstoffe zeigt, dass die nachwachsenden Rohstoffe, insbesondere Holz, im Vergleich zu anderen Rohstoffen, die weltweit eingesetzt werden, einen sehr großen Anteil haben und mit anderen Rohstoffen wie Beton und Stahl in der Masse vergleichbar sind (s. Abb. 3).

Nachwachsende Rohstoffe wuchsen im Jahr 2010 in Deutschland auf über 2,1 Mio. ha Ackerfläche, das sind gut 18% der Ackerfläche Deutschlands. Zusätzlich liefern die 11,1 Mio. ha Wald – die immerhin ein Drittel der bundesdeutschen Fläche ausmachen – Holz für die Industrie und die Energieversorgung.

Tabelle 3 zum Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland (FNR, 2012) zeigt für das Jahr 2010 den Umfang der Flächenbelegung der stofflich und energetisch genutzten Pflanzen. Hier dominieren Energiepflanzen vom Acker mit über 1,8 Mio. ha (ca. 16% der Ackerfläche), während die stofflich genutzten Industriepflanzen nur 317.000 ha belegen. Bei den Energiepflanzen sind flächenmäßig am stärksten Ölpflanzen (Raps) und Biogaspflanzen (Mais) vertreten. Ob nachwachsende Rohstoffe energetisch oder stofflich genutzt werden, wird maßgeblich von den politischen Rahmenbedingungen beeinflusst.

Der Anbau nachwachsender Rohstoffe wird in Deutschland seit Ende der 1980er Jahre gefördert, zunächst mit dem Ziel, neue Absatzmärkte für Agrarprodukte aufzubauen. Gegen Ende der 1990er Jahre kamen der Klimaschutz und die Versorgungssicherheit im Energiebereich als politische Themen hinzu. Die Abhängigkeit vom Erdöl im Verkehrssektor machte einfache Technologien wie Biokraftstoffe der ersten Generation attraktiv. Seit der Jahrtausendwende wurde mit Hilfe verschiedener Instrumente ein umfassendes Förderinstrumentarium für die energetische Nutzung der Biomasse geschaffen (s. Kap. 4).



Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe in Deutschland 2010/2011 in Hektar (ha)			
TAB. 3:			
Rohstoff		2010 (in ha)	2011* (in ha)
INDUSTRIEPFLANZEN	Industriestärke	160.000	165.000
	Industriezucker	10.000	10.000
	Technisches Rapsöl	125.000	120.000
	Technisches Sonnenblumenöl	8.500	8.500
	Technisches Leinöl	2.500	2.500
	Pflanzenfasern	1.000	1.000
	Arznei- und Farbstoffe	10.000	10.000
	SUMME INDUSTRIEPFLANZEN	317.000	316.500
ENERGIEPFLANZEN	Rapsöl für Biodiesel/Pflanzenöl	940.000	910.000
	Pflanzen für Bioethanol	240.000	250.000
	Pflanzen für Biogas	650.000	800.000
	Pflanzen für Festbrennstoffe	4.000	6.000
	SUMME ENERGIEPFLANZEN	1.834.000	1.966.000
GESAMTANBAUFLÄCHE NACHWACHSENDER ROHSTOFFE IN ha		2.151.000	2.282.500

Quelle: verändert nach FNR (2012) (*Werte für 2011 geschätzt)



Mais – als Energiepflanze
sehr populär

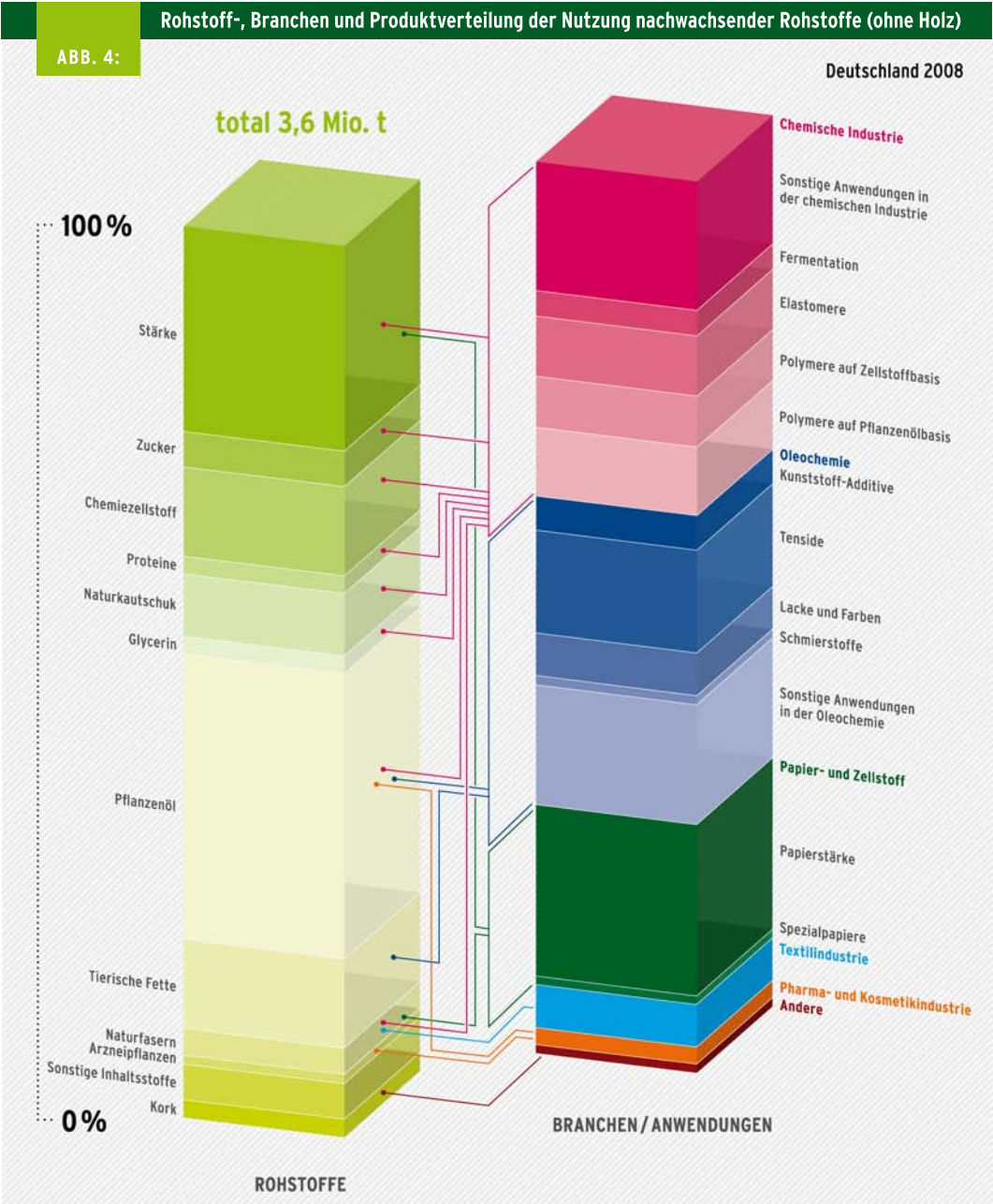
Diese finanziellen Anreize haben die energetische Nutzung von Agrar- und Forstrohstoffen attraktiv gemacht, infolge dessen die Anbauflächen für Energiepflanzen innerhalb von zehn Jahren ganz erheblich ausgedehnt wurden. Die stoffliche Nutzung, die sich auf kein entsprechendes Förderpendant stützen konnte, stagnierte im selben Zeitraum bei etwa 300.000 ha.

Grundsätzlich kann die als nachwachsender Rohstoff angebaute Biomasse rein energetisch, rein stofflich oder in einer beliebigen Mischung genutzt werden. Die politischen Rahmenbedingungen haben hierauf einen maßgeblichen Einfluss.

Stoffliche Nutzung von Biomasse nach Branchen

Die mengenmäßig größten Einsatzbereiche stofflich genutzter Biomasse in Deutschland sind die Säge- und Holzwerkstoffindustrie (36 Mio. t Holz), die Papier- und Zellstoffindustrie (ca. 7 Mio. t, geprägt von rund 6,5 Mio. t Holz), die chemische Industrie (1,7 Mio. t) sowie die Oleochemie (0,98 Mio. t). Mit wesentlich geringeren Einsatzmengen folgen die Textilindustrie (0,158 Mio. t), die Pharma- und Kosmetikindustrie (0,074 Mio. t) und etliche andere. Insgesamt werden aktuell knapp 47 Mio. t Biomasse

in Deutschland stofflich genutzt, darunter rund 43,2 Mio t. Holz und 3,6 Mio t. andere Biomasse, deren Verteilung Abbildung 4 verdeutlicht (Carus, et al., 2010). Nach Angaben des Verbandes der chemischen Industrie (VCI) basieren über 12 % der Rohstoffe in der organischen Chemie bereits auf nachwachsenden Rohstoffen. Nachwachsende Rohstoffe fanden bisher an den Stellen Verwendung, an denen die Verbindungen der Ausgangsstoffe nahe an den gewünschten Einsatzmaterialien lagen, wie z. B. bei Tensiden für Reinigungszwecke.



Quelle: Raschka et al. (2012)

Biomasse ist nahezu die einzige in überschaubaren Zeiträumen „erneuerbare“ Kohlenstoffquelle für die chemische Industrie. In der organischen Chemie ist die Nutzung fossiler Rohstoffe nach wie vor in den meisten Fällen wirtschaftlicher.

Europa ist global gesehen der Kontinent, der am stärksten von „importiertem“ Land abhängt. Die durchschnittliche Flächenbelegung in der EU beträgt 1,3 ha Hektar Kopf, während Länder wie China oder Indien weniger als 0,4 Hektar pro Kopf belegen.

Gründe hierfür sind die über Jahrzehnte auf Basis petrochemischer Rohstoffe aufgebauten und optimierten Verfahren und Wertschöpfungsketten, sowie die Verbund-Synthesewege. Industrieseitig ist die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie wünschenswert. Fraglich ist bislang, bis zu welchem Grad und in welcher Zeit ein verstärkter Einsatz nachwachsender Rohstoffe zu bewerkstelligen ist (DECHEMA, 2008). Die Bedeutung der stofflichen Biomassenutzung beschreiben Carus et al. (2010) wie folgt: „Zur Sicherung der Rohstoffbasis der deutschen Industrie sind ein umfassendes Ressourcenmanagement und eine Rohstoffdiversifizierung unter Einbeziehung von Agrarrohstoffen unverzichtbar. Dabei ist der Einsatz von Agrarrohstoffen in der Industrie so unverzichtbar wie im Lebens- und Futtermittelbereich. Die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist eine Schlüsseltechnologie zur sicheren Versorgung der Industrie mit Rohstoffen, und ihre Bedeutung wird kontinuierlich zunehmen.“ (Carus, et al., 2010 S. 18)

Traditionelle und moderne Nutzung von Bioenergie

Weltweit werden derzeit ca. $50,3 \cdot 10^{18}$ J jährlich aus Biomasse gewonnen, dies entspricht einem

Anteil von gut 10 % der globalen Primärenergieversorgung. Der Hauptanteil der Bioenergie, ca. $31 \cdot 10^{18}$ J/a der insgesamt $50,3 \cdot 10^{18}$ J/a, wird in traditionellen Nutzungsformen eingesetzt. Darunter wird die Verwendung von Holz, Holzkohle, landwirtschaftlichen Reststoffen und Dung zum Kochen und Heizen in den Ländern des Südens, den sogenannten Entwicklungsländern, verstanden. In den ärmsten Ländern werden etwa 80 % der genutzten Primärenergie aus biogenen Ressourcen gewonnen (IPCC, 2011). Vornehmlich in ländlichen Gebieten sind rund 2,7 Mrd. Menschen (etwa 40 % der Weltbevölkerung) ausschließlich auf traditionelle Biomasse zum Kochen und Heizen angewiesen (BMU, 2011 S. 89). Seit den 1980ern wird beschrieben, wie dort steigender Bevölkerungsdruck und wachsender Hunger nach Land und Brennmaterial zu vielfach irreversiblen Verlust tropischer Wälder und Degradation von Böden führen, vielfach durch Übernutzung, aber beispielsweise auch durch den Verlust an pflanzenbaulich nutzbaren Nährstoffen, wenn tierische Ausscheidungen verbrannt statt als Dünger genutzt werden.

Hinsichtlich ihrer Energieausbeute sind die traditionellen Nutzungsformen häufig sehr ineffizient („Drei-Steine-Feuer“, u. a.) und weisen hohe Schadstoffemissionen auf. Die Folge sind auch erhebliche gesundheitliche Probleme, v. a. bei Frauen und Mädchen im häuslichen Bereich, sowie eine signifikante Klimabeeinträchtigung durch Rußpartikel (sogenanntes „black carbon“).

In den frühindustrialisierten Ländern (die G 8 Staaten) trägt die moderne Bioenergie einen relativ kleinen, aber kontinuierlich wachsenden Teil zur Primärenergieversorgung bei. In den größten Schwellenländern (Brasilien, Indien, Mexiko, China, Südafrika) liegt dieser Anteil teilweise deutlich höher. Der Gesamtbeitrag moderner Bioenergieverfahren zur globalen Endenergieversorgung wird auf $6,6 \cdot 10^{18}$ J/a geschätzt, wofür ca. $11,3 \cdot 10^{18}$ J/a Primärenergie eingesetzt werden (IPCC, 2011). Viele Schwellen- und Industrieländer, darunter auch die EU, fördern die Nutzung der Bioenergie seit einigen Jahren massiv. Auf die moderne Bioenergie wird im Kap. 4 näher eingegangen.

2.4 DER GLOBALE FLÄCHENFUSSABDRUCK EUROPAS

Der Flächenbedarf Europas für die Produktion und Nutzung von Biomasse als Nahrungsmittel, als Futtermittel, als Rohstoff für die chemische Industrie und die werkstoffliche Nutzung sowie als Energieträger geht weit über die Grenzen Europas hinaus. Er kann als globaler Flächenfußabdruck dargestellt werden.

Der globale Flächenfußabdruck ist ein Indikator des Ressourcen- und Flächenverbrauchs für land- und forstwirtschaftliche Produkte. Der Flächenfußabdruck setzt sich zusammen aus der Fläche, die innerhalb eines Staates genutzt wird für die inländische Produktion land- und forstwirtschaftlicher Produkte und der Fläche, die im Ausland für importierte Waren (wie z. B. Nahrungsmittel, Kleidung, Zellstoff, etc.) beansprucht wird, abzüglich der Fläche, die für Exporte benötigt wurde.

Europa ist der Kontinent, der am stärksten von „importiertem Land“ abhängt. Über 50 % der für die Produktion von in Europa konsumierten Agrar- und Forstgütern benötigten Fläche liegt außerhalb des europäischen Kontinents. Die durchschnittliche Flächenbelegung der EU liegt bei 1,3 ha pro Kopf, während Länder wie China und Indien weniger als 0,4 ha pro Kopf belegen (Lugschitz, et al., 2011). Der hohe Konsum von Fleisch und Milchprodukten, Holz und anderer Forstprodukte, für deren Produktion große Landflächen benötigt werden,

bewirkt, dass der Flächenabdruck der EU mit 640 Mio. ha der zweitgrößte der Welt ist, direkt nach den USA mit 900 Mio. ha Fußabdruck. Der EU folgen China (500 Mio. ha) und die ehemaligen GUS-Staaten (330 Mio. ha).

In Europa liegen sechs der zehn am stärksten Flächen importierenden Länder, darunter Deutschland, UK⁶, Italien, Frankreich, die Niederlande und Spanien. Innerhalb Europas ist Deutschland der zweitgrößte Importeur von Agrargütern, bei den Exporten steht Deutschland an dritter Stelle. Deutschland und UK importieren jeweils 80 Mio. ha pro Jahr. Davon kommen jeweils 10 Mio. ha aus anderen EU-Staaten, während der größte Anteil, die verbleibenden 70 Mio. ha, von außerhalb Europas kommen. Diese Zahlen verdeutlichen, dass das hohe Konsumniveau in Europa von einer erheblichen indirekten Flächeninanspruchnahme in Regionen außerhalb Europas abhängig ist. Allein für ihre Sojaimporte belegt die EU 15 Mio. ha außerhalb Europas, 13 Mio. ha davon in Südamerika. Die Nachfrage der EU nach Soja ist maßgeblich für den Umwandlungsdruck auf natürliche Lebensräume in diesen Ländern mit verantwortlich.

Aus Gründen der inter- und intragenerationellen Gerechtigkeit muss der Flächenfußabdruck Europas verringert werden. Hierfür müssen politische Ziele gesetzt und Maßnahmen ergriffen werden.

³ Nach der Definition der FAO sind Primärwälder Wälder ohne sichtbaren Einfluss durch den Menschen und solche Wälder, deren ökologischen Prozesse nicht signifikant gestört sind (FAO, 2010b).

³ Da hier nur die statistisch erfasste Holzentnahme Berücksichtigung findet, kann die Nutzung als Feuerholz noch dominant sein.

⁴ Die Weltbevölkerung wird ausgehend von 7 Milliarden Menschen heute bis 2050 mit etwa 9 Milliarden Menschen nach neuesten UN-Prognosen der Höhepunkt erreichen. Die Bevölkerungsentwicklung

hat auf Urbanisierung und ländliche Entwicklung gravierende Auswirkungen. Noch halten sich, global betrachtet, städtische und ländliche Bevölkerung in etwa die Waage, allerdings wird die städtische Bevölkerung rapide zunehmen, während die ländliche abnimmt. Das hat u. a. Auswirkungen auf die Produktion von Lebensmitteln, auf die Infrastruktur der Städte und die Energieversorgung.

⁵ Aus der Originaltabelle, s. Anhang

⁶ UK – United Kingdom, Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland

3.

Globale Trends und Umweltwirkungen der Landnutzung





3.1 KLIMAÄNDERUNG DURCH UMWANDLUNG NATÜRLICHER ÖKOSYSTEME

Bedeutung der Wälder als Rohstoffquelle und Kohlenstoffsенke

Wälder erfüllen im globalen wie nationalen Maßstab vielfältige Funktionen. Sie sind Lebensraum für schätzungsweise 80 % der an Land lebenden Flora und Fauna und somit entscheidend für den Erhalt der globalen Biodiversität (UNEP, FAO, UNFF, 2009). Rund 1,6 Mrd. Menschen, darunter vor allem indigene Völker, sind von Waldökosystemen als Lebensgrundlage, insbesondere als Lebensraum und Ernährungsbasis, abhängig (UN, 2011). Die fortschreitende globale Entwaldung, Degradierung von Wäldern und zunehmende Fragmentierung von Waldgebieten zerstören diese Natur- und Lebensräume häufig unwiederbringlich (FAO, 2011). Darüber hinaus fungieren Wälder als Schutz- und Pufferzone. Waldökosysteme tragen regional zur Regulierung des Klimas bei, filtern und speichern Niederschlag und leisten somit einen entscheidenden Beitrag zur Wasserversorgung und schützen vor Hochwasser, Erosion und Lawinen/Steinschlag (UNEP, FAO, UNFF, 2009). Zudem sind Wälder ein wesentliches Glied im globalen Kohlenstoffkreislauf. Schätzungsweise 283 Gigatonnen (Gt) Kohlenstoff sind alleine in der Biomasse plus 38 Gt im Totholz der Wälder global gebunden (FAO, 2011). Zählt man den Kohlenstoff der obersten 30 cm des Bodens und der Streuauflage hinzu (rund 317 Gt), so kann der Kohlenstoffgehalt der globalen Waldökosysteme auf rund 638 Gt Kohlenstoff geschätzt werden. Dies ist mehr als der gesamte Kohlenstoff in der Atmosphäre (FAO, 2011).

den Nutzungsdruck auf Wälder, wenn nicht gleichzeitig in anderen Bereichen die Nachfrage nach Holz sinkt. Der erhöhte Nutzungsdruck birgt die Gefahr der Übernutzung bis hin zur Rodung bereits bewirtschafteter Wälder oder der erstmaligen Nutzung von Primärwäldern. Die Übernutzung führt dabei zur deutlichen Reduzierung der Leistungsfähigkeit der Wälder, insbesondere hinsichtlich der Nährstoffkreisläufe und des Schutzes der Biodiversität (vgl. z. B. EEA, 2008; Meiwes, et al., 2008; SRU, 2012). Durch Rodung oder Kahlschlag der Wälder gehen durch Erosion zudem fruchtbare Böden verloren, was wiederum zu Nährstoffbelastungen von Gewässern bis hin zu den Meeren führt. Der durch die Photosynthese in der Waldbiomasse gespeicherte Kohlenstoff, der in den Boden überführt wird und dort als Humus oder unter Sauerstoffabschluss als Torf festliegt, kann über einen Zeitraum von mehreren hundert bis tausend Jahren gespeichert bleiben (Kohlenstoffsенke). Atmung, Zersetzung, Ernte, Feuer und anderes führen wieder zur Freisetzung (Quelle) des in der Biomasse gespeicherten Kohlenstoffs. Überwiegen die Festlegungen von CO₂ die Emissionen, ist die betrachtete Fläche eine Netto CO₂ Senke und umgekehrt. Ein Speicher ist folglich immer eine potenzielle Quelle.

Die voranschreitende globale Entwaldung und Degradierung der Wälder ist eine der größten CO₂-Emissionsquellen, mit ca. 18 % der globalen Emissionen (IPCC, 2007b). Da die Entwaldung vor allem in tropischen Regionen mit einem hohen Anteil der globalen Biodiversität erfolgt, besteht hier doppelter Handlungsbedarf. So betrug im Jahr 2005 die Treibhausgasemissionen Brasiliens aus dem Bereich Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft allein für das Amazonasgebiet rund 845 Mio. Tonnen CO₂ (Brazilian Ministry of Science and Technology, 2010). Dies kommt von der Größenordnung nahe an die gesamten Treibhausgasemission Deutschlands ran (lediglich rund 70 Mio. Tonnen weniger), die im Jahr 2009 bei 912 Mio. Tonnen lagen (Umweltbundesamt, 2011).

Die voranschreitende globale Entwaldung und Degradierung der Wälder ist eine der größten CO₂-Emissionsquellen, mit ca. 18 % der globalen Emissionen.

Die verstärkte Nachfrage nach Holz durch den vermehrten Ersatz fossiler Rohstoffe erhöht

Auch der Schutz der borealen Wälder ist aus Sicht der Vermeidung von CO₂-Emissionen



von besonderer Bedeutung, da hier insbesondere durch den hohen Kohlenstoffanteil im Boden die höchsten Kohlenstoffvorräte global vorhanden sind (IPCC, 2000). Auch Deutschlands Wälder laufen aktuell Gefahr, sich von einer Kohlenstoffs Senke zur Quelle zu entwickeln. Betrug die jährliche Senkenleistung der deutschen Wälder 1990 noch rund 80 Millionen Tonnen, nimmt sie seitdem kontinuierlich ab und liegt derzeit bei schätzungsweise 25 Mio. Tonnen Kohlendioxid (Umweltbundesamt, 2011). Ein entscheidender Grund für die deutliche Reduktion der Senkenleistung ist in der veränderten Vorratsstruktur der Wälder zu sehen. So wurde insbesondere nach der zweiten Bundeswaldinventur die jährliche Nutzung von Holz immer mehr dem jährlichen Zuwachs an Waldholz angeglichen, so dass die Zunahme des Holzvorrats und damit auch die Zunahme des Kohlenstoffvorrats in den Waldbeständen sich deutlich verlangsamt haben. Heute werden schätzungsweise bereits 90 % des jährlichen Zuwachses an Waldholz genutzt (SRU, 2012).

Nach neuesten Erkenntnissen des von Thünen Institut (vTI) (Rüter, et al., 2011) wird die Senkenfunktion der deutschen Wälder bis 2020 auf 2,1 Mio. Tonnen CO₂ abnehmen, wenn man die Annahmen des Business as usual (BAU) Szenarios des Waldentwicklungs- und Holzaufkommens-Modell (WEHAM) des vTI zugrundelegt. Dies sieht vor, dass bis 2020 die jährliche Holznutzung dem jährlichen Zuwachs entsprechen soll, welcher bei rund 100 Mio. Vorratsfestmeter

liegen wird. Diese Nutzung ist auch in der Waldstrategie 2020 der Bundesregierung als Zielmarke für 2020 angegeben (Bundesregierung, 2011). Sollten die in dem Szenario zugrunde gelegten Annahmen nicht zutreffen oder aber eine Abnahme des Holzvorrates durch verstärkte Nutzung, wie teilweise bereits gefordert wird, um die sich abzeichnende Versorgungslücke mit Rohholz zu schließen, erfolgen, besteht die Gefahr, dass Deutschlands Wälder zu Kohlenstoffquellen werden. Denn andere Szenario-Rechnungen (Rüter et al., 2011) zeigen, dass eine verstärkte Nutzung, Verkürzung der Umtriebszeiten und Absenkung des Holzvorrats auf das Niveau der ersten Bundeswaldinventur (1987) zu CO₂-Emissionen von jährlich 22,7 Mio. Tonnen CO₂ im Zeitraum 2013-2020 führen würden. Hier zeigt sich ein potenzieller Zielkonflikt zwischen Waldnutzung einerseits und Klimaschutz andererseits. Hierauf geht auch der SRU in seinem aktuellen Gutachten detailliert ein und fordert beispielsweise eine Nutzungsobergrenze oder ein höheres Bestandesalter für Deutschlands Wälder (SRU, 2012).

Auch der IPCC zeigt, dass ein Nutzungsverzicht bzw. Waldschutz einen höheren Beitrag zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen leistet als die Nutzung (IPCC, 2000). Für bereits in Nutzung befindliche Wälder besteht hingegen noch großes Potenzial zur Minderung der Emission durch eine konsequente nachhaltige Bewirtschaftung mit hohen ökologischen Standards (ebenda).

Beitrag der agrarischen Landnutzung zum Klimawandel

Die agrarische Landnutzung trägt global mit ca. 15 % der Gesamtemission von Klimagasen in etwa im gleichen Umfang zum Klimawandel bei wie die Entwaldung. Da die Entwaldung meist der Gewinnung neuer landwirtschaftlich nutzbarer Flächen dient, kann der Anteil der Landwirtschaft (einschließlich Landnutzungsänderungen) am globalen Treibhauseffekt auf ca. 30 % veranschlagt werden. Dies verdeutlicht, dass eine 80 %-ige Minderung an THG-Emissionen ohne einen substanziellen Beitrag der Landwirtschaft nicht möglich ist. Der Klimawandel hat substanzielle Auswirkungen auf die globale Biomasseproduktion, denn der Temperaturanstieg beeinflusst alle dafür wesentlichen Faktoren: Niederschläge, Wasserverfügbarkeit, Wetterextreme und Anstieg des Meeresspiegels. Der Klimawandel wird aller Voraussicht nach zu Ertragsrückgängen in Australien, Indien und Teilen Afrikas führen. Inwieweit sich das mit Ertragssteigerungen in Nordeuropa, Nordasien und -amerika ausgleichen lässt, ist derzeit noch umstritten. (IPCC, 2007)

Im Kontext der Biomassedebatte ist der Boden ein maßgeblicher Klimafaktor. Die Kohlenstoff-Speicherkapazität des Bodens übertrifft mit 2.300 Gt die der globalen Vegetationsdecke um das Drei- bis Vierfache. Allein in Europa sind 70 Milliarden Tonnen CO₂ in der Erde gebunden. Rund ein Drittel des durch den Menschen verursachten atmosphärischen CO₂-Anstiegs über den Zeitraum von 1989 bis 1998 sind auf Veränderungen in der Landnutzung zurückzuführen (IPCC, 2007). Umgekehrt könnten aber die Bewahrung und neue Einlagerung von Kohlenstoff im Boden den Klimawandel sogar abmildern – und zugleich die Fruchtbarkeit erhöhen. Die Auswirkungen des Klimawandels betreffen überproportional die Entwicklungsländer und die Armen innerhalb aller Länder. Bestehende Ungleichheiten werden verschärft, dies betrifft vor allem den Gesundheitszustand, den Zugang zu Nahrung, zu sauberem Wasser und anderen Ressourcen. Besonders betroffen in ihrer Existenzgrundlage sind Kleinbauern und Subsistenzlandwirte in den niederen Breiten durch veränderte Wetterlagen, Meeresspiegelanstieg und Extremwetterereignisse (WBGU, 2007).

3.2 STEIGENDER DRUCK AUF DIE NATÜRLICHEN RESSOURCEN

Bodendegradation

Fruchtbare und gesunde Böden sind eine der wertvollsten natürlichen Ressourcen, die wir besitzen. Sie sind nicht nur Produktionsbasis für die Nahrungs-, Futtermittel und nachwachsende Rohstoffe, sondern auch hinsichtlich ihrer Ökosystemdienstleistungsfunktion unverzichtbar. So filtern sie zum Schutz des Grundwassers Schadstoffe, speichern Nährstoffe und spielen als Lebensraum für Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen eine herausragende Rolle für den Erhalt der Biodiversität. Weltweit speichern Böden etwa dreimal mehr Kohlenstoff als alle Bäume, Sträucher und Gräser zusammen und sind als nach den Weltmeeren zweitgrößter aktiver Kohlenstoffspeicher der Erde eminent bedeutsam für das Klima. Der sorgsame Umgang mit der Ressource Boden ist wichtig, da die Menge der fruchtbaren Böden auf der Erde begrenzt und – zumindest wenn man in menschlichen Zeitkategorien denkt – nicht erneuerbar ist.

Die Bodenneubildungsrate ist extrem gering: Auf knapp 4000 Jahre wird die Zeitspanne beziffert, die für die Bildung von 20 Zentimetern landwirtschaftlich nutzbarem Boden notwendig ist (Bai, et al., 2008). Eine aktive Bodensanierung durch den Menschen ist nicht in allen Fällen möglich und immer mit einem erheblichen Arbeits- und Kapitalaufwand verbunden.

Die Gefährdungsformen unserer Böden sind vielfältig. Dazu zählen die Wind- und Wassererosion, die Bodenverdichtung, die Bodenversalzung, die Bodenversauerung, der Verlust organischer Bodensubstanz und die Nährstoffverarmung der Böden, die alle häufig direkte Folgen einer nicht nachhaltigen Bodenbewirtschaftung sind.

Hinzu kommen die Kontamination der Böden mit organischen und anorganischen Schadstoffen und die Zersiedelung und Bodenver-

siegelung. Mit Bodenversiegelung ist die Überbauung des Bodens mit Infrastrukturflächen (Straßen, Parkplätze) und Gebäuden gemeint. Zersiedelte Flächen gehen auf absehbare Zeit der Landwirtschaft verloren und versiegelte Böden haben selbst nach einem Rückbau der Gebäude oder Infrastrukturen den größten Teil ihrer natürlichen Bodenfruchtbarkeit für längere Zeit eingebüßt. Bemerkenswert ist, dass die Zersiedelung und Bodenversiegelung nicht nur weltweit aufgrund eines raschen Bevölkerungswachstums auf dem Vormarsch ist, sondern auch in Ländern, in denen die Bevölkerung stagniert oder sogar schrumpft nicht zum Stillstand kommt.

In Deutschland beispielsweise ist die Bevölkerungszahl zwischen 2004 und 2010 geschrumpft und dennoch lag die zusätzliche Zersiedelung für diesen Zeitraum bei etwa 100 ha pro Tag. Sie hat sich zwar aufgrund des demographischen Wandels und der wirtschaftlichen Entwicklung reduziert und liegt aktuell bei knapp 80 ha pro Tag, doch auch dieser Wert ist immer noch zu hoch und deutlich vom Ziel der Bundesregierung für das Jahr 2020 von 30 ha pro Tag entfernt. Etwa 38 % der neu zersiedelten Flächen werden dabei auch überbaut oder versiegelt und büßen damit ihre natürliche Fruchtbarkeit unwiederbringlich ein

Eine exakte Schätzung der globalen Situation zur Bodendegradation ist aufgrund der unzureichenden Datenlage schwierig. Verbesserungen der Datenlage sind durch das Projekt „Economy of Land Degradation“ zu erwarten, welches auf der Grundlage der Veröffentlichung von Nkonya et al. (2011) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) 2012 gestartet wurde.

Als sicher kann jedoch gelten, dass der Zustand und die Perspektiven für die Böden weltweit besorgniserregend sind. Die Vereinten Nationen schätzen im Millennium Ecosystem Assessment Report, dass zwischen 1950 und 1990 bereits ein Drittel aller fruchtbaren Böden weltweit von Degradation betroffen sind. Haupttreiber waren weltweit die Wasser- und Winderosion (Oldeman, 1994). Die Erosionsraten auf landwirtschaftlichen Flächen sind um ein bis zwei Größenordnungen höher als unter natürlicher Vegetation und ebenfalls um ein bis zwei Größenordnungen

höher als die natürliche Bodenneubildung (Montgomery, 2007). Der jährliche Bodenverlust in der Summe aller Degradationsformen wird auf etwa 10 Millionen ha beziffert (Pimentel, 2006).

Bereits jetzt sind 1 bis 1,5 Milliarden Menschen und damit zwischen 15 und 20 % der Weltbevölkerung direkt von Bodendegradation betroffen (Bai, et al., 2007). Bodendegradation senkt das Ertragspotenzial der landwirtschaftlich genutzten Flächen deutlich. Für Afrika wird geschätzt, dass die Erträge aufgrund von Bodenerosion im Schnitt um 8,2 % zurückgegangen sind (Stand 1995), bei gleichbleibenden Erosionsraten wird das Ertragspotenzial in Afrika bis 2020 vermutlich sogar um 16,5 % sinken (Lal, 1995). Dadurch wird der Teufelskreis aus Armut, Übernutzung und Bodendegradation weiter angeheizt, wobei bereits jetzt ein Zusammenhang zwischen Armut und Bodendegradation erkennbar ist (FAO, 2011c). Armut, Bodendegradation, aber auch Klimaveränderungen wirken sich somit additiv negativ auf den Landnutzungsdruck aus.





Biodiversitätsverlust

Weltweit gibt es nach diversen Quellen zwischen 5 und 30 Mio. Tier- und Pflanzenarten. Der größte Anteil davon lebt im Wald, darunter stark bedrohte oder kurz vor dem Aussterben stehende Arten. Die tropischen Regenwälder nehmen zwar nur noch 6% der Landoberfläche ein, dennoch lebt in ihnen die Hälfte aller Arten weltweit. Die Lebensgemeinschaften dieser Wälder sind bislang weitgehend unerforscht, unzählige Arten sind noch unbekannt. Über die Biodiversität in landwirtschaftlichen Böden (Bodentiere, Pilze, Algen und Mikroben) liegen bisher nur punktuelle Informationen vor. Europäische Studien zeigen eine erstaunliche Ähnlichkeit der Ausprägungen von Nahrungsnetzen in Abhängigkeit der Intensität der Landnutzung (Hedlund et al., 2012).

Um die steigende Nachfrage nach Rohstoffen aus dem Agrar- und Forstbereich zu befriedigen, werden direkt und indirekt naturnahe und artenreiche Habitate in Ackerland und Weideland oder Plantagen umgewandelt. Die land- und forstwirtschaftlich motivierte Konversion von natürlichen und naturnahen Ökosystemen, darunter Primärwälder, gilt als Hauptgrund für den zunehmenden Artenschwund. Wenn zusammenhängende Ökosysteme durch großflächige Rodungen aufgebrochen werden und nur noch Primärwaldinseln verbleiben, wer-

den die vernetzten Lebensgemeinschaften zusammenbrechen und den Artenschwund unumkehrbar beschleunigen. Auch in Europa führt der Umbruch von Grünland und Brachland für die Steigerung der Biomasseproduktion zu weiteren Biodiversitätsverlusten. Aber auch die verstärkte Intensivierung der land- und forstwirtschaftlichen Produktion führt zum Verlust von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen. Die hohen Einträge von Pflanzenschutz- und Düngemitteln in die Umwelt, über den Ort der Anwendung hinaus, bedrohen viele naturnahe Ökosysteme dauerhaft in ihrer Existenz. Die Begrenzung dieser landwirtschaftlichen Stoffflüsse ist somit ein entscheidender Schritt zum Schutz der biologischen Vielfalt.

Die Biodiversität ist zusätzlich stark und in steigendem Maße vom Klimawandel betroffen. Es ist davon auszugehen, dass die Artenvielfalt durch die Auswirkungen des Klimawandels insgesamt deutlich verringert wird. Insbesondere sind Arten naturnaher Biotope betroffen, die wegen geringer Fähigkeit zur Ausbreitung oder mangelnder Vernetzung der Lebensräume keine räumlichen Ausweichmöglichkeiten haben.

Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen bestimmt der Mensch die Artenzusammensetzung. Die Ackernutzung bietet wegen des



jährlichen Anbauhythmus gute Möglichkeiten, sich in der Auswahl der Anbaufrüchte und -sorten dem verändernden Klima anzupassen. Auch in der Tierhaltung überwiegen kurze Nutzungszyklen (wenige Monate oder Jahre). Die Steigerung der Vielfalt der Pflanzen- und Tierarten und ihrer genetischen Profile verbessert die Möglichkeiten, den Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen. Eine reiche Agrobiodiversität, die z. B. trockenheitsresistente, krankheits- oder überflutungsresistente oder in anderer Hinsicht stressunempfindliche Pflanzenarten und Agrarökosysteme einbezieht, verringert das Risiko von Ernteausfällen. Gleichzeitig eröffnen alternative Pflanzen neue Nutzungsmöglichkeiten.

Eine vorrangige Aufgabe ist es daher, sowohl das Spektrum an Nutzpflanzen und -tierarten als auch ihre innerartliche Variabilität zu bewahren und zu erhöhen. Dies geschieht am besten in-situ, da sich die Lebewesen so am schnellsten an die sich verändernden Umweltbedingungen anpassen. Genmanipulierte Pflanzen zur Steigerung der Biomasseerträge einzusetzen dürfte kein Ausweg sein. Sie sind meist nur gegen einen oder wenige Stressfaktoren resistent, können aber nicht flexibel auf veränderliche Umweltfaktoren reagieren. Außerdem ist ihr Einsatz kritisch zu sehen, weil die Wirkungen auf die Biodiversität

nicht genau bekannt sind. Zudem muss beim Anbau fremdländischer Arten Invasivität geprüft werden.

Weiterhin ist eine synergistische Umsetzung der internationalen Konvention zu Genetischen Ressourcen von Pflanzen (International Treaty for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture) mit UNCCD, CBD und UNFCCC anzustreben (Vohland, 2008).

Wasserkonkurrenzen

Die standortspezifische Wasserverfügbarkeit ist einer der limitierenden Faktoren für die Biomasseproduktion. Gegenwärtig ist die Landwirtschaft der größte Wassernutzer weltweit, schon heute werden 70 % des insgesamt genutzten Wassers zur landwirtschaftlichen Bewässerung eingesetzt, davon der allergrößte Teil in den sog. Entwicklungsländern. Dem hohen landwirtschaftlichen Wasserverbrauch stehen der Bedarf an Trinkwasser und die steigende Nachfrage der Industrie gegenüber.

Der Wasserbedarf der Landwirtschaft zur Lebensmittelproduktion wird parallel zur Bevölkerungsentwicklung bis 2050 erheblich ansteigen. Die wachsende Weltbevölkerung und die zu erwartenden negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die regionale Wasserverfügbarkeit werden die Konkurrenzen um Wasser künftig noch verstärken. Konflikte werden sich v. a. in Regionen zuspitzen, in denen bereits heute die Grenze zur Ausschöpfung der Wasserressourcen erreicht ist und/oder in denen die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung aufgrund unregelmäßiger Wasserverteilung bzw. ungenügender Wasserbewirtschaftung nicht sichergestellt ist. In Süd-, Ost- und Südostasien sind die größten Potenziale für die Bewässerungslandwirtschaft bereits ausgeschöpft, ebenso im Nahen Osten.

Im Zusammenhang mit den vielfach weitgehend ausgeschöpften lokalen Wasserressourcen sind auch Potenzialangaben für eine Ausweitung oder Intensivierung des Biomasseanbaus wiederum kritisch zu hinterfragen. So kommt es sowohl bei großflächiger Neueinrichtung von Produktionsstandorten als auch bei der Umnutzung extensiv genutzter Flächen immer wieder zu Konflikten um die lokalen Wasserressourcen, die

selbst bei vorhandenem Flächenpotenzial den zusätzlichen Nutzungsansprüchen nicht genügen. Eine Umleitung von Wasser in neue großskalige Bewässerungssysteme im Oberlauf von Flüssen beispielsweise, oder die Anlage von grundwasserzehrenden Eukalyptusplantagen, führen dabei häufig zu Wassermangel für anliegende Nutzerinnen und Nutzer und bedrohen ihre Existenzgrundlagen. Diese Art exzessiven Zugriffs auf lokale Wasserressourcen, sei es durch land- und forstwirtschaftliche Projekte oder auch den kommerziellen Handel mit Trinkwasser, wird in einem zunehmend kritischen Diskurs auch als „Watergrab“ bezeichnet. Die Zugriffsmöglichkeit auf Wasserressourcen ist dabei in aller Regel Grundlage großflächiger Investitionen in Land und in Regionen knapper Wasserverfügbarkeit eigentliches Kriterium solcher Investitionsentscheidungen.

In Europa führen die Belastungen aus der Landwirtschaft dazu, dass ein guter Zustand vieler Grund- und Oberflächengewässer nicht erreicht wird.

Die Produktion von Biomasse ist jedoch nicht nur auf nutzbares Wasser angewiesen. Sie trägt über den intensiven Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auch selbst in erheblichem Maße zu Gewässerverschmutzungen bei. Landwirtschaftlich verursachte Einträge der Nährstoffe Stickstoff- und Phosphor eutrophieren die Meere und Oberflächengewässer weltweit, Nitrat aus Stickstoffdüngern reichert sich im Grundwasser an. In Europa führen die Belastungen aus der Landwirtschaft dazu, dass ein guter Zustand vieler Grund- und Oberflächengewässer nicht erreicht wird. Durch Eutrophierung und Versauerung wird die Gewässerökologie gefährdet, aber auch die Wassernutzung für andere Zwecke, wie z. B. die Trinkwassernutzung beeinträchtigt, da auch eine Verschlechterung der Wasserqualität die verfügbare Wassermenge reduziert.

Die künftigen Entwicklungen des außerlandwirtschaftlichen Wasserverbrauchs, der Wasserverfügbarkeit und des Klimawandels könnten sich weltweit zu einer ernsthaften Krise entwickeln, in der Wasserknappheit zu deutlichen Beeinträchtigungen in der Nahrungsproduktion, Ernährungssicherheit, Gesundheit und Umweltqualität führt.

Energie- und Rohstoffverknappung

Neben dem Verbrauch fossiler Energie der produktionsmittelintensiven Landbewirtschaftung für die Mechanisierung und Motorisierung der Verfahren liegt der wesentliche Ressourcenverbrauch im Bereich der mineralischen Düngung, vor allem von Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) und in der ebenfalls energieintensiven Produktion von Pflanzenschutzmitteln.

Die enorm hohen Ertragszuwächse in der Landwirtschaft im zurückliegenden Jahrhundert stehen in engem Zusammenhang mit einem drastisch gestiegenen Nährstoff- und Energieinput in landwirtschaftliche Produktionssysteme. In ehemals regional weitgehend geschlossene Energie- und Nährstoffkreisläufe wurden massiv externe Energie und Nährstoffe importiert. Besonders markant war diese Entwicklung im Energiebereich: Neben der eigentlichen primären Energiequelle zur Produktion von Biomasse, dem Sonnenlicht, wurde zunehmend fossile Energie direkt (über Treibstoffe, Schmiermittel und Stromverbrauch) und indirekt (über die Herstellung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln) eingespeist. Mittlerweile macht der Energiekostenanteil (selbst ohne Miteinbeziehung von Pflanzenschutzmitteln) im konventionellen Mais und Weizenanbau in Deutschland etwa 30% der Gesamtkosten aus, wobei die indirekten Energiekosten meist deutlich über den direkten Energiekosten liegen (Klepper, 2011). Nicht nur aufgrund der mit der exzessiven Inputsteigerung einhergehenden Umweltschäden (Tilman et al., 2002), sondern auch in Anbetracht der Endlichkeit und der Klimaschädlichkeit fossiler Energiequellen ist es erforderlich, dass die Biomasseproduktion sich wieder von den massiven externen Energieinputs emanzipiert. Der ökologische Landbau kann dabei Vorbildcharakter übernehmen. Zwar sind die direkten Energieinputs im Ökolandbau häufig höher, durch den Verzicht auf energieintensive Mineraldünger

und Pflanzenschutzmittel ist der indirekte Energieinput jedoch deutlich geringer, was dazu führt, dass der ökologische Ackerbau in der Gesamtbetrachtung insgesamt energieeffizienter wirtschaftet als konventionelle Anbausysteme (Mari and Changying, 2007; Williams et al., 2006).

Bei der Betrachtung der Nährstoffe nimmt der Phosphor eine besonders kritische Stellung ein, da er nicht nur eine unverzichtbare, sondern auch eine endliche Ressource ist. Bei einem vermutlich um 2,5-3 % steigenden jährlichen Verbrauch (Gilbert, 2009) wird angenommen, dass die globalen Phosphorreserven in 50-125 Jahren aufgebraucht sein werden (Cordell, Drangert et al. 2009; Gilbert, 2009). Dabei wird es zunächst zu einem Versiegen der qualitativ hochwertigen Quellen kommen, und es müssten, bei zunehmendem Aufwand, minderwertige Vorkommen ausgebeutet werden. Dies erhöht nicht nur die Kosten des Einsatzes, sondern ist auch mit der Gefahr verbunden, mit den P-Düngern unerwünschte Schadstoffe (Cadmium, Uran) auszubringen (KBU, 2012). Um dem drohenden Mangel des insbesondere für

die Landwirtschaft und Ernährung essentiellen Phosphors zu begegnen ist ein zügiges Handeln erforderlich. Lösungsansätze liegen in einer Steigerung der Nutzungseffizienz (z. B. optimierte Ausbringung und Platzierung,

Bei der Betrachtung der Nährstoffe nimmt der Phosphor eine besonders kritische Stellung ein.

geringere Aufwandmengen und Fruchtfolgegestaltung) und dem Recycling, beispielsweise aus Abwässern, Klärschlämmen, Klärschlamm- und tierischen Nebenprodukten. Die großtechnische Umsetzung ist jedoch gegenwärtig erst in wenigen Fällen erfolgt und wirtschaftlich möglich. Weitere Arbeiten sind daher notwendig, um die bestehenden technischen Probleme zu lösen und die Wirtschaftlichkeit des P-Recyclings zu verbessern.



3.3 NICHT NACHHALTIGE KONSUM- UND ERNÄHRUNGSSYSTEME ALS TREIBER

Die bestehenden Konsum- und Ernährungssysteme der Industrie- und zunehmend auch der Schwellenländer sind weitgehend globalisiert; sie basieren auf massiven Rohstoff- und Flächenimporten aus den weniger entwickelten Ländern (Flächenrucksäcke, s. S. 23). Sie verursachen massive Treibhausgasemissionen, Bodendegradationen, Umweltbelastungen durch Schadstoffe, sowie Stickstoffemissionen in Böden und Gewässer und tragen durch Landkonversion direkt und indirekt zur Zerstörung der Biodiversität bei.

Importe an Eiweißfuttermitteln und mineralische Stickstoff-Düngemitteln in die industrialisierte Landwirtschaft destabilisieren den Stickstoffkreislauf massiv. Weltweit wird etwa das Vierfache des nachhaltig vertretbaren Maßes in reaktive Stickstoffformen umgewandelt, wesentlich beteiligt daran ist die Landwirtschaft. Die Überlastung des Stickstoffkreislaufs führt weltweit zu erheblichen Umweltschäden und Kosten.

Der ökologische Fußabdruck von Ernährungsweisen

Der Indikator „Ökologischer Fußabdruck“⁷, ein ganzheitlicher Ansatz für die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit von Lebensmitteln, misst die Menge der biologisch produktiven Land- und Wasserflächen, die erforderlich sind, um alle Ressourcen, die ein Produkt, ein Individuum, ein Land, etc. verbraucht, zu produzieren und den Abfall zu absorbieren, der gleichzeitig entsteht. Der Ökologische Fußabdruck umfasst einige der Haupt-Umweltprobleme, die mit der Nahrungsmittelproduktion in Zusammenhang stehen⁸. Nach Berechnungen von Meinhold (Meinhold, 2010) zeigen die ökologischen Fußabdrücke von Lebensmitteln eine hohe Differenz zwischen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln. Vor allem Fleisch und hoch konzentrierte Lebensmittel wie zum Beispiel Käse haben einen hohen Ökologischen Fußabdruck. Produkte auf pflanzlicher Basis (bspw. Obst, Gemüse) haben im Allgemeinen einen sehr geringen Ökologischen Fußabdruck. Tierische Lebensmittel benötigen wesentlich mehr Ressourcen jeglicher Art und generieren mehr Abfall.

Die durchschnittliche Höhe des Fleischkonsums ist in Industrie- und Entwicklungsländern sehr unterschiedlich (Datenbasis 2005): Die Industrieländer, welche nur 20 % der Weltbevölkerung darstellen, verbrauchen mit durchschnittlich 82 kg/Kopf/Jahr ca. 40 % der Weltfleischproduktion. Demgegenüber liegt der Fleischverbrauch in den Entwicklungsländern bei durchschnittlich 31 kg/Kopf. Am geringsten ist der Fleischkonsum in Indien mit 5,1 kg/Kopf/Jahr mit einem moderaten Anstieg gegenüber 1980. Nur in Afrika südlich der Sahara ist der Fleischkonsum zwischen 1980 und 2005 nicht angestiegen, sondern um etwa 1kg/Kopf/Jahr auf 13 kg/Kopf/Jahr gesunken. Bis 2050 wird der Fleischkonsum nach FAO Projektionen weltweit um 85 % ansteigen, in Entwicklungsländern durchschnittlich auf 44 kg/Kopf (FAO, 2009a). Ein Vergleich des Fleischverbrauchs/Kopf (Schmidt, et al., 2010) der Bevölkerung in den EU-Mitgliedsstaaten zeigt, dass der Fleischverbrauch in Deutschland mit 88 kg/Kopf/Jahr über dem EU-Durchschnitt (82 kg) liegt. Spitzenreiter innerhalb der EU ist dabei Dänemark (111 kg/Kopf), gefolgt von Spanien und Polen.



Nahrungsmittelverbrauch pro Kopf der Bevölkerung in Deutschland 2008	
TAB. 4:	
	Verbrauch in Deutschland (in kg / Kopf)
Getreiderzeugnisse	88,3
Fleischerzeugnisse	88,2
Frischmilcherzeugnisse/Milcherzeugnisse gesamt	103,4
Gemüse und Obst	120,3
Kartoffelerzeugnisse	62,1
Zuckererzeugnisse	47,3
Hülsenfrüchte	< 1

Quelle: Statistisches Jahrbuch über Ernährung Landwirtschaft und Forsten, 2011, S. 492 ff

Durchschnittlich verursacht jeder Deutsche pro Jahr Treibhausgasemissionen in Höhe von 11 Tonnen, davon entfallen 1,5 -2 Tonnen auf die Ernährung (Schächtele, et al., 2007). Der mit Abstand höchste Anteil wird mit über 40% durch den Verzehr von tierischen Lebensmitteln verursacht, nur etwa 8% durch den Verzehr von pflanzlichen Lebensmitteln (von Körber, et al., 2009). Insgesamt beansprucht die Tierhaltung für die Fleischproduktion hohe Flächenanteile, gleichzeitig sind mit der Tierproduktion erhebliche Umweltbelastungen verbunden.

Der Fleischverbrauch pro Kopf ist in den Industrieländern wesentlich höher als in den weniger entwickelten Ländern. Ausgehend von sehr unterschiedlichen Konsumniveaus ist der Fleischverbrauch in allen Ländern mit Ausnahme Afrikas in den vergangenen Jahrzehnten stark angestiegen. Die ansteigende Futtermittelnachfrage für die steigende Tierproduktion nimmt zusätzliche Ackerflächen in Anspruch.

Flächenfreisetzung durch Veränderung der Ernährungsgewohnheiten

In diesem Abschnitt wird anhand verschiedener Studien geprüft, ob ein reduzierter Fleischverbrauch Effekte auf die globale Flächenverfügbarkeit hat. Es wird angenommen, dass die Reduktion des Fleischverbrauchs in den Industrieländern mit durchschnittlich 82 kg/Kopf/Jahr (225 gr/Tag)

neben positiven Effekten auf Umwelt und Gesundheit Flächen freisetzt, die für weitere Nutzungsoptionen zur Verfügung stehen könnten.

Verschiedene Studien haben versucht, die möglichen Effekte eines reduzierten Fleischkonsums der Industrieländer auf den globalen Nahrungsmarkt (Angebot- und Nachfragefunktionen, Preisgefügeveränderungen bzgl. Fleisch- und Getreidemärkten, bei substituierenden Nahrungsmitteln und Umfang der Flächenveränderungen und -freisetzungen, etc.) zu quantifizieren. Die Verschiedenartigkeit der spezifischen Zielstellungen und v. a. der Szenarioannahmen, der Projektionshorizonte, der Betrachtungszeiträume und der Bearbeitungstiefe der Fragestellung sowie der verwendeten Methoden und Modelltypen, führen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen hinsichtlich des Umfangs der Flächenfreisetzung. So berechnete das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ, 2008) in einer Studie Flächenpotenziale durch Ernährungsumstellung, die um den Faktor 10 und mehr über den anderen Ergebnissen durch reduzierten Fleischkonsum liegen. Aufgrund der sehr hohen Varianz der Ergebnisse besteht an dieser Stelle noch weiterer Forschungsbedarf. Im Folgenden werden drei ausgewählte Studien und eine qualitative Analyse kurz vorgestellt sowie die Ergebnisse daraus zusammenfassend dargestellt.

Rosegrant et al. (1999):

Projektionshorizont 2020, Projektionen von Entwicklungen auf die globalen Agrarmärkte bis 2020 auf der Basis des partiellen Gleichgewichtsmodells IMPACT. Referenzszenario plus Szenario mit 70 % Fleischreduktion in Industrieländern.

Ergebnisse: Rückgang der globalen Fleischpreise um 20-30 % sowie des Angebots um 13 % und Anstieg der Fleischnachfrage in Entwicklungsländern um 13 %. Futtergetreidepreise sinken bis zu 10 %, Reispreis konstant, leichter Anstieg des Weizenpreises. Getreideverbrauch pro Kopf in Entwicklungsländern bleibt weitgehend konstant, Effekte auf Kalorienverbrauch in Entwicklungsländern leicht positiv.

Stehfest et al. (2009):

Projektionshorizont 2050, Modellierung mit IMAGE, Szenario einer global uniformen Fleischdiät von 34 kg/Kopf/Jahr (etwas über dem Durchschnitt der Entwicklungsländer).

Ergebnisse: leichter Anstieg des Fleischkonsums in Entwicklungsländern, stärkerer Rückgang in Industrieländern, insges. globaler Rückgang des Fleischkonsum 2050 um 37 % im vergl. zur Referenz. Agrarische Flächennutzung global sinkt um 42 % bei Weideland und 9 % bei Ackerland.

Wirsenius et al. (2010):

Projektionshorizont 2030, Modellierung mit ALBIO, im Szenario werden 20 % der globalen Wiederkäuer ersetzt durch Geflügel und Schweine.

Ergebnisse: Agrarische Flächennutzung global sinkt um 14 % bei Weideland, und 2,3 % bei Ackerland. Weitere Szenarien mit reduziertem Fleischkonsum, kombiniert mit Reduktion von Nachernteverlusten.

Grethe et al. (2011) sowie Duman (2011) untersuchen in ihrer qualitativen Analyse – basierend auf den Studien und Datensätzen der FAO (FAO, 2009b) – die Wirkungen einer 30 %-igen Reduktion des gesamten Fleischkonsums der OECD-Staaten auf die globalen Nahrungsbilanzen. Ausgehend von einem Fleischkonsum von 102 Mio Tonnen (225 g/Kopf/Tag) in der OECD (Basisjahr 2005/07) wird dieser um 30 % (Kürzung um insgesamt 30,6 Mio Tonnen) bei allen Fleischarten gekürzt. Mit einem partiellen ökonomischen Gleichgewichtsmodell, bestehend aus isoelastischen Angebots- und Nachfragefunktionen für eine bestimmte Anzahl von pflanzlichen und tierischen Produkten und entsprechender Marktbedingungen werden die Nettoeffekte einer reduzierten Fleischproduktion wie reduzierte Futterflächen und zusätzliche Nahrungspflanzenproduktion für Nachfrageänderungen durch Diätanpassungen ermittelt.



Ergebnis der Berechnungen: eine 30 %-ige Fleischreduktion der OECD-Staaten würde 30 Mio. ha Ackerland freisetzen. Die Autoren machen darauf aufmerksam, dass die Quantifizierung der Effekte eines reduzierten Fleischkonsums extrem komplex ist und dass die Effekte stark abhängen von den vielfältigen Angebots- und Nachfrageinteraktionen im globalisierten Agrarmarktsystem. Ein Rückgang der Fleischnachfrage der OECD-Staaten wirkt auf die Preise der internationalen Nahrungsmärkte und Agrarinputs, was im Gegenzug Rückwirkungen auf Produktionsprozesse einer Vielzahl von Agrarprodukten induziert. Insofern beschreiben diese o. g. Ergebnisse eher die Größenordnung der Flächenfreisetzung bei 30 %-iger Fleischreduktion in der OECD.

Der WWF ließ 2012 für Deutschland untersuchen, inwieweit sich eine gesündere Ernährung bzw. ein sorgsamerer Umgang mit Nahrungsmitteln auf den Flächenfußabdruck der Deutschen auswirkt (Noleppa, et al., 2012). Sowohl die Szenarien zur gesünderen Ernährung als auch die zum bewussteren Umgang mit Nahrungsmitteln verdeutlichen, dass eine Änderung des Konsumverhaltens erhebliche Flächenpotenziale freisetzt.

Zusammenfassendes Ergebnis der betrachteten Studien: Eine Reduktion des Fleischkonsums (bes. bei Rindfleisch) verringert die Nachfrage nach Landwirtschaftsfläche bei gleichbleibendem Kalorienverbrauch. Dabei sind die Effekte auf Weideland wesentlich stärker als auf Ackerland. Die Effekte auf die globalen Agrarpreise und auf die Nahrungsnachfrage in Entwicklungsländern zeigen bei Fleisch eine hohe Nachfrageelastizität und bei Getreide eine geringe Nachfrageelastizität. Niedrige Fleischpreise führen in Entwicklungsländern zu einer höheren Nachfrage und einer besseren Eiweißversorgung. Eine u. E. realistisch zu erreichende 30 % -ige Reduktion des Fleischkonsums in den OECD-Staaten würde (nach Grethe et al. 2011) global netto ca. 30 Mio. ha Ackerland freisetzen (bei bestehender Produktionsart). Diese Fläche entspräche fast drei Mal der Ackerfläche Deutschlands und 2 % der Ackerfläche der Welt. Die reduzierte Fleischnachfrage der OECD-Staaten würde global zu niedrigeren Fleischpreisen führen, die Nachfrage nach Futtermitteln sowie deren Preise würden global sinken, der Fleischkonsum in den Entwicklungsländern würde steigen.

Hohe Nahrungsmittelverluste und -verschwendung

Nach einer neueren Studie im Auftrag der FAO (Gustavsson et al. 2011) wird weltweit etwa ein Drittel der für den menschlichen Verbrauch produzierten Nahrung entlang des gesamten Weges von der Produktion bis zum Endverbraucher vernichtet (Gustavsson, et al., 2011). Die Nahrungsmittelverluste betragen ca. 1,3 Mrd. Tonnen pro Jahr, das ist mehr als die Hälfte der Weltgetreideernte 2010 (ca. 2,5 Mrd. Tonnen in 2010) (FAO, 2010b). Nahrungsmittelverluste entstehen durch Verluste von der ersten Stufe der agrarischen Produktion bis zum Endkonsum in den Haushalten. Die Verluste betragen pro Kopf



Nahrungsmittel – zu wertvoll für die Tonne

und Jahr in den Entwicklungsländern und Industrieländern zwischen 170-300 kg. In den ärmeren Ländern liegen die Hauptverluste in den frühen und mittleren Stufen der Versorgungskette (Produktion und Verteilung), während in den Industrieländern zusätzlich zu den Verlusten bei Produktion und Verteilung ein signifikanter Verlustanteil beim Endverbraucher hinzukommt. Diese verbraucherseitigen Nahrungsverluste liegen in Europa und Nordamerika bei 95-115 kg/Kopf, in Südostasien oder Afrika (Subsahara) dagegen bei 6-11 kg/Kopf und Jahr (Gustavsson et al, 2011).

Die Nahrungsmittelverluste betragen mit 1,3 Millionen Tonnen pro Jahr mehr als die Hälfte der Weltgetreideernte im Jahr 2010.

Die enormen Mengen an jährlich vernichteten Nahrungsmitteln durch Verluste und Verschwendung sind letztendlich ein starker Treiber von zunehmender Ressourcenverknappung und Umweltbelastungen, daher müssen diese dringend eingedämmt werden.

3.4 ANPASSUNGSMÖGLICHKEITEN AUF WACHSENDE NACHFRAGE

Die zentralen Ursachen der steigenden Nachfrage nach Agrargütern sind wachsende Bedarfe nach essentiellen materiellen Gütern der immer noch wachsenden Weltbevölkerung, die anhaltend ressourcenintensiven Konsummuster der Industrieländer – insbesondere der hohe Anteil tierischer Nahrungsmittel – und deren Ausweitung auf Schwellenländer sowie auch die überwiegend politisch induzierte Ausweitung der Biokraftstoffproduktion auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen.

Degradierte Flächen sind oft eine überlebenswichtige Ressource für arme ländliche Bevölkerungsgruppen.

Dem sich abzeichnendem Mengenproblem kann zum Einen dadurch begegnet werden, dass eine korrelierende Erhöhung des Angebots angestrebt wird und zum Anderen dadurch, dass die Nutzung und Verteilung der produzierten Menge an Agrar- und Forstprodukten effizienter und bedürfnisgerechter (Hungerbekämpfung) erfolgt. Grundsätzlich kann angebotsseitig eine Steigerung der Menge durch eine Ausweitung der Produktionsfläche erzielt werden und/oder durch eine Intensivierung der Flächennutzung.

Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik⁹ (WBA, 2012) konstatiert u. E. zu Recht, dass staatliches Eingreifen in dieser Sache gerechtfertigt und erforderlich ist, da die Nutzung natürlicher Ressourcen durch die Landwirtschaft externe Effekte erzeugt, globale öffentliche Güter betrifft und humanitäre Gründe für eine hohe politische Priorität des Themas Ernährungssicherung sprechen.

Steigerung der Angebotsmenge durch Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche

Die Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche wird heute sehr kontrovers diskutiert und erfordert aufgrund der Verschiedenheit der jeweiligen ortsbezogenen Auswirkungen eine fallspezifische Bewertung. Vielfach ist sie eine bedeutende Verschlechterung

des ökologischen Wertes des betreffenden Gebiets. Exemplarisch seien hier die Drainage und Rodung der Torfwälder in Indonesien und Malaysia genannt¹⁰. Aber auch die Konversion von natürlichem Grünland (auch langjährigen Brachen) ist in der Regel zunächst mit beachtlichen Umweltkosten verbunden: u. a. wird in Böden und Biomasse festgelegter Kohlenstoff freigesetzt, natürliche Habitats mit ggf. schützenswerten Arten werden zerstört und ggf. Ökosystemfunktionen gestört. Foley et al. (2011) kommen zu dem Schluss, dass allein aufgrund der bestehenden Umweltrisiken von einer weiteren Ausweitung landwirtschaftlicher Nutzflächen abgesehen werden sollte.

Nutzung von degradierten und marginalen Standorten – die „degraded lands-Debatte“

Während die Konversion ökologisch wertvoller Ökosysteme zum Zweck der landwirtschaftlichen Produktion allgemein kritisch gesehen wird, gilt die Innutzungnahme von agrarökonomisch bedingten Brachen, Grenzertragsstandorten und degradierten Flächen als weniger kritisch. Diese sog. marginalen und degradierten Landflächen („marginal and degraded lands“) fungieren zum Teil als bedeutender Hoffnungsträger zur Milderung der Nutzungskonflikte.

Degradiertes Land ist durch einen langwährenden Verlust von Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen durch Störungen gekennzeichnet, von denen sich das System nicht selbst regenerieren kann. Marginales Land (oder Grenzertragsstandorte) sind demgegenüber in Abhängigkeit der agrarökonomischen Bedingungen definiert: Dann, wenn eine kostendeckende Landwirtschaft unter den gegebenen Randbedingungen und Kultivierungstechniken nicht möglich ist, spricht man von marginalem Land. Zum Teil werden diese Kategorien aber auch fälschlicherweise auf extensives Land angewendet (Wicke, 2011).

Die Bandbreite der in der Literatur genannten globalen Potenziale degradiert und marginaler Flächen ist sehr groß und wird mit 300 Mio. bis 2,5 Mrd. ha (Fritzsche et al., 2010) angegeben. Wicke (2011) zufolge ist in der Literatur für den potenziellen globalen



Bioenergieertrag von diesen Standorten eine Bandbreite von 8-147 EJ angegeben.

Die allgemeine Annahme, dass degradierte Flächen zum einen gegenwärtig nicht genutzt werden und zum anderen deren Innutzungnahme ökologisch unbedenklich ist, ist nicht pauschal haltbar. In der Realität sind degradierte Standorte sehr oft eine überlebenswichtige Ressource für arme ländliche Bevölkerungsgruppen, insbesondere für solche ohne formale Landrechte. Sie werden sowohl ackerbaulich als auch extensiv z. B. zur Beweidung und zur Sammlung von Feuerholz genutzt (Wicke, 2011). Auch hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen ist Vorsicht geboten. Beispielsweise sind degradierte Böden anfälliger gegenüber Erosion und Wasserstress, insbesondere wenn Artenauswahl, Techniken und Praktiken nicht entsprechend an die Sensibilität des Standorts angepasst sind. Zudem stellen offene, magere Standorte in einigen Gebieten einen selten gewordenen Lebensraum für eine Vielfalt bedrohter Arten dar.

Eine genaue Prüfung der Vor-Ort-Bedingungen und potenzieller ökologischer und sozioökonomischer Auswirkungen vorausgesetzt, kann eine Rekultivierung solcher

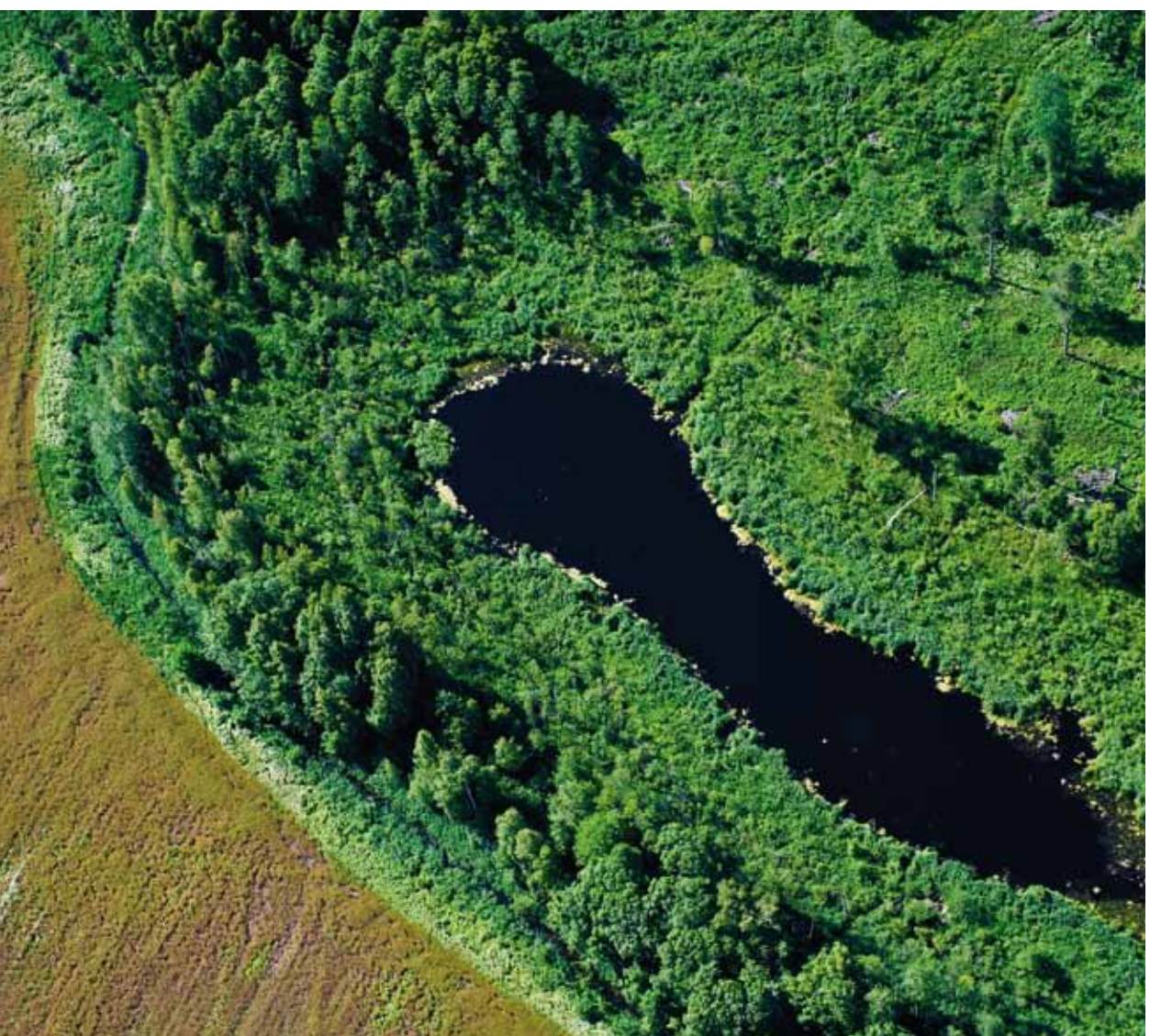
Standorte aber auch sinn- und wertvoll sein. Zum Beispiel sind bestimmte Kulturen und Anbautechniken in der Lage, die Erosion zu stoppen und die Fruchtbarkeit des Bodens zu erhöhen. Flächen, die z. B. durch ein schlechtes Bewässerungsregime einen so hohen Salzgehalt aufweisen, dass er von konventionellen Kulturen nicht mehr ertragen wird, können durch spezielle salztolerante Arten restauriert werden (sog. biosaline Landwirtschaft). D. h., hier können lokal multiple ökologische und sozioökonomische Vorteile mit der Erschließung dieses Potenzials verbunden sein. Dafür sind aber in der Regel erhebliche Investitionen in Infrastruktur und Technik erforderlich, deren Finanzierung unter Umständen auf zwischenstaatlichen Vereinbarungen, Projekten der Entwicklungszusammenarbeit und Handelspartnerschaften angewiesen ist. Dies muss im Umgang mit Potenzialabschätzungen berücksichtigt werden.

Weideland sollte jedoch generell aus ökologischen Gründen nicht in Ackerland umgebrochen werden. Grasbewachsene Oberböden sind gewaltige Kohlenstoffspeicher in Form von organischer Bodensubstanz. Der Umbruch von Weideland verwandelt diese Kohlenstoffspeicher in Quellen von Treibhausgasen, die zusätzlich zu den inputbedingten

Emissionen der Landbewirtschaftung veranschlagt werden müssen.

Es ist davon auszugehen, dass die lokale Wasserverfügbarkeit vielerorts ein limitierender Faktor der Bewirtschaftung (und Produktivitätssteigerung) von Niedrigertragsstandorten ist. Nährstoffe könnten sich in Form synthetischer Düngemittel an die jeweiligen Standorte transportieren lassen – ggf. unter Inkaufnahme unerwünschter Nebenwirkungen ihres Einsatzes auf die Umwelt. Bei Wasserknappheit besteht diese Möglichkeit in der Regel nicht. Auch künstliche Bewässerung birgt Risiken wie Erschöpfung regionaler Gewässerkörper, Kontamination mit Rückständen aus Dünge- und Pflanzenschutzmitteln und Defiziten andernorts.

Zusammengefasst heißt dies, dass die (optimistischen) Potenzialschätzungen im Zuge der „degraded lands-Debatte“ mit großen Unsicherheiten zu existenten, aber nicht erkannten Nutzungen, lokalen Produktionsfaktoren, infrastrukturellen Hindernissen, ökologischen Risiken und der Tragfähigkeit, lokaler Verfügbarkeit von Arbeitskräften, usw. behaftet sind. Die notwendige Analysetiefe kann nicht durch top-down Ansätze erbracht werden. Aufgrund dieser Defizite sollten die Erwartungen an ihren Beitrag zur Angebotssteigerung auf ein realistisches Maß reduziert werden und zunächst nicht als robuste Plangröße einkalkuliert werden. Unabhängig davon kann ihre Erforschung und umsichtige Erschließung vielfältige Vorteile mit sich bringen.



Steigerung der Angebotsmenge durch Intensivierung der Landnutzung

Der zweite grundlegende Strang zur Steigerung des Angebots liegt in der Erhöhung der Flächenproduktivität gegenwärtig genutzter Flächen. Das Potenzial, dass im Schließen der Ertragslücke (Differenz zwischen potenziellem Ertrag und aktuellem Ertrag auf einem Standort) liegt, wäre vermutlich gewaltig. Foley et al. (2011) gehen davon aus, dass es möglich wäre, die weltweite Nahrungs- und Futtermittelproduktion um $2,8 \cdot 10^{15}$ kcal (28 %) zu steigern, wenn es gelänge, auf Standorten mit ausgeprägter Ertragslücke das aktuelle Ertragsniveau 16 wichtiger Nutzpflanzen auf 75 % des potentiellen Ertrages anzuheben. Im Falle der Steigerung auf 95 % des potentiellen Ertrages wäre sogar eine Produktionssteigerung um 58 % möglich. Produktivitätssteigerungen als Weg zu einer zukünftigen Befriedigung wachsender Ansprüche an die Biomassenutzung können und sollten vor dem Hintergrund o. g. inhärenter Unsicherheiten bei Schätzungen der Flächenpotenziale und mit dem Ziel einer Risikominimierung auch als zur Flächenausweitung alternative Strategie betrachtet werden.

Grundsätzlich bergen aber auch viele Praktiken zur Produktivitätssteigerung massive Risiken für die Umwelt in Abhängigkeit von den geoökologischen Gegebenheiten vor Ort. Die jeweiligen Kulturen, Techniken und Anbausysteme müssen daher an die lokalen natürlichen Bedingungen angepasst, entwickelt und umgesetzt werden. Der konkrete Anpassungsprozess an die spezifischen Bedingungen kann dabei noch weniger aus einer globalen Betrachtung heraus kalkuliert werden als globale Schätzungen zu Flächenpotenzialen und Nutzungsansprüchen. Eine positive Entwicklung hin zu mehr Flächenproduktivität braucht vielmehr eine realistische Einschätzung der lokal zu realisierenden Mehrerträge auf Basis angepasster Kulturen und gegebener Limitierungen der Ressourcenausstattung.

Global betrachtet scheint es grundsätzlich ratsam, Maßnahmen zur Produktivitätssteigerung dort zu forcieren, wo bei geringem Faktoreinsatz die deutlichsten Ertragssteigerungen zu erwarten sind. Dies ist insbesondere in Afrika und Teilen Lateinamerikas und Asiens der Fall, wo für eine kleinbäuerlich

strukturierte Landwirtschaft durch eine wissensbasierte Umgestaltung existierender Anbausysteme auch bei geringem Einsatz externer Mittel hohe zusätzliche Produktivitätspotenziale nachgewiesen worden sind.

Rekultivierung von Flächen, Züchtungsforschung

Ein anderer Ansatz, auf dem seit vielen Jahren viele Hoffnungen ruhen, ist die Züchtung und Nutzung salztoleranter Pflanzen, die auf salzhaltigen Böden (auch als Aquakulturen) gedeihen können und als Nahrungs- und Futtermittel oder Energieträger nutzbar sind. Das Spektrum dieser sogenannten Halophyten ist groß, es umfasst einjährige und mehrjährige Gewächse, darunter auch Büsche und Bäume. Vielfältig sind auch die strukturellen und physiologischen Anpassungen, mit denen es Halophyten gelingt, ihren Stoffwechsel auf ein Überangebot an Natrium- und Chlorid-Ionen einzustellen. Durch Kreuzungen existierender Pflanzen arbeitet die Pflanzenzüchtung daran, mehr als ein Merkmal auf einmal einzukreuzen, was sich bislang allerdings als schwierig erweist. Nach den Aussagen führender Expertinnen und Experten ist es noch ein langer Weg, bis beispielsweise salztoleranter Reis oder salztolerantes Getreide auf dem Markt sind (Rozema, et al., 2008). Dennoch haben salztolerante Pflanzen grundsätzlich ein hohes Potenzial als vielseitige Nutzpflanzen angebaut zu werden, insbesondere auch für stoffliche und/oder energetische Verwendungen der Pflanzen. Allerdings besteht auf diesem Gebiet weiterhin hoher Forschungsbedarf (Rozema, et al., 2008), und die Forschung sollte hierzu weiter verfolgt werden.

Landinvestitionen/Land Grabbing

Ausländische Investitionen in den Landwirtschaftssektor in Entwicklungsländern sind grundsätzlich nicht neu, sie wurden bereits in der Kolonialzeit getätigt. Entscheidend für die jeweilige Bewertung von Landinvestitionen sind die Fragen, wie diese Investitionen ausgestaltet sind, wer davon profitiert und unter welchen Vorraussetzungen sie zustande gekommen sind.

Grade in den vergangenen Jahren wurde seitens der internationalen Agrarforschung im Kontext der Ernährungssicherungsdebatte verstärkt auf die Notwendigkeit von dringend erforderlichen Investitionen im Agrarsektor

von Entwicklungsländern hingewiesen. Grundsätzlich bietet die Neukombination der landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital auch die Chance, Impulse für die Regionalentwicklung zu geben. Landwirtschaftliche Investitionen in Entwicklungsländern könnten dann Chancen bieten, wenn grundsätzliche menschenrechtliche, soziale, ökonomische und ökologische Prinzipien eingehalten werden. Die heute teilweise massiven Landnahmen, von Befürwortern als Landkäufe oder Agrarinvestitionen bezeichnet, die positive Entwicklungen versprechen, werden von Kritikern wegen der häufig damit verbundenen (Menschen-) Rechtsverletzungen mit dem Begriff Land Grabbing bezeichnet.

Landgrabbing in der letzten Dekade umfasst über 230 Millionen Hektar, eine Fläche so groß wie Nordwesteuropa.

Die zunehmende Nachfrage nach der Ressource Land weltweit führt v. a. seit der Nahrungskrise 2007/2008 zu einem gesteigerten Interesse von Investoren. Zum einen investieren staatliche und private Akteure, um die Versorgung der eigenen Bevölkerung mit Agrarprodukten/ Biomasse zu sichern, zum anderen wird das Land durch die Preissteigerung als Wertanlage und Spekulationsobjekt selbst lukrativ. Für Letzteres spricht insbesondere die Tatsache, dass in nur etwa 20 % der Investitionsvorhaben die betroffenen Flächen bisher auch tatsächlich produktiv genutzt werden (Deininger, et al., 2011). Als die wichtigste Zielregion für derartige Investitionen, sog. Land Grabbing, gilt das sub-saharische Afrika. Aber auch in Osteuropa ist ein Nachfrageboom auf Landflächen zur verzeichnen. Von Land Grabbing sind vor allem Länder mit schwachen Institutionen, schlechter Regierungsführung und verbreiteter Korruption betroffen. Weltweit sind nach Aussagen der GIZ¹¹ in der letzten Dekade mehr als 227 Mio. ha Land in Entwicklungsländern, eine Fläche so groß wie Nordwesteuropa, verkauft, gepachtet, lizenziert worden oder sind derzeit in Verhandlung, mehr als 130 Mio. ha davon in Afrika. Mangelnde Transparenz und Geheimhaltung

lassen vermuten, dass der reale Maßstab des globalen Landhandels um ein Vielfaches größer ist.

Die Akteure sind überwiegend internationale Investoren aus dem Finanzsektor und dem Agribusiness, sie stammen aus China, Saudi-Arabien, Brasilien, Vereinigte Arabische Emirate, Südkorea und Indien, usw. (Anseeuw, 2011). Die Schätzungen zum Ausmaß des Land Grabblings weisen eine breite Varianz und erhebliche Unsicherheiten auf, was u. a. in der fehlenden Transparenz zu entsprechenden Verträgen begründet liegt. Das High Level Expert Panel der FAO (HLPE) geht davon aus, dass derzeit insgesamt 50–80 Mio. ha Land im Fokus von Kauf- und Pachtverhandlungen internationaler Investoren sind (HLPE, 2011).

Grundsätzlich häufen sich die Berichte und Meldungen, wonach viele dieser Landkäufe mit erheblichen Nachteilen für die betroffenen Länder und die ansässige Bevölkerung einhergehen. Die Folgen von Land Grabbing sind sehr weitreichend und in zahlreichen Fällen (aus Asien, Afrika und Lateinamerika) dokumentiert: Lokale Gemeinschaften müssen weichen, viele Menschen verlieren den Zugang zu den Ressourcen, die ihr Überleben sichern, nicht nur Ackerland und Weideland, sondern auch Wasser wird „gegrabbt“. Land Grabbing verschärft die Nahrungsunsicherheit vulnerabler Bevölkerungsgruppen. Auch die durch Land Grabbing hervorgerufenen Umweltprobleme können sehr vielfältig sein. (Kaphengst, 2012).

Das Phänomen Land Grabbing hat mittlerweile durch die öffentliche Berichterstattung zu den negativen Folgen für die davon betroffenen Menschen und durch zahlreiche Proteste aus den betroffenen Ländern internationale Aufmerksamkeit bekommen. Derzeit gibt es verschiedene internationale Prozesse, die versuchen, Regelungen für die Ausgestaltung von Landtransfers zu beschreiben. Die FAO hat bereits 2008 mit dem UN Committee on World Food Security (CFS) einen Prozess zur Beschreibung von freiwilligen Leitlinien bei der Landnahme, um die Rechte der besonders von Hunger und Unterernährung betroffenen Bevölkerungsgruppen zu berücksichtigen, initiiert. Das UN Committee on World Food Security (CFS) hat die sog. „Freiwilligen Leitlinien über den sicheren und gerechten Zugang zu natürlichen Ressourcen“ („Voluntary Guidelines on

Responsible Governance Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security“) in einem umfassenden, partizipatorischen Prozess erarbeitet, der 2012 abgeschlossen wurde. Diese Leitlinien sind das erste, internationale, unter Einbeziehung aller Akteure abgestimmte Instrument zu diesem politisch sensiblen Themenfeld. Sie richten sich vorrangig an Staaten, die privatwirtschaftlichen Akteure und an die Zivilgesellschaft. Die Bundesregierung (BMZ, BMELV) unterstützt diesen Prozess aktiv. Die Leitlinien haben einen starken Menschenrechtsbezug, sie stellen einen internationalen Standard für verantwortungsvolle Landpolitik dar. Sie sind rechtlich nicht bindend, haben keine Sanktionsmechanismen, sollten dennoch in ihrer Wirkung nicht unterschätzt werden (Kaphengst, 2012).

Weiterhin wurde nach dem G8-Gipfel 2009 von UNCTAD, Japan, der Weltbank und der FAO die PRAI-Initiative („Principles for Responsible Agricultural Investment that respect Rights, Livelihoods and Resources“, PRAI), ins Leben gerufen. Diese zielt darauf ab, Prinzipien zur rechtlichen und politischen Ausgestaltung von Investitionen in die Landwirtschaft umzusetzen; sie soll auch Investoren als Orientierungshilfe zu sozial verantwortungsvollem Handeln dienen. Die EU hält diese bisher vorgelegten Prinzipien



wegen z. B. fehlendem Menschenrechtsbezug für inhaltlich nicht ausreichend und bemängelt die fehlende Partizipation entscheidender Interessensvertreter.

Landgrabbing verschärft die Nahrungsmittelsicherheit vulnerabler Bevölkerungsgruppen.

Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer nicht-staatlicher Initiativen und Prozesse. Die Wirksamkeit dieser freiwilligen Instrumente bleibt abzuwarten. Positiv zu vermerken ist, dass sie Landnahmen und Landinvestitionen in ärmeren Regionen der Welt als ein ethisch eklatant wichtiges Thema adressieren und ins öffentliche Bewusstsein rücken.

⁷ Das Global Footprint Network definiert „ökologischer Fußabdruck“ wie folgt: Der ökologische Fußabdruck einer Bevölkerung ist die Menge an produktiven Land- und Wasserflächen, die notwendig ist, die Ressourcen, die diese Menschen konsumieren, bei gegebener Technologie bereitzustellen und ihren Abfall aufzunehmen. Wissenschaftliches Ergebnis ist, dass die Menschheit die Erde übernutzt. Er bezieht sich auf die Leistungsfähigkeit des Systems Erde und sagt aus, wieviel Biokapazität gemessen in Hektar bereitgestellt werden muß, um die Ressourcen für eine Nation, eine Region, einen Haushalt, eine Person bereitzustellen und ihre Abfälle aufzunehmen. Damit fungiert der ökologische Fußabdruck als ein Indikator der Nachhaltigkeit, oder Nicht-Nachhaltigkeit im Falle ökologischer Defizite. Zuerst wurde er von Rees und Wackernagel im Jahr 1994 konzipiert.

⁸ Allerdings ist die Methode noch nicht voll ausgereift und lässt daher Raum für Verbesserungen. Ein für die Nahrungsmittelproduktion wichtiger Umweltaspekt, die THG-Emissionen außer CO₂ können noch nicht berücksichtigt werden.

⁹ Beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

¹⁰ In Indonesien führte die Ausweitung der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den vergangenen 30 Jahren zu einer Reduktion der Waldfläche um 30 %, bzw. 40 Mio. ha; in Malaysia zu einem 20 %-igen Verlust an Waldfläche, bzw. 5 Mio. ha. (Wicke, 2011)

¹¹ Vortrag GIZ zum Tag des Boden, 6. Dezember 2011, Berlin



4.

Bioenergie: Potentiale, Konflikte und Alternativen



4.1 AUSWEITUNG DER MODERNEN BIOENERGIENUTZUNG

Derzeitiger Anteil der Bioenergie am Energiemix

Weltweit wurde im Jahr 2009 bereits ein Sechstel des globalen Endenergiebedarfs durch erneuerbare Energien gedeckt. Die biogenen Energieträger sind mit einem Anteil von insgesamt rund 12,3 % des globalen Endenergieverbrauchs die dominierende erneuerbare Ressource. Dieser hohe Anteil ist vor allem auf die traditionelle Biomassenutzung zurückzuführen. (BMU, 2012)

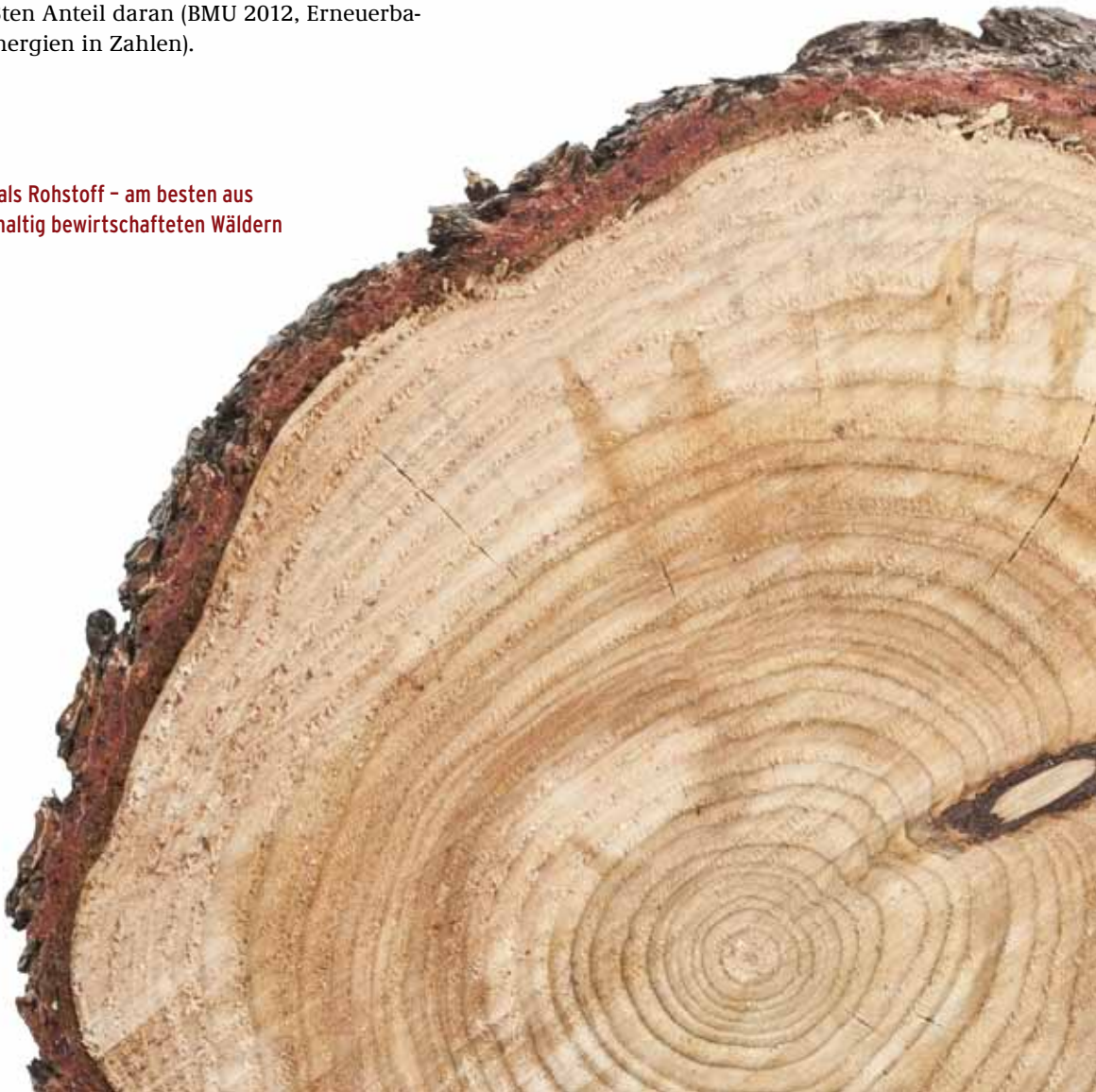
In den EU-Mitgliedstaaten lag im Jahr 2009 der Anteil der Bioenergie innerhalb der bereitgestellten Endenergie aus erneuerbaren Quellen bei 10,5 % (davon 5,7 % Biomasse/Abfälle und 1 % Biokraftstoffe).

In Deutschland wurde im Jahr 2011 8,4 % des Endenergieverbrauchs aus Biomasse gewonnen, wobei hierbei die Wärmegewinnung aus Holz den größten Beitrag darstellt. Die Bioenergie hat damit unter den erneuerbaren Energien, die zusammengefasst 12,5 % der Endenergie bereitstellen, den mit Abstand größten Anteil daran (BMU 2012, Erneuerbare Energien in Zahlen).

Politische Ziele und Instrumente zum Ausbau in Deutschland und der EU

Zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der europäischen Energieversorgung soll in den kommenden Jahren auch die Bioenergie stark ausgebaut werden. Insbesondere die Richtlinie zum Ausbau der erneuerbaren Energien (2009/28/EG, Renewable Energy Directive, im Folgenden RED) und die darauf aufbauenden Nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energien (National Renewable Energy Action Plans – im Folgenden NREAP) forcieren den Ausbau. Gemäß der vorgelegten NREAPs von 20 EU Mitgliedsstaaten ist geplant, den Anteil der Bioenergie an der Endenergie von 5,4 % im Jahr 2005 auf 12 % im Jahr 2020 mehr als zu verdoppeln (IEEP, 2012). Für den Verkehrssektor setzt die EU Kraftstoffrichtlinie (2009/30/EG, Fuel Quality Directive – FQD) ergänzend Ziele zur THG Minderung.

Holz als Rohstoff – am besten aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern



Deutschland setzte die Richtlinien (RED und FQD) in eigenen Rechtssetzungen um, z. B. in Form der nationalen Biokraftstoffquote. Das Biokraftstoffquotengesetz ändert § 37a des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BIm-SchG). Es schreibt bis 2014 eine verbindliche Mindestquote an Biokraftstoffen von 6,25 % (jährlich) vor, ab 2015 die durch den Einsatz von Biokraftstoffen mindestens zu erreichende THG-Einsparung. D. h. hier wurde für die Periode ab 2015 ein Anreiz zum stärkeren Einsatz besonders THG-emissionsarmer Biokraftstoffe gesetzt. Darüber hinaus wurden auf nationaler Ebene eigene ambitioniertere Ziele gesteckt, die u. a. mit Hilfe des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) sowie des Marktanreizprogramms (MAP) erreicht werden sollen.

Modernisierung traditioneller Nutzung vs. Expansion in Schwellen- und Industrieländern

In den globalen Betrachtungen erscheint der Anteil energetischer Nutzung von Biomasse (traditionelle und moderne Nutzungsformen) hinsichtlich Flächennutzung und Energieversorgung mit ca. 5 % Flächenanteil und einem Anteil von 10 % an der Primärenergie insgesamt vergleichsweise gering. Jedoch erfolgt dabei die elementare Energieversorgung für ca. 40 % der Weltbevölkerung in einer sehr ineffizienten und oft nicht nachhaltigen Art der Biomassenutzung mit großem Optimierungspotenzial (siehe S. 22).

Von der Situation in den Ländern des Südens, wo die energetische Nutzung der Biomasse im Moment der einzige Zugang zu Energie darstellt und hier zugleich noch große Potenziale zur Effizienzsteigerung der Nutzung und auch zur ökologisch verträglichen Ertragssteigerung in der Biomasseproduktion bestehen, muss die Situation in den Industrie- und einigen Schwellenländern grundsätzlich unterschieden werden.

Sowohl die Flächenintensität der Landnutzung als auch das Niveau des Energie- und Nahrungsmittelkonsums¹² pro Kopf bewegt sich in deutlich anderen Dimensionen. Zugleich findet hier das mengenmäßig stärkste Wachstum der modernen Bioenergienutzung¹³ statt. Dies wurde i. d. R. auf Grundlage massiver politischer Förderung ausgelöst, wobei die Angewiesenheit auf Begünstigungen z. B.

in Brasilien bereits nachlässt und mit steigendem Erdölpreis werden Biokraftstoffe zunehmend konkurrenzfähig.

Zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der europäischen Energieversorgung soll in den kommenden Jahren auch die Bioenergie stark ausgebaut werden.

Diese politisch induzierte Dynamik wirkt sich durch die Verknüpfung mit den Weltagrar- und Holzmärkten über vielfältige soziale und ökologische Neben- und Wechselwirkungen global aus. Die Komplexität des Wirkungsgeflechts erschwert eine klare Analyse des exakten Gewichts der modernen Bioenergie. Dies wird exemplarisch an den Kontroversen um die Quantifizierung des spezifischen Beitrags der Bioenergie an der Ausweitung der globalen Ackerfläche (s. S. 38) und der Debatte um die Relevanz des Faktors Bioenergie für den Welthunger sichtbar. Auch wenn die energetisch genutzte Biomasse von nationalen oder europäischen Flächen stammt, liefert nur eine Gesamtbetrachtung der Export-/Importbilanzen sämtlicher Agrar- und Forstgüter ein vollständiges und damit „ehrliches“ Bild, um Verlagerungseffekte einzublenden.

Die positiven Wachstumsaussichten der modernen Bioenergie, die nicht zuletzt durch die – unzureichend differenzierenden – finanziellen Anreizstrukturen entstanden sind, haben dazu geführt, dass kurzfristig vorhandene Flächen und Produktionsstrukturen der Landwirtschaft genutzt wurden und die Erforschung und Entwicklung alternativer Rohstoffe und Verfahren (Reststoffverwertung, umweltverträglichere Anbaukulturen, etc.) vernachlässigt wurden. Dadurch wurden die lange bekannten ökologischen und sozio-ökonomischen Probleme der inputintensiven Landwirtschaft in die energetische Nutzung der Biomasse übernommen – häufig sogar verschärft. Daher verwundert es nicht, dass

beispielsweise Biokraftstoffe im Rahmen der umfassenden Ökobilanzierung der Schweizer Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) zum Ergebnis kommt, dass die Substitution fossiler Energieträger durch Biotreibstoffe im Allgemeinen lediglich eine Verlagerung der Umweltbelastung bedeutet. Für Umweltfolgen wie Eutrophierung, Versauerung oder Ökotoxizität stellt die Produktion von Biotreibstoffen auf der Basis von Anbaubiomasse sogar das größere Risiko dar (Empa, 2012).

In Deutschland dominiert heute in einigen Regionen hoher Dichte von Biogasanlagen und hoher Viehbesätze beispielsweise der Mais vermehrt die Fruchtfolge. Auch wenn der überwiegende Anteil als Viehfutter genutzt wird, stellt die energetische Nutzung in diesen Ballungsregionen eine Verschärfung der ökologisch bereits vorher ungünstigen Situation dar¹⁴. Demgegenüber stellen alternative Energiepflanzenkulturen (z. B. durchwachsene Silphie, Miscanthus)

sowie Anbausysteme wie Mischkulturen, Gehölzstreifen und Kurzumtriebsplantagen (KUP) hinsichtlich der Strukturvielfalt im ländlichen Raum, hinsichtlich Agrarbiodiversität, Erosionsschutz und Bodenfruchtbarkeit deutlich günstigere Kulturen dar (BfN, 2010). Mehrjährige Kulturen, wie Miscanthus oder KUP (Pappel oder Weide), sind zwar im ersten Jahr erosionsanfällig, bewirken aber schon ab dem zweiten Jahr wegen des dichten Wurzelwerks und der Mulchschicht aus abgefallenen Blättern einen guten Erosionsschutz (KBU 2008). Hinsichtlich des Energieertrags pro ha ist der Mais jedoch anderen, ökologisch verträglicheren Kulturen überlegen und ein Wechsel auf Alternativkulturen wäre nach derzeitigem Stand der Züchtungsforschung mit einer Erhöhung der Flächenbeanspruchung verbunden. Aber auch diese Debatte muss in das Gesamtbild eingeordnet werden, dass Bioenergie per se gegenüber anderen erneuerbaren Energiequellen eine äußerst flächeneffiziente Form der Energiegewinnung darstellt.

4.2 BIOENERGIEPOTENZIALE

Globale Bioenergiepotenziale werden in aktuellen Studien sehr unterschiedlich eingeschätzt. Im Special Report on Renewable Energy Sources (SRREN) des IPCC (2011) wird aufbauend auf einer Auswertung verschiedener Biomasse- und Landnutzungsstudien für 2050 ein Korridor für Bioenergie von $100\text{--}300 \times 10^{18}$ J/a, unter sehr günstigen Umständen bis zu 500×10^{18} J/a für möglich gehalten. Annahmen zu steigenden Nutzungskonkurrenzen und Nichteinhaltung notwendiger internationaler Nachhaltigkeitsstandards in der Landnutzung limitieren das unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vertretbare Bioenergiepotenzial auf ca. 100×10^{18} J für 2050, was einer Verdopplung des gegenwärtigen Ertrags entspräche (IPCC, 2011).

Die wesentlichste Erkenntnis des UBA aus der Analyse der sehr diversen Potenzialstudien ist, dass derartige Einschätzungen maßgeblich von inhärent unsicheren Faktoren abhängen und Werturteile implizieren. Beispielsweise müssen Annahmen zum Umfang von Flächenbelegung für die Produktion von

Fleisch und dem Schutz der biologischen Vielfalt gesetzt werden und Prognosen zur Entwicklung der Flächenproduktivität unterstellt werden.

Zwar lassen sich einige Extreme aufgrund offensichtlich fehlender Plausibilität der Annahmen (z. B. zu Ertragssteigerungen oder Flächenverfügbarkeit) ausschließen, aber – und das betonen die allermeisten Studien – es bleibt immer noch eine enorme Potenzialbandbreite, die sich nicht eingrenzen lässt bzw. deren Eingrenzung eher die jeweilige Einstellung zu Risiken und die Berücksichtigung realer Kollateralschäden der Bioenergieproduktion widerspiegelt. Denn vielfach fußt die Erschließung von Potenzialen auf anspruchsvollen Voraussetzungen wie einer wirksamen Nachhaltigkeitsregulierung des Anbaus und des Handels von Bioenergieträgern.

Auch nationale Schätzungen zu Bioenergiepotenzialen unterliegen den oben genannten grundsätzlichen methodologischen Schwie-



rigkeiten. Daher betonen Expertinnen und Experten, darunter Nitsch et al. (BMU, 2012), die Notwendigkeit, „ökologisch“ begrenzte Potenziale klar umrissen zu definieren, um Nutzungskonflikte und Umweltgefährdungen zu berücksichtigen. Im Nationalen Biomasseaktionsplan wird für das inländische Flächenpotenzial für den Anbau nachwachsender Rohstoffe für das Jahr 2020 und unter Konstanzhaltung des nationalen Selbstversorgungsgrades mit Nahrungs- und Futtermitteln ein Korridor von 2,5-4 Mio. ha angegeben¹⁵, was einem Anteil von etwa 20-30 % der Ackerflächen Deutschlands entspricht. D. h., mit der derzeitigen Belegung von rund 2,1 Mio. ha (FNR, 2012) für die energetische Nutzung ist davon je nach Szenario etwa 50-80 % ausgeschöpft.

Im Rahmen der Leitstudien des BMU wurde auf Basis eines maximalen Flächenpotenzials von 4,2 Mio. ha für Deutschland (ca. ein Drittel der gesamten Ackerfläche) ein ökologisch tragbares Potenzial von rund $1.550 \cdot 10^{15}$ J/a ermittelt, einschließlich Energie aus Reststoffen

im Umfang von ca. $800 \cdot 10^{15}$ J/a (BMU, 2012). Der SRU (2007) schätzt, dass aus dem Anbau nachwachsender Rohstoffe selbst unter günstigen Bedingungen (z. B. einer stationären Nutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung) bis 2030 lediglich 5 % des derzeitigen Primärenergieverbrauchs generiert werden können. Über Biokraftstoffe wäre bei gleicher Flächenannahme von 4 Mio. ha eine noch niedrigere Substitutionsquote zu erreichen. Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik der Bundesregierung kommt in seinen Berechnungen zu ebenso niedrigen Werten. So könnten bei einer Belegung von 30 % der gesamten deutschen Ackerfläche durch Energiepflanzen im gegenwärtigen Mix lediglich 2,3 % des gegenwärtigen Endenergieverbrauchs gedeckt werden (WBA, 2007).

Daraus wird ersichtlich, dass Anbaubiomasse wegen ihrer niedrigen Flächeneffizienz (s. Abbildung 7 auf Seite 61) in Kombination mit sehr begrenzten Flächenkapazitäten im Inland nur einen sehr geringen Beitrag zur Deckung unseres künftigen Energiebedarfs



leisten kann, selbst wenn ein beträchtlicher Anteil der Ackerfläche dafür zu Verfügung gestellt werden würde¹⁶.

Die Nutzung von Abfallbiomasse wirft die geringsten ökologischen Probleme auf.

Zu diesem Schluss kamen zahlreiche Studien der letzten Jahre, darunter WBA (2007), SRU (2007, 2011), Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2012). Die derzeit gesetzten politischen Ziele sind nur auf Grundlage von massiven Importen erreichbar, die mit einer entsprechenden Flächenbelegung und Ressourcenbeanspruchung („ökologischer Fußabdruck“) im Ausland verbunden sind. Dies wiederum läuft der Annäherung an das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung, d. h. der Sicherung der Bedürfnisbefriedigung und der natürlichen Lebensgrundlagen sowohl intra- als auch intergenerationell, zuwider¹⁷.

Konfliktarme Biomassepotenziale: Jenseits der Biomasse aus potenziell konfliktreichem

und inputintensivem Anbau sind andere Quellen von energetisch nutzbarer Biomasse deutlich weniger kritisch, z.T. können Synergieeffekte genutzt werden. Hierunter fallen biogene Rest- und Abfallstoffe, Landschaftspflegematerial und Sonderkulturen. Der Begriff Abfallbiomasse umfasst in diesem Kontext landwirtschaftliche Reststoffe, Grünschnitt aus der Landschaftspflege und Naturschutzmaßnahmen, Siedlungsabfälle und Abfälle aus der Nahrungsmittel verarbeitenden Industrie sowie Holzreststoffe, z. B. Alt- oder Schwachholz, d. h. solches, das aus Durchforstungsmaßnahmen stammt, die für die Produktion hochwertigen Stammholzes wiederkehrend durchgeführt werden müssen sowie Ernterückstände (Klaus, et al., 2010). Die Nutzung dieser Materialien ist kaum mit gravierenden ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen verbunden. Zwar sind diese Potenziale relativ klein, können jedoch in der Transformation zu einem zukünftigen Energiesystem eine durchaus wichtige Funktion einnehmen.

Die oben genannten globalen technischen Potenziale aus sämtlichen biogenen Ressourcen für 2050 des SRREN von ca. $100\text{--}300 \times 10^{18}$ J/a schließen auch die Abfallbiomasse ein (IPCC, 2011). Die wesent-



lichen drei Fraktionen sind: a) Rückstände und Nebenprodukte aus der landwirtschaftlichen Nahrungs- und Futtermittelherstellung, sowohl aus dem Anbau als auch aus der Weiterverarbeitung ($15\text{--}70 \times 10^{18} \text{ J/a}$); b) tierische Exkremente ($5\text{--}50 \times 10^{18} \text{ J/a}$) und c) organische Abfälle aus der stofflichen Verwertung von Biomasse, z. B. Reste aus Haushalten, Altholz und Altpapier ($5\text{--}50 \times 10^{18} \text{ J/a}$).

Eine Studie des DLR¹⁸ zeigt für die biogenen Reststoffe in Deutschland ein jährliches energetisches Potenzial von $202 \text{ TWh}_{\text{th}}$ auf. Der SRU (2011) verwendet für seine Szenarien für die Studie „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung“ ausschließlich Reststoffe. Darin wurden Potenziale von $41,9 \text{ TWh/a}$ für feste Biomasse in KWK-Anlagen und $26,6 \text{ TWh/a}$ für Biogas in KWK-Anlagen berechnet. In der UBA-Studie „Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Energien“ (Klaus, et al., 2010) sind detaillierte Potenziale genannt und kommen in den Modellierungen zum Einsatz, unterschieden in vergärbare und direkt verfeuerbare Reststoffe. Aus vergärbaren, d. h. für Biogas geeigneten Reststofffraktionen können 40 TWh/a (thermisch, als Biogas) bereitgestellt werden¹⁹. Voraussetzung zur Ausschöpfung des technisch-ökologischen

Potenzials ist die vollständige Erfassung der Bioabfälle. Dies ist in Deutschland noch nicht der Fall.

Andere Optionen zur nachhaltigen Gewinnung von Biomasse liegen in der Verbindung der Rohstoffgewinnung mit anderen Schutzzwecken. So kann beispielsweise das Ziel Klimaschutz durch die Schaffung von Kohlenstoffsinken im Boden mit der Gewinnung der oberirdischen Biomasse von diesen Flächen einhergehen. Das können integrierte Anbausysteme wie Agroforstsysteme („alley cropping systems“, Kurzumtriebsplantagen, Wildkräutermischungen oder Mischkulturen, alternative Kulturen wie die Durchwachsene Silphie oder auch Paludikulturen sein. Letzte (von lat. palus = Sumpf) haben den Vorteil, dass sie eine extensive Nutzung von Mooren erlauben, ohne dass der Boden entwässert werden muss bzw. sich mit Wiedervernässungsmaßnahmen in Einklang bringen lassen. Auf diese Weise ließe sich der für den Klimaschutz bedeutsame Kohlenstoffvorrat in Mooren erhalten, der durch die übliche Drainage und Bodenbearbeitung freigesetzt wird. Als Lieferant von holzartiger Biomasse wird in Norddeutschland seit einigen Jahren der Anbau von Schwarzerlen auf nassen Niedermooren erprobt. Alternativ können Halmkulturen (Riede und Süßgräser) kultiviert und energetisch genutzt werden, wobei der Beitrag zur Energieversorgung marginal bleiben wird.

In der Diskussion der ökologisch verträglicheren Potenziale, z. B. Wildpflanzen als Biogassubstrat oder Biomasse aus Paludikulturen sollte jedoch klar sein, dass der Klimaschutz beziehungsweise der Biodiversitätsschutz im Vordergrund stehen und das Abschöpfen des Potenzials zur energetischen Nutzung hierbei ein Mitnahmeeffekt ist und nicht die Deckung des Energiebedarfs der eigentliche Zweck.

Dies sollte beispielsweise bei der Überlegung der adäquaten Anreizinstrumente beachtet werden.

4.3 NUTZUNGSKONKURRENZEN UND ZIELKONFLIKTE

Die drastische Steigerung der Nachfrage nach Bioenergieträgern aus Anbaubiomasse löst auf den internationalen wie heimischen Agrar- und Holzmärkten Nutzungskonkurrenzen aus, welche die globale Landnutzung verändern. Kurzfristige Konsequenzen, allen voran Preisschwankungen und Preisteigerungen von Nahrungs- und Futtermitteln und Energieträgern, treten infolge akuter Knappheit auf. Mittel- und längerfristig wird sich eine Anpassung der globalen land- und forstwirtschaftlichen Produktion an die veränderten Nachfrage- und Handelsmuster sehr wahrscheinlich vielfach negativ auswirken. Dies kann beispielsweise in Form des Verlusts von Arten- und Habitatvielfalt durch Konversion oder Eutrophierung von Ökosystemen, der Zerstörung der für die Klimaregulation wichtigen Kohlenstoffsenkensysteme wie Moorböden und Wälder oder der Verdrängungen von indigenen Siedlungsgemeinschaften und traditionellen extensiven Landnutzungen geschehen.

Eine rapide ansteigende Nutzung von Bioenergieträgern, die direkt als Nahrungs- oder Futtermittel verwendbar sind, erhöht das Risiko, die Versorgung von wirtschaftlich verwundbaren Bevölkerungsgruppen und Staaten, zu gefährden. Beispielsweise geht das International Food Policy Research Institut (IFPRI) (Headey, et al., 2010) davon aus, dass vor allem der Preisanstieg auf dem Maismarkt der energetischen Nutzung des Mais anzulasten ist. Da die bestehende Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln steigen wird, ist mittel- und langfristig von einer Ausweitung der Agrarflächen direkt²⁰ oder über Verdrängungseffekte auszugehen (siehe S. 28). Die Angebotslücke kann teilweise über eine Intensivierung der Landnutzung gedeckt werden, wobei – je nach Kontext – die bekannten negativen Folgen auftreten können, wie z. B. die Eutrophierung und Belastung von Gewässern, Böden und Luft infolge eines höheren Düngemittel Einsatzes, oder Kontamination von Umweltmedien mit Pestizidrückständen.

Zusammengefasst sind die zentralen Konflikte und unerwünschten Effekte, die mit der Expansion der modernen Bioenergie assoziiert werden:

- › in Krisensituationen (Missernten) und im Zusammenspiel mit anderen Faktoren ein Beitrag zu Preissteigerungen bei Lebensmitteln und damit verbundene Versorgungsprobleme in ärmeren Ländern,
- › Ausweitung der Agrarflächen direkt oder über Verdrängungseffekte (indirekte Landnutzungsänderungen) in schutzwürdige Gebiete (Konversion von Wäldern, Drainage von Moorböden, Umbruch von Grünland und artenreichen Habitats usw.) und
- › die Intensivierung bestehender Landnutzungen, mit den i. d. R. einhergehenden zusätzlichen Belastungen für das Klima, die Umweltmedien und die Biodiversität.

Konflikte in der Holznutzung in Deutschland: Die steigende Nachfrage nach Holzbrennstoffen hat im In- und Ausland teilweise zu einer Intensivierung der Walddnutzung geführt. So ist beispielsweise die Zunahme der Holzentnahme in Afrika im Wesentlichen durch die Nutzung als Brennstoff getrieben (FAO, 2011). Aber auch die verstärkte Holznutzung in Deutschland ist vor allem durch eine zunehmende energetische Nutzung bedingt (SRU, 2012). Die verstärkte energetische Holznutzung, insbesondere von Waldrestholz oder durch Vollbaumernte kann zum Teil die Funktionen des Ökosystems beeinträchtigen und die Regenerationskapazitäten der Wälder übersteigen (z. B. Block et al., 2008; EEA, 2008; Englisch et al., 2009; Meiwes et al., 2008; SRU, 2012), so dass das Prinzip der Nachhaltigkeit nicht immer gewährleistet ist. Mittelfristig droht ein Versorgungsengpass für Rohholz (DBFZ, 2011; Mantau et al., 2010), der in bestehenden Konflikten bei der Holzbeschaffung durch konkurrierende Sektoren (z. B. Holzwerkstoffindustrie und Energiebranche) heute schon erkennbar ist. Das DBFZ hält für 2050 eine Angebots-Nachfrage-Differenz auf dem deutschen Holzmarkt von 290 PJ (etwa 30 Mio. Festmeter (FM)) für möglich. Um dieses Defizit zu decken, wären ungefähr 1,3 Mio. ha Kurzumtriebsplantagen (KUP) erforderlich. Derzeit werden etwa 4.000 ha als KUP bewirtschaftet.

Nutzungskonkurrenzen treten grundsätzlich durch die steigende Nachfrage nach biogenen Rohstoffen und zwischen unterschiedlichen, in Teilbereichen neu hinzukommenden

Sektoren auf. Konkurrieren die stoffliche und energetische Nutzung von Biomasse einerseits mit dem Bereich Nahrungs- und Futtermittel, so tun sie dies andererseits auch untereinander. Die Debatte um die Flächenkonkurrenz zwischen energetischen oder stofflichen Nutzungen von Biomasse beschreiben Carus et al. (2010) wie folgt: „Während es im Energiebereich mit erneuerbaren Energien wie Sonnen- und Windenergie, Wasserkraft und Geothermie viele Alternativen gibt,

wird die Situation bei der Rohstoffversorgung der Industrie prekärer. Sonne, Wind und Wasser liefern Energie, aber keine Materie und keine Rohstoffe für die (werk)stoffliche Nutzung“. Daher sollte grundsätzlich die begrenzt verfügbare Biomasse so effizient wie möglich genutzt werden und Flächenkonkurrenzen, Marktverzerrungen und Ressourcenfehlallokationen unter dem Blickwinkel des Ressourcen- und Klimaschutzes reduziert und vermieden werden.

4.4 INDIREKTE LANDNUTZUNGSÄNDERUNGEN (iLUC)

Zur umfassenden Betrachtung globaler Auswirkungen spezifischer lokaler Landnutzungsentscheidungen wird in der Wissenschaft und zunehmend auch in der Politik das Konzept der indirekten Landnutzungsänderungen angewandt. Hierbei wird davon ausgegangen, dass wegen der zusätzlichen Rohstoffnachfrage aus wachsenden Sektoren (z. B. Bioenergie) die vorangegangene Produktion (z. B. von Nahrungsmitteln) auf andere Flächen verdrängt wird, unter der Voraussetzung, dass die Nachfrage nach diesen Erzeugnissen weniger stark sinkt als die Bioenergie-Produktion. Infolge dessen wird der Verlust der Nutzfläche für die ursprüngliche Produktion zumindest anteilig andernorts durch Erschließung neuer Anbauflächen kompensiert, was mit Landnutzungsänderungen (insb. Konversion von Wäldern und Grünland zu Ackerland) verbunden ist.

Die Verdrängung bestehender Nutzungsformen und die Landkonversion haben verschiedene ökologische und sozioökonomische Auswirkungen, deren Ursachen, je nach Betrachtungstiefe, auf lokaler, regionaler oder globaler Ebene analysiert werden können. Weiterhin kann die preisinduzierte Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion zwar teilweise den zusätzlichen Flächenbedarf für biogene Rohstoffe senken, jedoch führt dies i. d. R. zu vermehrtem Einsatz von Agrochemikalien mit entsprechenden Umweltfolgen. Auch dies ist ein indirekter Effekt der zusätzlichen Bioenergieproduktion, der bislang wenig berücksichtigt wird. Im Zentrum wissenschaftlicher Untersuchungen stehen aktuell die z. T. hohen indirekt verursachten

Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) aus Landnutzungsänderungen, die der zunehmenden Produktion von Biokraftstoffen anzurechnen sind. Weitere wichtige und anteilig indirekt angestoßene Effekte sind der Verlust an Biodiversität, sowie komplexe und in der Summe überwiegend negative sozioökonomische Begleiterscheinungen der durch die Dynamik ausgelösten Transformation ländlichen Lebens²¹.

Zur umfassenden Betrachtung globaler Auswirkungen spezifischer lokaler Landnutzungsentscheidungen wird in der Wissenschaft und zunehmend auch in der Politik das Konzept der indirekten Landnutzungsänderungen angewandt.

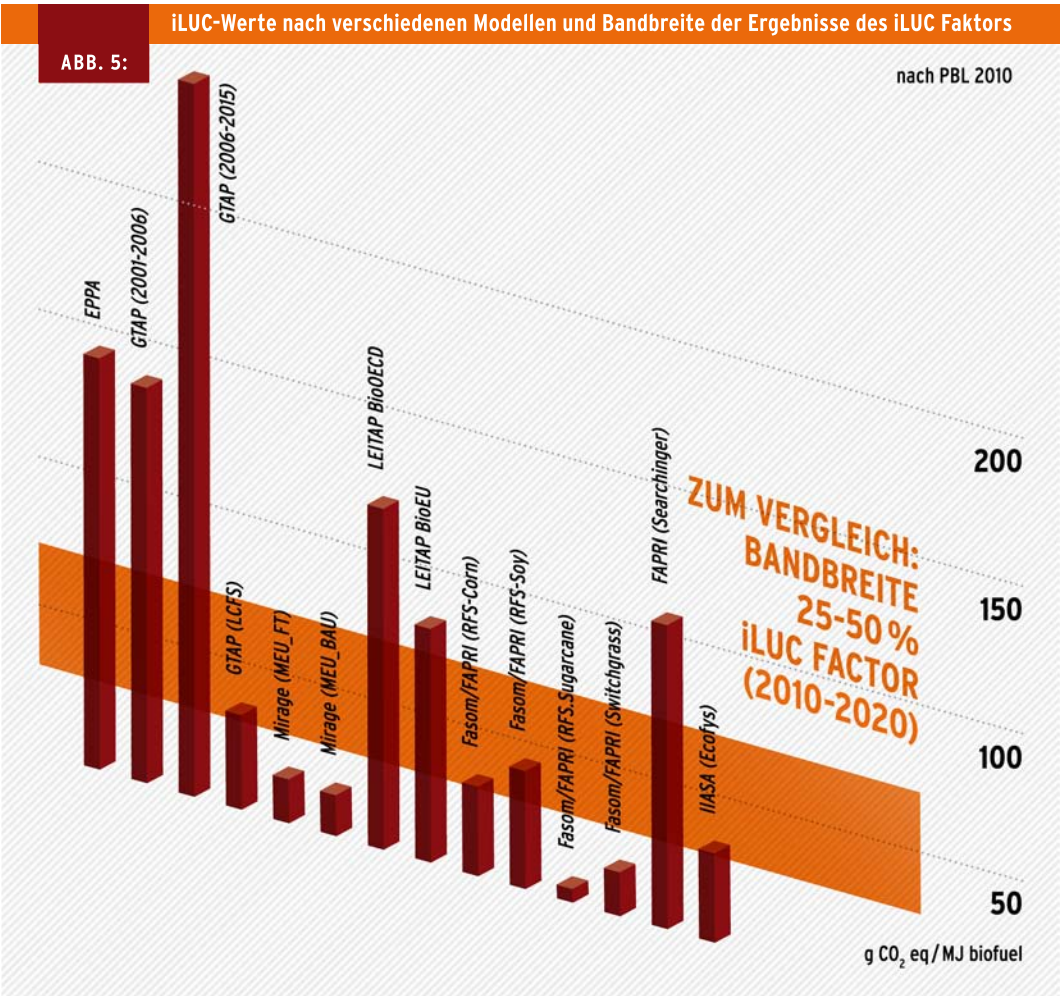
Die geschilderten Effekte werden sowohl direkt als auch indirekt durch die zusätzliche Nachfrage nach Nahrungs- und Futtermitteln zur Herstellung von Biokraftstoffen verstärkt und sind daher im Zuge einer umfassenden Bewertung diesen mindestens anteilig anzurechnen. Für das Beispiel indirekt verursachter THG-Emissionen durch die Produktion und Nutzung von Biokraftstoffen ist im Rah-

men des UBA-Forschungsprojekts Biomasse global (Fritsche, et al., 2010) der sog. iLUC-Faktor entwickelt worden, der für einzelne Biokraftstofflinien iLUC-Effekte quantifiziert. Es zeigte sich, dass unter Einbeziehung der Emissionen aus iLUC viele der derzeit gehandelten Biokraftstoffe die gesetzlich geforderten Mindesteinsparungen nicht oder nur sehr knapp erreichen und damit ein zentrales Argument für die öffentliche Förderung dieser Produkte, nämlich der Klimaschutz, nicht haltbar ist.

Neben dem UBA-Ansatz eines iLUC-Faktors, dem eine deterministische Methodik zugrunde liegt, wurden im vergangenen Jahr zahlreiche Studien zur Quantifizierung der iLUC-Effekte publiziert, die überwiegend auf komplexen ökonomischen Gleichgewichtsmodellen basieren. Mit wenigen Ausnahmen zeigen die Studien ebenfalls ein hohes Risiko für iLUC und resultierende THG Emissionen

auf. Emissionswerte des genannten iLUC-Faktors liegen im Mittelfeld der anderen Untersuchungsergebnisse (siehe Abbildung 5).

Die Einbeziehung indirekter Effekte in die Bewertung von Landnutzungsentscheidungen wird international kontrovers diskutiert. Auch die Europäische Kommission beschäftigt sich im Rahmen der weiteren Ausgestaltung von Nachhaltigkeitskriterien (auf diese wird an späterer Stelle genauer eingegangen) in der Erneuerbare Energien Richtlinie (RED) mit dem Thema iLUC und bestätigte auf Grundlage verschiedener Studien²² und nach einer umfangreichen Konsultation (2010) die Signifikanz von iLUC bzw. damit verbundener Risiken. Eine aktualisierte Studie (Laborde, 2011), die im Rahmen der Wirkungsanalyse zu den in der EU gesetzlich verankerten Biokraftstoffquoten („Impact Assessment“) durchgeführt wurde, bestätigt dies erneut.



4.5 BIOENERGIE IN DEN VERSCHIEDENEN ANWENDUNGSBEREICHEN UND MÖGLICHE ALTERNATIVEN IN DEUTSCHLAND

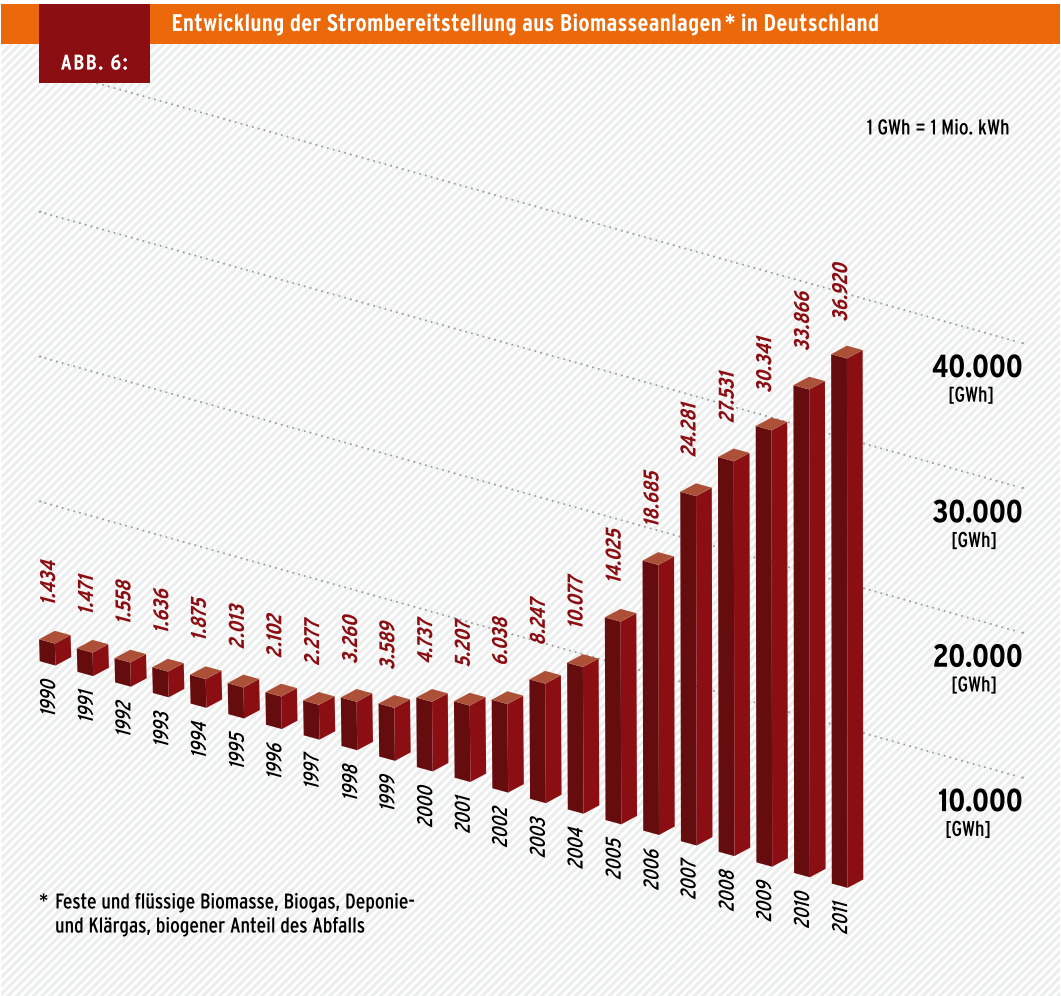
Zum derzeitigen Zeitpunkt nimmt die Bioenergie einen gewissen Stellenwert beim Endenergieverbrauch in Deutschland ein. Ende 2011 lag der Anteil der Bioenergie bei 6,1 % im Stromsektor, bei 9,5 % im Wärmesektor und bei 5,6 % im Verkehrssektor (BMU, 2012). Im Folgenden gehen wir auf die einzelnen Sektoren ein.

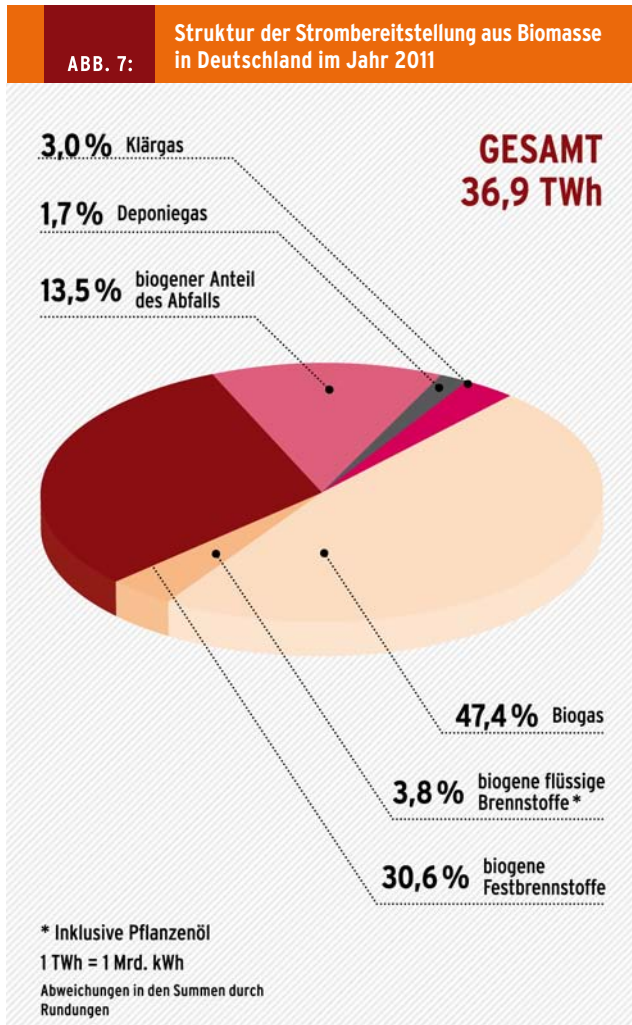
Bioenergie im Strombereich

In den letzten Jahren hat die Bedeutung der Bioenergie bei der Stromerzeugung zugenommen. Die folgende Graphik zeigt die Entwicklung der Strombereitstellung aus Biomasseanlagen in Deutschland. Demnach hat sich im Zeitraum zwischen 1990 und 2011 die Zahl der Anlagen von 1.434 auf circa 36.920 erhöht. Diese Anzahl beinhaltet Anlagen,

in denen feste und flüssige Biomasse, sowie Bio-, Deponie-, und Klärgas, und der biogene Anteil des Abfalls eingesetzt wird.

Wie Abbildung 7 zeigt, trugen diese 36.920 Biomasseanlagen 2011 mit 36,9 TWh zur Strombereitstellung bei, wobei der größte Anteil aus Biogas mit 47 % und biogenen Festbrennstoffen mit etwas über 30 % stammt. Der Anteil der verschiedenen Biomassearten am gesamten Endenergieverbrauch im Strombereich betrug: 2,9 % für Biogas, 1,9 % für biogene Festbrennstoffe, 0,8 % für den biogenen Anteil des Abfalls und 0,2 % für flüssige Brennstoffe (entsprechen: 17.500 GWh; 11.300 GWh; 5.000 GWh und 1.400 GWh)²³. Die vergütete EEG-Strommenge aus Biomasse betrug 25.146 GWh.





In vielen europäischen und deutschen Energieszenarien wird der Bioenergie eine signifikante Rolle im Stromsektor in den kommenden Jahrzehnten eingeräumt. Nach Ansicht des UBA könnte – perspektivisch gesehen – eine zu 100 % auf erneuerbaren Energien basierende Stromversorgung jedoch nahezu ohne Bioenergie auskommen (Klaus et al., 2010). Für die Gewährleistung eines sicheren und zuverlässigen Netzbetriebes ist die Nutzung von Biomasse aus technischer Sicht – sowohl in der Übergangszeit als auch langfristig – nicht erforderlich, da Alternativen bestehen. In der Übergangszeit kann dies problemlos durch Erdgaskraftwerke und langfristig gesehen durch Wasserstoff und eE-Methan gewährleistet werden.

Bioenergie im Wärmebereich

Die erneuerbare Wärmebereitstellung in Deutschland basiert derzeit fast ausschließ-

lich auf Biomasse. Wie die folgende Grafik zeigt, trug die Biomasse im Jahr 2011 mit knapp 91 % zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland bei, dies entsprach 138,4 TWh.

Ähnlich wie im Strombereich wird auch im Wärmebereich der Bioenergie in vielen Energieszenarien ein großer Anteil an der regenerativen Versorgung eingeräumt. Der Beitrag regenerativer Energien im Wärmebereich ist jedoch nicht prinzipiell an die Nutzung von Biomasse gekoppelt. Nach dem Ausschöpfen vorhandener Einsparpotenziale in Gebäuden kann die regenerative Wärmebereitstellung auch durch Solarthermie, Geothermie, regenerativen Strom, regenerativ erzeugten Wasserstoff oder Methan erfolgen. Aufgrund der Vielfalt dieser Alternativen und des perspektivisch rückläufigen Wärmebedarfes zur Raumwärmeversorgung ist die Nutzung von Biomasse aus technischer Sicht auch für diesen Energiebereich – sowohl in der Übergangszeit als auch langfristig – nicht erforderlich. Dies zeigt auch die UBA-Studie für das Jahr 2050, in welcher die gesamte Raumwärmeversorgung strombasiert mit solarthermisch unterstützten Wärmepumpen modelliert wurde (Klaus et al., 2010).

Bioenergie im Verkehrsbereich

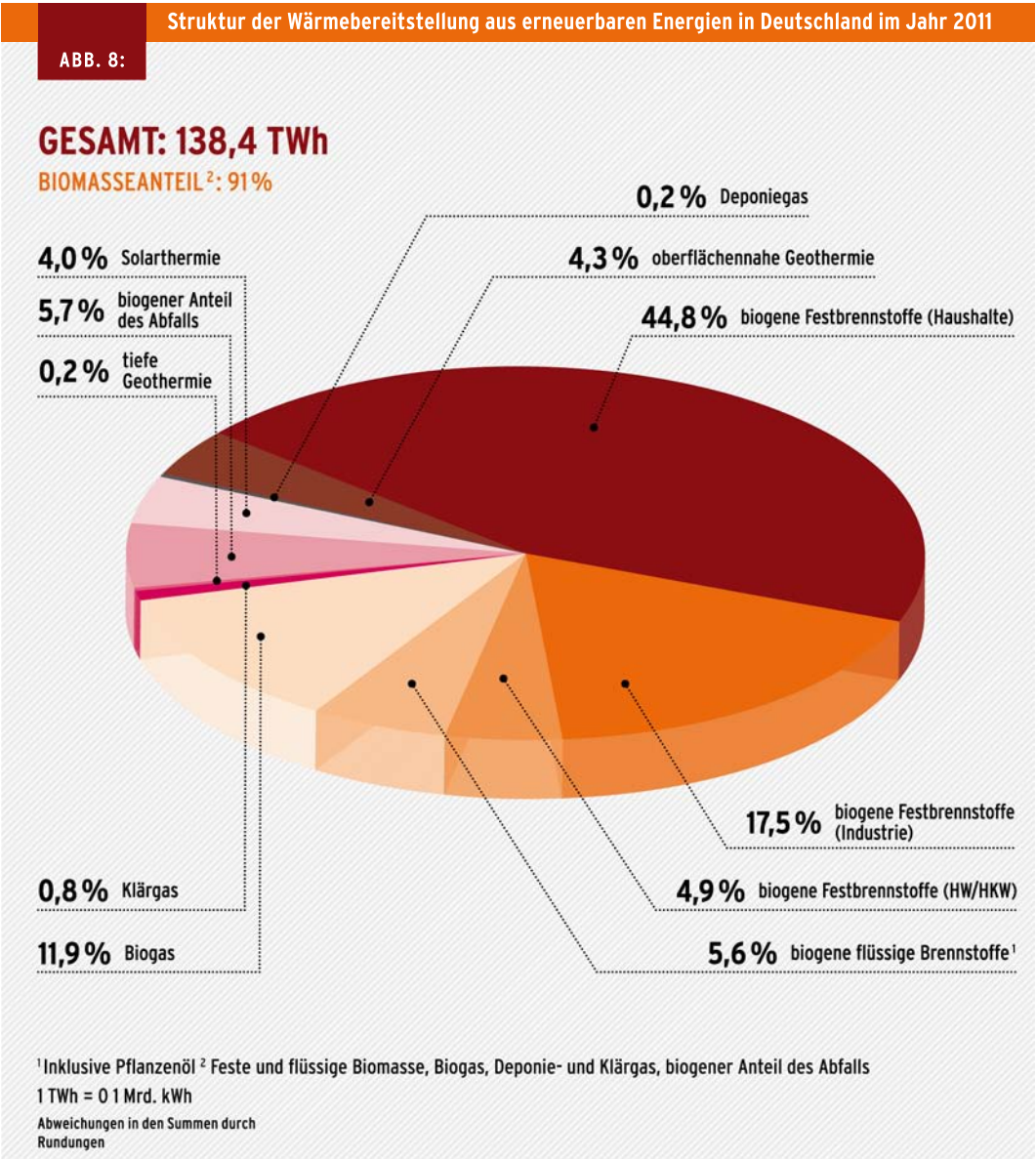
Auf dem verstärkten Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrssektor in Deutschland und Europa ruhten vielfältige Hoffnungen, von denen sich mittlerweile einige als unhaltbar darstellen. Die erhofften THG-Einsparungen werden durch die Einbeziehung der indirekten Landnutzungsänderungen (s. Kap. 4.4) relativiert, z. T. sogar überkompensiert. Die Abhängigkeit von Ölimporten könnte lediglich durch eine (verstärkte) Abhängigkeit von Biomasseimporten ersetzt werden, was angesichts der Zuspitzung der globalen Land- und Ressourcenkonkurrenz eine unsichere Alternative darstellt. Der Vorteil, dass ihre Einführung im Vergleich zu anderen Technologien einen geringen technischen und infrastrukturellen Aufwand erfordert, bleibt gültig.

Ein weiteres Argument, das zur Rechtfertigung der Beibehaltung der Biokraftstoff-Ausbauziele herangezogen wird, ist die Frage nach der (Nicht-)Ersetzbarkeit im Verkehrsbereich. Die Beantwortung dieser

Frage erstreckt sich auf mindestens zwei Dimensionen: Zum einen muss die technische Machbarkeit in realistischen Zeit- und Kostenkorridoren gegeben sein. Zum anderen müssen die Rohstoffpotenziale umwelt- und sozialverträglich nutzbar sein.

Der für 2050 geschätzte Primärenergieverbrauch des Verkehrssektors liegt nach Schätzungen des UBA²⁴ weltweit bei 468×10^{18} J, dieser steht einem globalen Bioenergiepotenzial von max. 100×10^{18} J/a gegenüber. Die bereits heute zum Anbau von Energiepflanzen genutzte Landwirtschaftsfläche beträgt global ca. 55 Mio. ha, vor allem für die Erzeugung von Biokraftstoffen. Je nach Standort,

Art und Regime des Energiepflanzenanbaus ist von einem Flächenertrag von $50\text{--}250 \times 10^9$ J/ha/Jahr auszugehen. Bei den folgenden Betrachtungen wird von einem gemittelten Energieertrag von 140×10^9 J je ha ausgegangen. Ein aktueller Vergleich der Energieverbräuche in den einzelnen Verkehrssparten des UBA (s. Anl. 2) zeigt für das Jahr 2010 den PKW-Bereich mit gut $1,3 \times 10^{18}$ J (2010) als den mengenmäßig größten Verbraucher von Energie. Er liegt weit vor dem Schiffsverkehr (ca. 430.000×10^{12} J), gefolgt vom Flugverkehr mit ca. 363.000×10^{12} J. Schätzungen des UBA zur Energieverbrauchsentwicklung für die Jahre 2030 und 2050 auf der Basis des Gutachtens "Treibhausgasneutraler Verkehr 2050"



(Öko-Institut, 2012) zeigen zum einen deutliche Energieverbrauchsrückgänge bei den Nutzfahrzeugen aufgrund von Effizienzgewinnen und technischem Fortschritt. Gleiches gilt für die Seeschifffahrt. Zum anderen wird ein enormer Anstieg im Energiebedarf beim Flugverkehr auf über 500.000×10^{12} J bis 2050 erwartet. Das bedeutet, dass der Flugverkehr künftig einer der größten Verbraucher von flüssigen Treibstoffen sein wird.

Der Antrieb im Flugverkehr wird aus heutiger Sicht auch 2050 durch (Propeller)-Turbinen erfolgen. Andere Antriebskonzepte (z. B. Elektro-Antrieb) sind angesichts des gegenwärtigen Forschungsstandes und der Langlebigkeit des Produktzyklusses nicht in nennenswerter Zahl in der Flotte von 2050 zu erwarten. Während im Kurzstreckenbetrieb tiefkalt/flüssiger gespeicherter Wasserstoff (H₂) als Kraftstoff zum Einsatz kommen kann, ist im Langstreckenbetrieb weiterhin vom Einsatz flüssiger Kraftstoffe auszugehen.

Flächenbedarf für die Produktion von Biotreibstoffen für den deutschen und weltweiten Personen- und Güterverkehr

Der zur vollständigen Deckung des Primärenergiebedarfs des deutschen Personen- und Güterverkehrs in den Jahren 2010 und 2050 errechnete Flächenbedarf für die Biokraftstoffbereitstellung ist in Abbildung 9 dargestellt. Bei der Berechnung dieser Flächenbedarfe wurden Energieeinspareffekte durch Effizienzverbesserungen, Verkehrsvermeidung und Verlagerungen berücksichtigt. Es wurde mit einer Konversionseffizienz von 60 % und einem gemittelten (relativ hohen) Flächenertrag von 140 GJ/ha gerechnet.

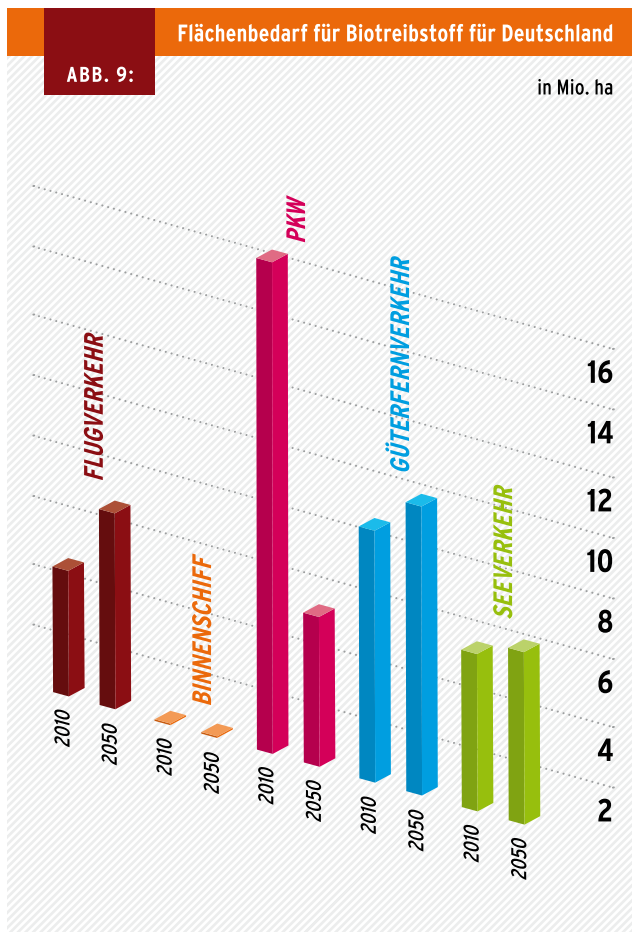
Ausblick auf den Verkehrsbereich 2050

Eine THG-neutrale vollständige Versorgung des Verkehrs mit erneuerbarer Energie (eE) kann aus heutiger Sicht im Jahr 2050 durch einen Kraftstoff-Mix aus eE-Strom, hieraus produziertem Wasserstoff²⁵ (e-H₂, für Elektro-Wasserstoff) und flüssigen e-Kraftstoffen (synthetische flüssige Kraftstoffe auf der Basis von eE-Strom und CO₂) sowie in begrenztem Umfang mit flüssigen Biokraftstoffen auf der Basis von Alt- und Reststoffen erfolgen.

Als Konversionswirkungsgrad sowohl von Strom als auch unspezifischer Biomasse zu Wasserstoff (H₂, tiefkalt/flüssig) bzw. flüssigen e-/Bio-Kraftstoffen wird 60 % angenommen.

- › In erster Linie sollte – wo technisch möglich – aus Effizienzgründen und der damit verbundenen Minimierung des eE-Primärenergiebedarfs, eE-Strom direkt verwendet werden (z. B. Bahn, batterieelektrische PKW (BEV für Battery Electric Vehicle)).
- › In zweiter Linie sollten – wo technisch möglich – H₂/BZ-Systeme (H₂/BZ für Wasserstoff/Brennstoffzellen) eingesetzt werden, da diese nach der direkten Stromnutzung die höchste Energieeffizienz erlauben.

Nur wo diese beiden Optionen aus technischen und/oder Kostengründen – soweit absehbar auch langfristig – nicht sinnvoll erscheinen, wird vom Einsatz flüssiger Kraftstoffe und/oder Verbrennungskraftmaschinen ausgegangen. Eine vollständige Substitution der für den weltweiten Verkehr benötigten Energiemenge durch Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse ergäbe unter mitteleuropäischen Ertragsverhältnissen





rein rechnerisch einen Flächenbedarf von rund $5,5 \times 10^9$ ha für das Jahr 2050. Dieser Flächenbedarf zeigt, dass eine vollständige weltweite Versorgung des Verkehrs mit Biokraftstoffen aus Anbaubiomasse aufgrund des Flächenbedarfs praktisch nicht möglich ist. Rechnerisch wäre etwa ein um den Faktor 100 höherer Flächenbedarf gegenüber der heute zur Biokraftstoffproduktion genutzten Fläche notwendig. Selbst wenn man für das Jahr 2050 annimmt, dass mit der Nachhaltigkeitszertifizierung weltweit THG-Minderungen von ca. 60 % bei Biokraftstoffen erreicht werden könnten, genügt das nicht, um die notwendigen THG-Minderungen im Verkehrsbereich, die aus Sicht des Klimaschutzes über 90 % liegen müssen, zu erreichen. Der notwendige Beitrag des Verkehrssektors zum Klimaschutz ist durch den Einsatz von anbaubasierter Biomasse allein nicht möglich. Auch die Kostenseite ist bei der Weiterentwicklung der Biokraftstoffe in der 3. Generation mit hohen Unsicherheiten verbunden, so dass völlig unklar ist, wie hoch die CO₂ Vermeidungskosten sein werden. Aus diesem Grund ist es unumgänglich, weitere Optionen für eine THG-neutrale Energieversorgung des Verkehrs zu entwickeln. Wenn durch Biokraftstoffe kein signifikanter Beitrag zum Klimaschutz im Verkehr geleistet werden kann, stellt sich die Frage nach anderen Optionen für eine THG-neutrale Energieversorgung des Verkehrs. Die grundsätzliche Forderung im Verkehrsbereich ist, dass die Gesamteffizienz des Verkehrssystems deutlich zunimmt. Dabei sind alle Potenziale zur Verkehrsvermeidung, Verkehrsverlagerung und der Erhöhung der technischen Effizienz auszuschöpfen.

Im Flugverkehr werden im Langstreckenbereich flüssige Kraftstoffe auch langfristig weiterhin erforderlich sein. Grundsätzlich könnte eine teilweise biobasierte Treibstoffversorgung unter Nutzung von Alt- und Reststoffen in Betracht kommen, wenn Effizienzgesichtspunkte dafür sprechen und unter der Voraussetzung, dass ökologische und soziale Schäden durch die strikte Überprüfung und Kontrolle von Nachhaltigkeitskriterien und möglichen Nutzungskonkurrenzen ausgeschlossen werden. Um das umsetzen zu können, ist es notwendig, ein weltweit geltendes Zertifizierungssystem aufzubauen.

Der Flugverkehr wird künftig der größte Verbraucher von flüssigen Treibstoffen sein.

Die Emissionen des Flugverkehrs führen zu einer etwa doppelten Klimawirksamkeit pro Energieeinheit im Vergleich zum bodennahen Verkehr – dies trifft auf biogene wie fossile Treibstoffe gleichermaßen zu. Deshalb sind hier neben der technologischen Weiterentwicklung von Flugzelle und Triebwerk dringend weitere Maßnahmen zur Erreichung der THG-Einsparziele notwendig, die sich auf die Abwicklung des Flugverkehrs beziehen. Durch die Kombination von technischen und organisatorischen Maßnahmen könnten bis 2050 die spezifischen Verbräuche im Luftverkehr um bis zu 50 % gesenkt werden²⁶.

Bioenergie im Emissionshandel

Die Emissionshandels-Richtlinie belegt den Ausstoß von Treibhausgasen in der Europäischen Union mit der Verpflichtung zur jährlichen Abgabe von Emissionsberechtigungen in Höhe der tatsächlichen Emissionen im Vorjahr, die aus der Durchführung einer emissionshandelspflichtigen Tätigkeit herühren. Vom EU-Emissionshandel erfasst sind emissionsintensive Energie- und Industrieanlagen sowie der Luftverkehr. Abgegeben werden müssen Zertifikate in Form von Emissionsberechtigungen, von denen jede einer Tonne Kohlendioxidäquivalent ($\text{CO}_2(\text{Ä})$) entspricht.

Im Jahr 2010 wurden im Emissionshandel allein in Deutschland ca. 45 Mio. t fester und mehr als 3 Mio. Nm^3 gasförmiger Stoffe eingesetzt, die rein biogenen Ursprungs gewesen sind oder zumindest über biogene Anteile verfügten. Dabei besteht der weitaus größte Teil der eingesetzten Biomasse aus Abfallbiomasse (vor allem Altholz und Abfälle der Papier- und Holzindustrie). Die CO_2 -Emissionen rein biogenen Ursprungs durch den Einsatz dieser Stoffe betrugen im Jahr 2010 schätzungsweise 25 Mio. t. Das entsprach einem Anteil von rund 5 % am gesamten Emissionsvolumen des deutschen Emissionshandelssektors. Unter anderem in Abhängigkeit von der Entwicklung der Preise für Emissionsberechtigungen muss mit einer erheblichen Steigerung dieses Anteils in der nahen Zukunft gerechnet werden. Der entsprechende Bedarf wird dabei zwangsläufig auch durch Importe in die Europäische Union gedeckt werden (vgl. Dena, 2011). Zudem hat bspw. RWE die zur Verstromung in seinen Anlagen (auch außerhalb Deutschlands) eingesetzte Menge an Biomasse von 0,9 Mio. t im Jahr 2007 bereits auf 2,3 Mio. t im Jahr 2010 erhöht und beabsichtigt, diese Kapazitäten weiter auszubauen (RWE, 2012). Auch Vattenfall (2011) und E.ON (2010) planen die energetische Nutzung von Biomasse weiterhin auszuweiten.

Flächenspezifische Energieerträge verschiedener erneuerbarer Energien

In der Gegenüberstellung verschiedener Optionen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen stellt die Frage der jeweiligen Flächeninanspruchnahme ein wichtiges Kriterium dar, da insbesondere fruchtbare Flächen zunehmend knappe Ressourcen mit entsprechendem Verteilungskonfliktpoten-

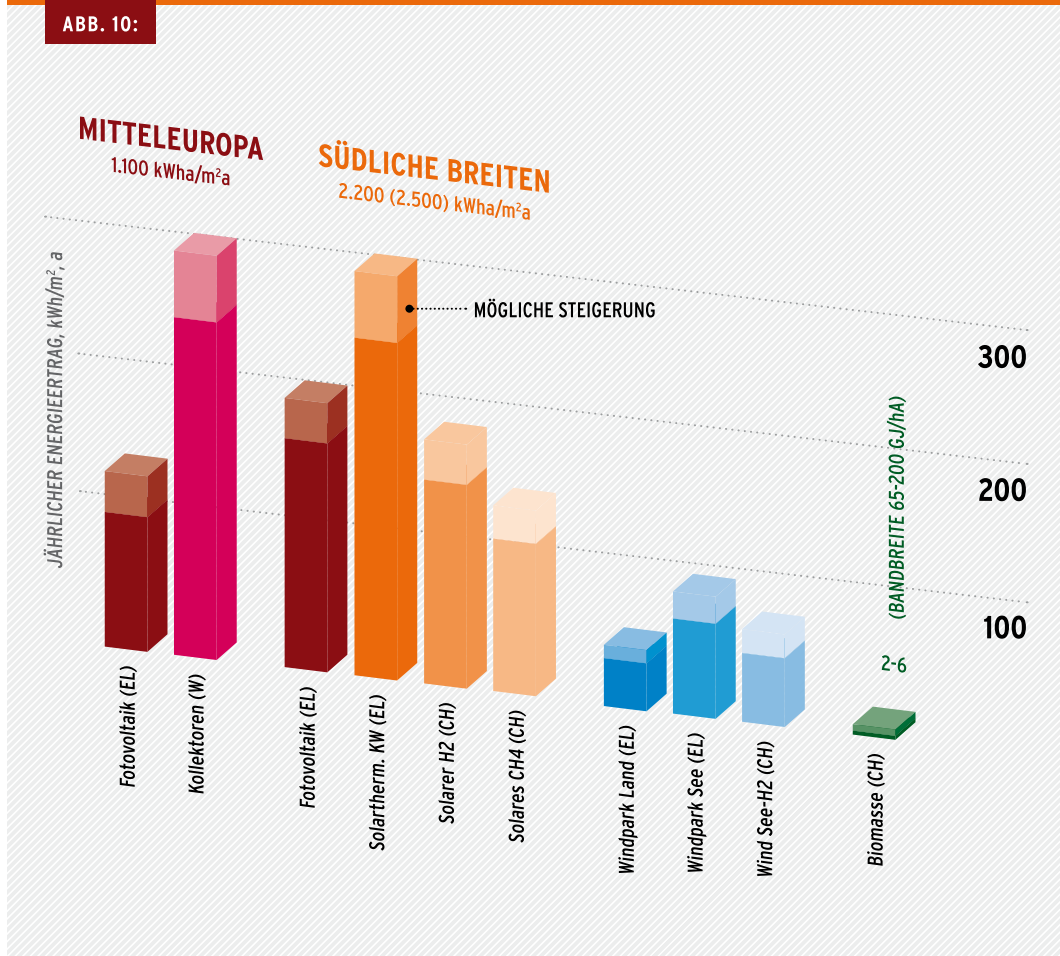
zial darstellen. Hierbei sind zwei Aspekte zu berücksichtigen. Zum einen ein qualitativer Aspekt, der die Art und eventuelle alternative Nutzungsoptionen der belegten Flächen einbezieht. Die Belegung von Dachflächen mit Photovoltaikanlagen erscheint im Kontext einer Landnutzungsdebatte weniger problematisch als die Belegung fruchtbarer Ackerflächen für eine energetische Nutzung, da hier keine Nutzungskonkurrenz besteht. Der zweite abwägungsrelevante Aspekt ist die Frage der Flächeneffizienz. Natürliche Energieströme weisen naturgemäß eine geringe flächenspezifische Energiedichte auf (BMU, 2012). Die flächenbezogenen Energieerträge verschiedener Nutzungstechniken der erneuerbaren Energien weisen jedoch signifikante Differenzen auf (s. Abbildung 10). Es ist deutlich erkennbar, dass die technische Nutzung von Solar- und Windenergie erheblich höhere flächenspezifische Energieerträge liefert als die energetische Nutzung von Anbaubiomasse (s. auch WBA, 2007).

Dies gilt auch für die Umwandlung in qualitativ gleichartige Energieträger. So lässt sich pro Flächeneinheit beispielsweise mehr Wasserstoff oder Methan aus Solarenergie gewinnen als speicherbare Bioenergieträger (BMU, 2012). Auch wenn eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität angenommen wird, ändert sich dieses Bild nicht grundsätzlich.

Zusammenfassung der Darlegungen zur Bioenergie

Ein entscheidendes Kriterium für energiepolitische Abwägungen angesichts der immer offensichtlicher werdenden Probleme des Bioenergieausbaus (z. B. Flächenverfügbarkeit, ökologische Effekte) ist die Frage nach den Alternativen zur Bioenergie. Auch in einem Energiesystem, das vollständig auf erneuerbaren Energien beruht, ist die energetische Nutzung von Biomasse für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit verzichtbar. Perspektivisch sind die Reduktion des Energieverbrauchs, Steigerung der Effizienz in der Erzeugung sowie die Umstrukturierung des Energiesystems auf der Basis von regenerativem Strom notwendig. Dieser regenerative Strom sowie die daraus durch Elektrolyse, Methanisierung und weitere katalytische Prozesse erzeugbaren regenerativen chemischen Energieträger können die Energieversorgung Deutschlands vollständig realisieren. Dies wird im Projekt „Treibhausneutrales Deutschland 2050“ (Klaus

ABB. 10:



et al, 2010) dargestellt. Auch eine vollständige Versorgung des Land- und Schiffsverkehrs kann 2050 THG-neutral durch einen Kraftstoffmix aus eE-Strom, hieraus produziertem Wasserstoff²⁸ (e-H₂) und flüssigen e-Kraftstoffen sowie gegebenenfalls in begrenztem Umfang mit flüssigen Biokraftstoffen auf der Basis von Alt- und Reststoffen erfolgen. Für diesen Weg wären jedoch auch bei effektiver Umsetzung von Energiesparmaßnahmen Importe von Strom, Wasserstoff bzw. Kohlenwasserstoff im großen Maßstab erforderlich. Diese können und sollten aus regenerativen Quellen stammen. Im Bereich Luftverkehr ist dagegen eine 100%-THG-neutrale Versorgung bis 2050 nicht absehbar, fossile Kraftstoffe werden voraussichtlich weiterhin benötigt und sind daher für den Flugverkehr zu reservieren. Voraussichtlich werden

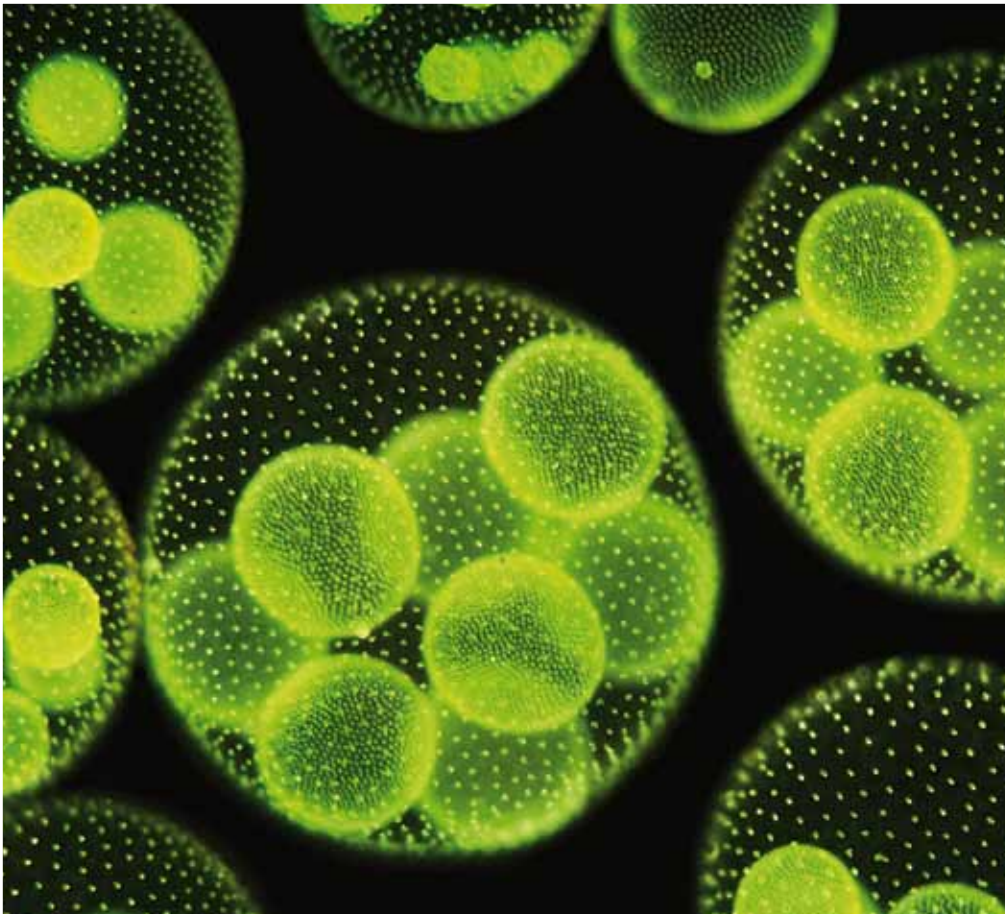
flüssige e-Kraftstoffe (synthetische flüssige Kraftstoffe auf der Basis von EE-Strom und CO₂) eine Rolle spielen, aber in begrenztem Umfang auch Biomasse auf der Basis von Alt- und Reststoffen sowie ggf. auch auf Basis weiterer Biomasse. Für letztere gilt als Voraussetzung, dass sie die oben genannten Kriterien bezüglich Nachhaltigkeit, Effizienz und Berücksichtigung von Nutzungskonkurrenzen erfüllt.

Exkurs zur Algenutzung

Die Nutzung von Mikroalgen als Rohstoff in Bioraffinerien wird seit einiger Zeit intensiv erforscht, da deren Photosyntheseleistung im Vergleich zu traditioneller Anbaubiomasse einen wesentlich höheren Wirkungsgrad erzielen kann. Unter optimalen Wachstumsbedingungen können Mikroalgen bis zu 5 % der Sonnenenergie in chemische Energie umwandeln, Landpflanzen hingegen nur 0,5 -1%. Aus Mikroalgen können genauso wie aus Landpflanzen biologisch abbaubare Biotreibstoffe gewonnen werden. Da Algen und Cyanobakterien viele sekundäre Stoffwechselprodukte produzieren, eignen sie sich auch zur Gewinnung von Chemikalien und Polymeren. Heute wird die Nutzung von Mikroalgen weitgehend im Labormaßstab umgesetzt.

Da Algen auf nicht fruchtbaren Flächen ganzjährig kultiviert werden können, steht deren Nutzung zur Herstellung von Treibstoffen oder Chemikalien kaum in Flächenkonkurrenz mit der konventionellen Biomasseproduktion.

Die reine Herstellung von Biotreibstoffen ist bisher noch nicht wirtschaftlich, daher wird die integrierte Gewinnung von hochpreisigen Chemikalien in Algenbioraffinerien angestrebt. Auf EU-Ebene werden gegenwärtig drei Demonstrationsprojekte gefördert, die den Anbau von Mikroalgen auf 10 ha anvisieren. Ziel dieser Projekte ist es fossile Treibstoffe durch biobasierte zu ersetzen. Sowohl aus technischer Sicht als auch im Hinblick auf die ökologische und ökonomische Bewertung besteht noch großer Forschungsbedarf.



¹²Im Begriff „Konsumniveau“ muss die qualitative Zusammensetzung (Stichwort Fleisch- und Milchproduktekonsum) unbedingt einbezogen werden.

¹³In der modernen Bioenergienutzung werden feste, gasförmige und flüssige Biomasse als sekundäre Energieträger verwendet, um daraus Wärme, Elektrizität, Kraftwärmekopplung, und Kraftstoffe zu gewinnen. (IPCC; 2011)

¹⁴Die Maispflanze weist spezielle morphologische und agrarökologische Merkmale auf, die v. a. im Zusammenspiel mit schlechtem Betriebsmanagement und bei großflächigem Anbau negativ im Hinblick auf den Schutz von Böden, Grundwasser und die agrarökologische Vielfalt zu beurteilen sind (z. B. späte Keimung und geringe Bodendeckung, wodurch die Erosionsgefahr steigt; Toleranz gegenüber hohen Nährstoffgaben, wodurch eine Nährstoffüberfrachtung ermöglicht wird; Selbstverträglichkeit und damit Eignung für Monokulturen). Darüber hinaus wird die regionale Dominanz der Maisbestände unter landschaftsästhetischen Gesichtspunkten in der breiten Öffentlichkeit sehr kritisch diskutiert („Vermaisung“ der Landschaft) und auch die Verdrängung alternativer Nutzungen (z. B. Milchwirtschaft) durch die drastisch steigenden Pachtpreise missbilligt.

¹⁵Die große Spannbreite der Potenzialangaben ergibt sich aus den beschriebenen unvermeidbaren methodologischen Schwierigkeiten.

¹⁶Bei Anbau-Biomasse für Energiezwecke ist zu beachten, dass ihre Flächeneffizienz im Vergleich zu allen anderen EE relativ gering, ihr Substitutionspotenzial niedrig und ihr Beitrag zum Klimaschutz im Vergleich zu anderen Möglichkeiten ineffizient ist (d. h. die Kosten je Tonne vermiedener CO₂-Äquivalente sind hoch).

¹⁷Die Nationale Akademie der Naturforscher Leopoldina (2012) leitet die Gesamtbilanz Deutschlands aus der nationalen Nettoprimärproduktion (NPP) in Gegenüberstellung zur konsumierten Biomasse ab. Demzufolge ist Deutschland bereits jetzt Netto-Importeur von Biomasse¹⁷ in Höhe von etwa einem Drittel seines Konsumniveaus. Eine Ausweitung der energetischen Nutzung von Anbaubiomasse würde diese Bilanz noch weiter in Richtung Handelsdefizit verschieben.

¹⁸Szenario „Naturschutz-Plus“. Die DLR-Studie ihrerseits greift hinsichtlich Abfallbiomasse auf die Studie „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“ zurück. (ÖI, UMSICHT, IE, IFEU, IZES, TUBS, TUM; im Auftrag des BMU, 2004)

¹⁹Sie stammen überwiegend aus tierischen Exkrementen und Einstreu mit 24 TWh/a und zu geringen Anteilen aus organischen Siedlungsabfällen und Klärschlämmen (je 6 TWh/a). Die direkt verfeuerbaren festen Reststoffe haben 162 TWh/a Primärenergieinhalt. Ca. 50 TWh/a stammen aus Wald- und Schwachholz, 19 TWh/a aus Altholz, 15 TWh/a aus Industrierestholz und ca. 15 TWh/a aus Stroh.

²⁰In einer Studie zur globalen Akquisition von Land nennen Anseeuw et al (2011) Flächen von 203 Mio. ha, die zwischen 2002 und 2010 vornehmlich in Afrika (134 Mio. ha) und Asien (29 Mio. ha) gehandelt wurden. Demnach sind 78 % des gehandelten Landes, für das die beabsichtigte Nutzung bekannt ist, zur landwirtschaftlichen Produktion vorgesehen, davon ca. 3/4 für Energiepflanzen. In den verbleibenden 22 % stecken Anteile großflächiger Holzplantagen. Insgesamt kann die Bioenergie also als ein Hauptverursacher der

Transformation und Ausweitung globaler land- und forstwirtschaftlicher Flächennutzung betrachtet werden. (Anseeuw et al. 2011)

²¹Sowohl neue Nutzungsformen auf bestehenden landwirtschaftlich genutzten Flächen als auch die Konversion zusätzlicher Flächen verdrängen mit den traditionellen Nutzungsformen auch die darauf spezialisierten Nutzer, insbesondere Frauen. So werden bspw. durch großflächige Landakquisitionen Pastoralisten in bewaldete Gebiete verdrängt, wo es zu Konflikten mit Kleinbauern und Nutzern von Waldprodukten kommt. Viele der traditionellen Landnutzer verlieren im Zuge dieser Verdrängungsdynamik ihre Lebensgrundlagen und wandern in die weltweit wachsenden Städte ab. Häufig arbeitsintensive nachhaltige und lokal angepasste Formen der Landnutzung geraten nachfolgend vielfach in Vergessenheit oder sind aufgrund von Arbeitskräftemangel ohne Weiteres nicht mehr möglich.

²²U. a. (Al-Riffai, et al., 2010)

²³Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) Stand: 08. März 2012 (http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/msexcel/ee_zeitreihe.xls)

²⁴Siehe Anlage 2, S. 105

²⁵Statt Wasserstoff (H₂) können auch andere gasförmige Kraftstoffe zum Einsatz kommen, etwa Methan. Ob z. B. bei LKW oder Schiffen H₂ oder CH₄ zum Einsatz kommt, wird im Wesentlichen von Kosten (z. B. für (Hochtemperatur)-Brennstoffzellen, Methanisierung, Infrastruktur) abhängen. Die Ergebnisse der Betrachtungen in diesem Zusammenhang hängen hiervon nicht wesentlich ab.

²⁶TU Berlin 2008 (im Auftrag BMU); Zusammenfassende Darstellung der Effizienzpotenziale bei Flugzeugen unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Triebwerkstechnik sowie der absehbaren mittelfristigen Entwicklungen (FKZ UM 07 06 602/01)

²⁷5 MW-Anlagen, Aufstellichte 20 MW/km²; Bezug auf gesamte Fläche (EL: Elektrizität, W: Wärme, CH: chemischer Energiespeicher)

²⁸Statt Wasserstoff können auch andere gasförmige Kraftstoffe zum Einsatz kommen, etwa Methan. Ob z. B. bei LKW oder Schiffen Wasserstoff oder Methan zum Einsatz kommt, wird im Wesentlichen von Kosten (z. B. für (Hochtemperatur)-Brennstoffzellen, Methanisierung, Infrastruktur) abhängen. Die Ergebnisse der Betrachtungen in diesem Zusammenhang hängen hiervon nicht wesentlich ab.

5.

**Zentrale Handlungsfelder für
eine nachhaltige Nutzung
von Landflächen und Biomasse**



Biomasse ist eine erneuerbare, jedoch begrenzte Ressource, deren Nutzung ein hohes Konfliktpotenzial birgt. Der Anbau von Biomasse beansprucht knappe Ressourcen, insbesondere land- und forstwirtschaftlich nutzbare Flächen, Wasser, Energie und weitere begrenzt verfügbare Produktionsmittel (bspw. Phosphor). Der weltweite Bedarf nach diesen Ressourcen übersteigt in absehbarer Zeit die verfügbaren (Regenerations-) Kapazitäten, die verfügbare Fläche je Erdenbewohner nimmt kontinuierlich ab. Dies wirft Verteilungsfragen auf, die einer Beantwortung unter Berücksichtigung ethischer Aspekte bedürfen. Ernährungssicherung muss Vorrang vor der Produktion nachwachsender Rohstoffe haben, um grundlegende Vereinbarungen zu den Entwicklungszielen der Vereinten Nationen nicht zu gefährden²⁹. Um eine weitere Destabilisierung des Gesamtsystems Erde zu vermeiden, müssen grundlegende

Änderungen in der globalen Landnutzung erfolgen.

Zentrale Handlungsansätze für eine nachhaltige Entwicklung der Landnutzung sind

- › ein notwendiger Wandel im agrarischen Landnutzungs- und Ernährungssystem der Industriestaaten durch Umstellung auf ressourcenschonende, umweltverträgliche Wirtschafts- und Konsumweisen,
- › der Stopp der globalen Entwaldung und der Schutz der Primärwälder und anderer Ökosysteme, die zur Kohlenstoffspeicherung und zum Schutz und zur Bewahrung der globalen Biodiversität und zum dauerhaften Schutz intakter Ökosysteme wichtig sind,
- › der Ausbau der Landnutzungsplanung auf nationaler und internationaler Ebene als ein wesentliches Steuerungsinstrument für die Priorisierung der unterschiedlichen Flächenansprüche,
- › der Schutz der Böden zur Sicherung der Produktionsgrundlagen,
- › Quantitatives und qualitatives Wassermanagement in eine nachhaltige Landnutzung zu integrieren.

Maßnahmen, die eine nachhaltige Entwicklung der Landnutzung forcieren wollen, sollten darauf ausgerichtet sein, die Rahmenbedingungen so zu setzen, dass

- › Anreize für eine nachhaltige Produktion und einen nachhaltigen Konsum gegeben sind,
- › Wissen und Bewusstsein bei Anbietern und Nachfragern hergestellt wird über die Folgen von speziellen Lebensstilen und besonders von Ernährungsverhalten.

Der Hauptansatzpunkt für die Ernährungssicherheit, ein Kernziel einer nachhaltigen Biomasseproduktion und ressourcenschonenden Landnutzung, ist die Reduktion der Armut, denn Armut ist die Hauptursache für Unterernährung und Hunger. Nicht nur die globale Nahrungsverfügbarkeit, sondern der Zugang zu Nahrung dazu ist wesentlich. Daher kommt der Armutsbekämpfung neben den notwendigen umweltpolitischen Zielsetzungen eine mindestens gleichgewichtige Rolle zu. Armutsbekämpfung trägt auch zum Umweltschutz bei, da viele Formen nicht-nachhaltiger Landnutzung ursächlich auf Armut zurückzuführen sind.



5.1 ÖKOSYSTEME UND IHRE FUNKTIONEN SCHÜTZEN UND ERHALTEN

Wälder schützen und nachhaltig nutzen

Wälder haben weltweit eine hohe Bedeutung für den Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen. So ist ein Großteil der globalen Tier- und Pflanzenarten in Wäldern zu finden. Natürliche und naturnahe Waldökosysteme sind somit für den Schutz der biologischen Vielfalt unverzichtbar. Wälder sind wesentliche Elemente im globalen Kohlenstoffkreislauf sowie Klimasystem und tragen auf vielfältige Weise zur Regulierung des regionalen Klimas bei. Die vielfältigen Schutzfunktionen der Waldökosysteme sind ein entscheidender Beitrag zur Sicherung unserer täglichen Bedürfnisse.

Der Stopp der Entwaldung ist somit aus vielfältiger Sicht dringend erforderlich, dabei sind der Erhalt der Biodiversität sowie die Einhaltung des 2-Grad-Ziels³⁰ die vorrangigen Ziele. Primärwälder sollten daher strikt geschützt werden und lediglich eine traditionelle Nutzung ermöglicht werden. Dafür sind die bestehenden internationalen Prozesse und Instrumente wie der REDD+ Mechanismus zu nutzen.

Die Nutzung von bereits bewirtschafteten Wäldern ist weltweit strikt an das Nachhaltigkeitsprinzip zu koppeln, wozu nach unserem Verständnis insbesondere auch der Erhalt ihrer ökosystemaren Dienstleistungen gehört. Anspruchsvolle Zertifizierungssysteme für nachhaltige Waldwirtschaft und die Verwendung zertifizierten Holzes bieten ein geeignetes Mittel zur globalen Umsetzung und sind auszubauen. Mit Blick auf die globale Landnutzung liegt ein Schwerpunkt im Bereich Klimaschutzpolitik. Nicht nur hierfür ist der Stopp der Entwaldung dringend erforderlich. Holz ist sowohl national wie auch global der mengenmäßig bedeutendste nachwachsende Rohstoff. Die von der Bundesregierung in verschiedenen Strategien und Aktionsplänen vorgegebenen Ziele zur steigenden stofflichen Nutzung (z. B. Waldstrategie 2020, Charta für Holz, Nationaler Aktionsplan zur stofflichen Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen) und der klimapolitisch bedingten verstärkten energetischen Nutzung von Holz (z. B. Waldstrategie 2020, Nationaler Biomasseaktionsplan) werden dazu führen, dass der Bedarf an Holzrohstoffen in Deutschland weiter steigen wird. Der dadurch mögliche steigende

Nutzungsdruck auf die Wälder birgt die Gefahr, die bereits erreichten Veränderungen und Fortschritte einer umweltverträglichen Waldnutzung (z. B. den Aufbau stabiler Mischwälder) zu konterkarieren und die Ziel- und Nutzungskonflikte weiter zu verschärfen. So kann zum Beispiel durch Vollbaumernte oder Nutzung von Reisigholz eine Übernutzung der Waldbestände insbesondere hinsichtlich der Nährstoffbilanzen eintreten, die eventuell bei einer reinen Mengenbetrachtung (Zuwachs zu Nutzung) nicht ersichtlich ist. Bei Anwendung der Ganzbaumernte oder der Stockholznutzung tritt hier zusätzlich eine erhebliche Beeinträchtigung des Bodengefüges auf. Auch der verstärkte Einsatz von Holzerntemaschinen kann durch das häufige Befahren zu negativen Folgen führen.

Um sowohl die Produktivität und die ökosystemaren Leistungen der Waldökosysteme als auch deren ökonomische Bedeutung zu erhalten sowie die Sicherung der Biodiversität auf ganzer Fläche unter unsicheren klimatischen Bedingungen zu erreichen, muss in bewirtschafteten Wäldern eine nachhaltige, multifunktionale Forstbewirtschaftung etabliert werden. Dies wird aus Sicht des Umweltbundesamtes im Wesentlichen nur durch einen naturnahen und umweltverträglichen Waldbau ermöglicht. Auch national sollte die Sicherung des Kohlenstoffspeichers Wald vorrangig betrachtet werden. Ertragssteigerungen dürfen nur im Rahmen des natürlichen Nährstoffnachlieferungsvermögens der Böden erreicht werden. Dabei sollte die künstliche Zufuhr von Nährstoffen nur im Ausnahmefall und als Sanierungsmaßnahme erfolgen, wenn aufgrund früherer Belastungen eine ausgewogene Ernährung der Waldbestände nicht gesichert ist.

Das UBA erarbeitet daher in verschiedenen Forschungsprojekten Nachhaltigkeitsanforderungen, um zu gewährleisten, dass die Nutzung von Biomasse wie z. B. Holz eine positive Klimabilanz aufweist und nicht zu neuen Umweltbelastungen oder zur Verschärfung bestehender Umweltprobleme beiträgt.



Den Bodenschutz voranbringen

Boden ist ein unverzichtbares, begrenztes und nach menschlichen Maßstäben nicht erneuerbares Gut. Aus diesem Grund sind Regelungen nötig, die sicherstellen, dass die Bodenverluste in Form von Bodendegradation durch nicht nachhaltige Bewirtschaftungsformen und Kontaminationen und Versiegelung (durch Überbauung) auf Dauer nicht größer sind als die Menge Boden, der im Rahmen natürlicher Prozesse gebildet wird.

Boden ist ein unverzichtbares, begrenztes und nach menschlichen Maßstäben nicht erneuerbares Gut.

Darüber hinaus sind Anstrengungen zu unternehmen, damit bereits eingetretene Bodenschädigungen soweit möglich rückgängig gemacht werden. Beispiele dafür sind die Entsiegelung nicht mehr benötigter Infrastrukturfleichen und die Sanierung kontaminierter Standorte. Diese Maßnahmen sind in aller Regel sehr kapital- und arbeitsaufwendig, was die Notwendigkeit und gleichzeitig die ökologische wie auch ökonomische Vorzüglichkeit einer ausreichenden Vorsor-

ge deutlich macht. Die Nutzung des Bodens liegt vorrangig in privater, teilweise auch in nationalstaatlicher Hand. In den allermeisten Fällen ist jedoch nicht nur der Besitzer, sondern auch die Öffentlichkeit von den Folgen der Bodendegradation betroffen. Im Rahmen von Wassererosion kommt es nicht nur zum Verlust der Bodenfruchtbarkeit vor Ort („On-Site“ Schäden), sondern auch zur Eutrophierung von Oberflächengewässern mit schwerwiegenden Folgen für die Gewässerökologie und Artenvielfalt („Off-Site“ Schäden). Der Abbau organischer Bodensubstanz durch humuszehrende Fruchtfolgen und eine nicht ausreichende Rückführung landwirtschaftlicher organischer Reststoffe hat negative Auswirkungen auf das Bodengefüge vor Ort, führt aber auch dazu, dass der Boden seine Funktion als zweitgrößter aktiver Kohlenstoffspeicher der Erde nicht ausreichend wahrnehmen kann und als zusätzliche CO₂-Quelle den Klimawandel beschleunigt.

Auch ein regional begrenztes Einbrechen der Nahrungsmittelproduktion, beispielsweise als Folge von Bodendegradation und Wüstenbildung in der Sahelzone, hat in Zeiten globaler Agrarmärkte und grenzüberschreitender Migrationsbewegungen Auswirkungen auch auf nicht unmittelbar betroffene Regionen. Diese Beispiele machen deutlich, dass die Folgen einer nicht nachhaltigen Bodennutzung weit über die eigentlichen Grundstücksgrenzen und auch über



die nationalstaatlichen Grenzen hinaus wirksam werden. Der Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und der ökologischen Bodenfunktionen liegt also nicht nur im privaten und nationalstaatlichen Interesse, sondern ist auch auf globaler Ebene von Belang. Der Schutz der Böden sollte deswegen nicht nur auf nationaler Ebene sondern auch auf europäischer Ebene – beispielsweise über die Verabschiedung der EU-Bodenrahmenrichtlinie und durch bessere Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik – vorangebracht werden.

Auch auf globaler Ebene besteht ein Handlungsdefizit, da die bisherigen internationalen Abkommen, allen voran die VN-Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung, aber auch die VN-Konvention über die biologische Vielfalt und die VN-Klimarahmenkonvention bisher nur Teilbereiche des Bodenschutzes abdecken und keine ausreichende Wirksamkeit entfalten konnten.

Aus diesem Grund ist zunächst dafür zu sorgen, dass der Relevanz des Bodenthemas auf internationaler Ebene vermehrt Beachtung geschenkt und ein globaler Kommunikations- und Kooperationsprozess eingeleitet wird, der sowohl wissenschaftliche, politische als auch rechtliche Aspekte abdeckt. Dazu gehört auch eine umfassende, globale Berichterstattung über den Zustand der Böden und die Entwicklungstendenzen, damit Politikberater und Entscheidungsträger über eine verlässliche Entscheidungsgrundlage

ge verfügen. Aus Sicht des UBA bedarf die Frage des Bodenschutzes auf globaler Ebene langfristig einer Weltordnungspolitik (Global Governance), die auch international verbindliche Regelungen zum Bodenschutz miteinschließt.

Biodiversität schützen und fördern

Biodiversitätsbelange in allen Politikbereichen zu berücksichtigen, ist ein Kernanliegen des Strategischen Plans zur Erhaltung der Biodiversität 2011-2020 der CBD³¹ und der EU-Biodiversitätsstrategie (2011)³². Auch die nationale Strategie zur biologischen Vielfalt der Bundesregierung (2007) greift dieses Ziel auf. In Bezug auf die Land- und Forstwirtschaft – einschließlich Bioenergieproduktion – nennt sie die Sicherung der Lebensgrundlagen vielfältiger Tier- und Pflanzenarten durch nachhaltige Landnutzung und enge Kooperation von Land- und Forstleuten mit dem Naturschutz als Qualitätsziele und untersetzt sie mit Maßnahmenvorschlägen. Änderungen in Landnutzungsmustern, beispielsweise die großflächige Umstellung auf Energiepflanzenanbau, sind ex ante auf ihre Kongruenz mit diesen Zielen zu prüfen, wenn sie mit öffentlichen Geldern gefördert werden. Für die Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur Biodiversität sind Indikatoren sowie Monitoringsysteme und -verfahren ständig weiterzuentwickeln.

Die Geschichte der Landschaften Mitteleuropas zeigt, dass bei großflächiger Betrachtung die Landnutzung durch den Menschen nicht zwangsläufig zu einer Verringerung der Vielfalt der Lebensräume, Arten und Genreserven führen muss. Durch die Landnutzung wurden sogar vielfältige neue Lebensräume geschaffen, die Existenzmöglichkeiten für eine größere Anzahl von Arten als zuvor eröffneten. Allerdings werden bei solchen Prozessen tendenziell hochspezialisierte Arten zugunsten von Generalisten verdrängt.

Um zum einen das Potenzial einer strukturreichen Kulturlandschaft für die biologische Vielfalt zu nutzen und zum anderen Lebensräume für die bedrohten Arten zu erhalten, sind unterschiedliche Handlungsoptionen zu nutzen. Noch verbliebene natürliche und naturnahe Lebensräume müssen in ausreichender Größe geschützt werden, wobei den unabwendbaren Veränderungen durch den Klimawandel nur durch eine noch bessere Vernetzung der Schutzgebiete untereinander ansatzweise begegnet werden kann. Der zusätzlichen Einbeziehung von Umwelt- und

Naturschutzmaßnahmen in die Landnutzung kommt eine mindestens ebenso große Bedeutung zu. Im Zusammenhang mit der Erzeugung biogener Rohstoffe liegt die Lösung in einer Erweiterung des Spektrums landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und Anbausysteme anstelle der heute verbreiteten Monokulturen.

Zum Schutz der Biodiversität sollte das Spektrum landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und Anbausysteme erweitert werden anstelle der heutigen Monokulturen.

Zahlreiche Handlungsoptionen zum Schutz der biologischen Vielfalt wurden bereits in den anderen Abschnitten dieses Kapitels explizit aufgeführt oder indirekt mit berücksichtigt, wobei sich deutliche Synergien mit anderen Schutz- und Nachhaltigkeitszielen zeigen. Im Folgenden werden zum weltweiten Schutz der biologischen Vielfalt wesentliche Aspekte ergänzt. Zertifizierungssysteme können die breite Anwendung dieser Grundsätze unterstützen (siehe Kap. 5.5). Räumliche/ökologische Planung: In Anbetracht des zunehmenden Nutzungsdrucks und der Flächenkonkurrenzen ist es dringend erforderlich, weltweit mit anerkannten wissenschaftlichen Methoden die Bedeutung und die nachhaltigen Nutzungspotenziale der Ökosysteme zu ermitteln. Das ist eine unabdingbare Voraussetzung, um mit Verfahren der Raumordnung und Landschaftsplanung Vorranggebiete für die einzelnen Nutzungen auszuweisen, und Anforderungen an ihren Schutz und die nachhaltige Nutzung zu formulieren. Je nach Schutzwürdigkeit und Empfindlichkeit sind geeignete Maßnahmen und Instrumente auszuwählen, um entweder Umwelt- und Naturschutzziele in die Anbauverfahren zu integrieren oder, wo erforderlich, Gebiete ganz der natürlichen Entwicklung zu überlassen. Neben Primärwäldern sollten auch besonders wertvolle natürliche Ausprägungen anderer Ökosystemtypen, wie Steppen und Savannen, artenreiches Grünland, Moore, Feuchtgebiete und Auen sowie Gebiete mit historischen Nutzungen

in ausreichender Größe bewahrt und untereinander vernetzt werden. Soweit möglich, sollten degradierte und devastierte Gebiete rekultiviert und renaturiert werden, wobei Biomasseproduktion mit der Förderung der biologischen Vielfalt verknüpft werden kann.

In diesem Handlungsfeld gibt es in sehr vielen Ländern enormen Nachholbedarf. Zunächst müssen oft Eigentumsverhältnisse geklärt und gesetzliche Grundlagen geschaffen werden. Die Umsetzung scheitert oft an den politischen Verhältnissen, an extremer Armut, aber auch an fehlenden Verwaltungsstrukturen und Kontrollmechanismen sowie mangelndem Wissen. Deutschland kann gemeinsam mit den europäischen Partnern durch gezielte Entwicklungs- und Außenpolitik, durch Finanzierung und Wissenstransfer die Ziele der CBD im Bereich Agrarproduktion und Wald unterstützen. Die Quantifizierung, Kartierung und, soweit sinnvoll und nachvollziehbar möglich, die Inwertsetzung von Ökosystemleistungen stellen einen wichtigen Beitrag dar, um den Wert intakter Ökosysteme und ihrer Vielfalt an Arten und Genen im Vergleich mit anderen Landnutzungsarten zu verdeutlichen und zukünftig besser zu berücksichtigen.

Optimierte Anbausysteme: Während es Ziel sein muss, integrierte, d. h. umweltschonende Anbauverfahren weltweit überall durchzusetzen, sollte der zertifizierte ökologische Landbau als besonders biodiversitätsschonende Produktionsweise gezielt gefördert und besonders dort unterstützt werden, wo nur mit diesen Methoden langfristig Acker- oder Grünlandnutzung möglich ist. In diesem Zusammenhang ist auch die Erhaltung und Nutzung regionaler Kulturpflanzenarten und -sorten ein wichtiger Aspekt. Sie sind an die natürlichen Gegebenheiten angepasst und bringen bei geringem Einsatz von Ressourcen und Energie langfristig oft stabilere Erträge als die meisten für intensive Produktionsmethoden gezüchteten Hochleistungssorten. Neben diesen Maßnahmen zur Agrobiodiversität auf der Ebene der Arten und Gene, trägt eine große Strukturvielfalt in der Landschaft zur Vielfalt der Lebensräume als dritte Betrachtungsebene der Biodiversität bei. Je nach Eignung der Standorte können dazu z. B. vielfältige einjährige und mehrjährige Pflanzen, Mehrkultursysteme, Agroforstsysteme, Energiegräser und Kurzumtriebsplantagen im räumlichen und zeitlichen Wechsel beitragen. In vielen Regionen der Erde sind einige dieser Anbausysteme noch als histori-

sche Nutzungsformen präsent. In Europa werden sie derzeit wiederentdeckt, weiterentwickelt und durch innovative Anbauformen ergänzt. Ihr Flächenanteil in Deutschland ist aber noch sehr gering. In diesem Bereich besteht hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Mit Wasserknappheit umgehen und Gewässerqualität verbessern

In vielen Regionen mit ungünstigen klimatischen Bedingungen ist die Bewässerung in der Landwirtschaft Voraussetzung für den Anbau von Nahrungs- und Rohstoffpflanzen. Ein hoher landwirtschaftlicher Wasserverbrauch hat Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit für andere Nutzungen und auf wasserabhängige Ökosysteme. Die Regulierung des landwirtschaftlichen Wasserbedarfes ist damit auch zentraler Bestandteil einer nachhaltigen Landnutzung.

Eine Reduzierung von Gewässerverunreinigungen, verursacht durch die landwirtschaftliche Produktion, kann nicht direkt durch technische Eingriffe in den Grund- und Oberflächen-gewässern oder Weltmeeren erfolgen, sondern muss an der Verminderung der Nähr- und Schadstoffeinträge aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen ansetzen. Maßnahmen, welche die Verunreinigung der Wasserressourcen aus der Landwirtschaft reduzieren, müssen regional ergriffen werden und an den Ursachen der Probleme ansetzen.

Für ein qualitatives und quantitatives Wassermanagement ist es deshalb erforderlich:

- › den landwirtschaftlichen Wasserbedarf und die Intensität der Flächennutzung im Rahmen einer integrierten Gewässerbewirtschaftung in Flusseinzugsgebieten zu lenken,
- › Nutzungs- und Verfügungsrechte über Wasser zum Wohle der Allgemeinheit zu regulieren, d. h. den Zugang zu Wasser grundsätzlich allen Landnutzern zu eröffnen und andere Wassernutzungen neben der landwirtschaftlichen zu ermöglichen,
- › in Gebieten mit Wasserknappheit Prioritäten für die Landnutzungen zu setzen. Dabei ist der Ernährungssicherung Vorrang vor der Rohstoff- und Energiepflanzenproduktion einzuräumen,
- › die Wassernutzungsintensität zu reduzieren, d. h. die landwirtschaftlichen Wasserentnahmen zu senken und diffuse Schad-/Nährstoffeinträge durch geschlossene Stickstoffkreisläufe, gewässerschonende und

standortangepasste Anbauverfahren zu minimieren.

- › agrarpolitische Konzepte und ländliche Entwicklungspläne mit weiteren Politikbereichen (Umwelt, Gesundheit, Wirtschaft) zu verzahnen.

Ökonomische Instrumente sollten angewandt werden, um Anreize für einen sparsamen und effizienten Wasser- und Düngemitelein-satz in der Landwirtschaft zu setzen, z. B. durch Besteuerung, Wassernutzungsabgaben oder durch Förderung von Bewässerungs- und Speichertechnologien.

Landnutzungsplanung als wesentliches Steuerungsinstrument für die Priorisierung der Flächenansprüche muss national und international vorangebracht werden.

Die Landnutzungsplanung weiterentwickeln

National und international muss die Landnutzungsplanung, die ein wesentliches Steuerungsinstrument ist für die Priorisierung der unterschiedlichen Flächenansprüche (z. B. Nutzung für Nahrungs- und Futterpflanzen, stoffliche oder energetische Nutzung, Natur- und Klimaschutz) vorangebracht werden. Verantwortungsbewusst umgesetzt, kann sie zur Absicherung der Befriedigung der Grundbedürfnisse, die nicht mit Kaufkraft untersetzt sind, beitragen. Als grobe Orientierung für die Landnutzungsplanung sollten Nahrungsmittel gegenüber der Produktion für stoffliche und letztlich energetische Zwecke Priorität genießen und die Produktionsmengen die Tragfähigkeit der Ökosysteme nicht überschreiten.

Das UBA beteiligt sich an der globalen Landnutzungsdebatte, indem es u. a. über Forschungs- und Entwicklungsprojekte produktive internationale Prozesse (bspw. GBEP, globale Bodenpolitikdebatte) aufzeigt und begleitet und damit zur Weiterentwicklung dieser Prozesse beiträgt.

5.2 DIE TRANSFORMATION DES KONSUM- UND ERNÄHRUNGSSYSTEMS DER INDUSTRIELÄNDER EINLEITEN

Die westlichen Industriestaaten müssen durch Änderung der verschwenderischen Lebensstile und Konsumgewohnheiten erheblich zur Reduktion des Ressourcen- und Energieverbrauchs und damit zur Vermeidung von Umweltbelastungen beitragen.

Nachhaltige Ernährung: stärker auf pflanzliche Produkte stützen

Nachhaltige Ernährung bezieht das gesamte Ernährungssystem ein, von der Erzeugung, Verarbeitung, Verpackung, dem Transport und Handel über Einkauf, Zubereitung und Verzehr der Lebensmittel bis zur Abfallsorgung. Eine Ernährungsumstellung auf vorrangig pflanzliche, saisonale und regionale Produkte sowie die Reduzierung des Fleischkonsums, z. B. entlang der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsforschung, wird vielfältige positive Effekte haben (Gesundheit, Energie, Umwelt, Fläche). Unverarbeitetes Gemüse und Obst kann in der jeweiligen Saison mit relativ geringem Energieaufwand erzeugt werden. Verarbeitung, Transport und Lagerung von Lebensmitteln gehen dagegen in der Regel mit einem höheren Ressourceneinsatz bzw. Ressourcenverbrauch einher (z. B. Treibhausgase, Pflanzenschutzmittel, Energie, Wasser, Verpackungsmaterial).

Reduzierung des Fleischkonsums: Eine pflanzenbetonte Ernährung (die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt, dass rund drei Viertel der insgesamt verzehrten Lebensmittel pflanzlich sein sollten) wird nicht nur aus ernährungswissenschaftlichen Gründen, sondern auch aus Umweltsicht deutlich günstiger beurteilt, da pflanzliche Lebensmittel mit relativ geringem Energieaufwand produziert werden können: Im Durchschnitt ist der Energieeinsatz für die Erzeugung tierischer Produkte zweieinhalb bis fünf Mal höher als für die Erzeugung pflanzlicher Lebensmittel. Eine stärker pflanzenbasierte Ernährung bei insgesamt reduziertem Fleischkonsum trägt dazu bei, Klimaschutzziele durch Vermeidung von Lachgas- und Methanemissionen aus der Tierhaltung zu erreichen und den Flächenanteil für den Anbau von Futtermitteln zu verringern. Die Tierhaltung darf aber nicht in andere Länder

verdrängt werden, wo sie mit höheren Emissionen je Produkteinheit verbunden ist als in Deutschland. Die Bundesregierung/BMELV soll hierbei über die Zusammenhänge mit geeigneten Maßnahmen (Kindergärten, Schulen, Kampagnen, etc.) stärker aufklären.

Bevorzugung von zertifizierten Produkten aus ökologischem Landbau: Ökologische Landbauverfahren weisen i. a. R. zahlreiche Umweltvorteile gegenüber konventioneller Landbewirtschaftung auf (v. Löwenstein, 2011; Taube, 2006). Auch die Klimabilanz für die Bereitstellung von Nahrungsmitteln (CO_2 -Äquivalente in g/kg Produkt) zeigt eindeutige Vorteile für Produkte aus ökologischer Landwirtschaft gegenüber Produkten aus konventioneller Landwirtschaft (Öko-Institut, 2007). Innerhalb der EU sind die grundlegenden Anforderungen an Ökoprodukte im EU-Recht festgelegt (Verordnung (EG)834/2007). Sie bilden die Grundlage für die Kennzeichnung und Vergabe der Ökosiegel innerhalb der EU. Im globalen Kontext ist die International Federation of Organic Movements (IFOAM) zur Förderung des Ökolandbaus aktiv.

Ökolandbauverfahren erzielen i. d. R. auf mitteleuropäischen Standorten geringere Erträge als konventionelle Verfahren, in andern Teilen der Welt können Ökolandbauverfahren auch höhere Erträge erzielen. Daher sind Ökolandbauprodukte hier an der Ladentheke auch teurer. Die Bereitschaft, höhere Preise für ökologisch erzeugte Produkte zu zahlen, ist in einer an niedrige Lebensmittelpreise gewohnte Bevölkerung begrenzt. Zum Stimulieren der Nachfrageseite sind Bildungsmaßnahmen und Kampagnen zur Förderung des nachhaltigen Konsumverhaltens, zum Beispiel Ernährungserziehung in Schulen und Kindergärten, konkrete Instrumente. Vorrangig soll der Absatz von Bioprodukten beispielsweise in öffentlichen Kantinen, Krankenhäusern und Schulen steigen.

Verantwortungsvoller und sparsamer konsumieren und dabei auf geringe Flächenrucksäcke per se achten, ist ein einfacher, erster Schritt. Wir schlagen folgende Maßnahmen zur Förderung des verantwortungsvollen Konsums vor:

- › durch Aufklärung und Information, durch Bildungsangebote und Öffentlichkeitsarbeit die Verbraucher zu nachhaltigem Ernährungsverhalten zu motivieren,
- › die Unterstützung von transparenter und nachhaltiger Produktkennzeichnung,
- › die Verringerung der Ernte- und Nachernteverluste und der Nahrungsmittelverschwendung.

Nahrungsmittelverluste und -verschwendung minimieren

Vor dem Hintergrund der steil anwachsenden Nahrungsnachfrage und der Notwendigkeit von Mengen- und Effizienzsteigerungen in der primären Agrarproduktion ist es dringend geboten, die Potenziale zur Verringerung von Nahrungsverlusten und Nahrungsverschwendung zu nutzen. Dafür gibt es bereits effiziente Lösungen entlang der gesamten Nahrungskette. Die zu ergreifenden Maßnahmen sind in Entwicklungs- und Industrieländern und den jeweiligen Handlungsebenen unterschiedlich. Während auf Produzentenebene technische, infrastrukturelle und organisatorische Maßnahmen erforderlich sind, muss auf Verbraucherebene u. a. über Information und Aufklärung das Konsumverhalten angesprochen und verändert werden.

Regionale Wirtschafts- und Stoffkreisläufe aufbauen

Die Landnutzungssysteme müssen wieder stärker regional ausgerichtet werden, um die global und regional entkoppelten Stoffkreisläufe ansatzweise zu schließen. Dafür ist der Aufbau regionaler Wirtschafts- und Stoffkreisläufe wesentlich. Dabei geht es nicht um Abschottung und Protektionismus nationaler Agrarsektoren, sondern um die Entwicklung ökologisch und sozial verträglicher Wirtschaftsweisen in allen Staaten. Mit Blick auf die großen Stickstoffflüsse sind hier wesentliche Ansätze bzw. Maßnahmen in Europa die Flächenbindung der Tierhaltung sowie die Regulierung des Imports von Stickstoff (N) in die Landwirtschaft über mineralische Düngemittel (KLU, Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt, 2011 S. 37) und Futtermittelimporte.

Flächenbindung der Tierhaltung

Der Tierbesatz je Flächeneinheit ist ein wesentlicher Einflussfaktor auf Nährstoffflüsse



in Agrarökosystemen, er kennzeichnet die Gefahr von Nährstoffeinträgen in Gewässer (Nitrat) und Emissionen in die Luft (Ammoniak, Lachgas, Methan) sowie von Nährstoffakkumulationen (Phosphor) in Böden. In der EU bestehen regional zu hohe Tierkonzentrationen³³, die Futterimporte erfordern (mit potenziell negativen Umweltwirkungen und Landnutzungsänderungen in den Erzeugerländern) und zu überhöhten Phosphor- und Stickstoffsalden und geringer Nährstoffeffizienz beim Einsatz der Ausscheidungen als Wirtschaftsdünger führen. Die Emissionen beeinträchtigen die biotische Umwelt durch Nährstoffeinträge in naturnahe oligotrophe Ökosysteme, durch Eutrophierung und Verdrängung von Arten nährstoffarmer Biotope).

Mit der Begrenzung der Tierbesatzdichte wird der anfallende Wirtschaftsdünger auf ein Maß beschränkt, welches geschlossene Nährstoffkreisläufe und einen effizienten Einsatz von Wirtschaftsdüngern ermöglicht und zur Reduzierung des Bedarfs an synthetischen Düngern führt. Der Zielwert für den Tierbesatz ist für die EU kleiner als 2,0 DE je ha LF (DE = Dungeinheit = 80 kg jährlicher Stickstoffanfall in den tierischen Ausscheidungen). Wird ein Tierbesatz von 2,0 DE je ha LF überschritten, ist es nicht mehr möglich, die anfallenden Nährstoffe effizient zu verwerten. Die Beschränkung der Tierbesatzdichte ist einfach durchzuführen und kontrollierbar (geringer Erfassungsaufwand, alle Daten sind in den Betrieben verfügbar).

Steuerliche Regulierungsmöglichkeiten prüfen und nutzen

Ökonomische Instrumente wie die Besteuerung von Fleisch und tierischen Nahrungsmitteln, von gehandelten Eiweißfuttermitteln sowie von stickstoffhaltigem Mineraldünger können Anreize schaffen, um Produzenten und Verbraucher zu verantwortungsvollem und sparsamen Konsum zu bewegen. Dabei ist es wichtig, durch ein kohärentes Gesamtkonzept Angebots- und Nachfrageseite anzusprechen und gleichzeitig eine Doppelbesteuerung zu vermeiden.

Landnutzungssysteme müssen viel stärker regional ausgerichtet werden, um die global und regional entkoppelten Stoffkreisläufe wieder zu schließen.

Zu den Instrumenten, die Anreize zur Reduzierung des Stickstoffeintrags in der landwirtschaftlichen Produktion setzen, gehören die Stickstoffsteuer auf mineralische Stickstoffdünger, die Besteuerung von Stickstoffüberschüssen sowie die Eiweißfuttermittelsteuer. Eine Fettsteuer und der Abbau von Steuervergünstigungen für tierische Nahrungsmittel zielen dagegen auf eine Umstellung der Konsummuster. Eine Stickstoffabgabe stellt ein zentrales Instrument zur Verminderung des Stickstoffeintrages in die Umwelt dar. Dabei sind unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten für eine Stickstoffabgabe denkbar (UBA, 2009).

Stickstoffsteuer auf mineralische Stickstoffdünger: Die Stickstoffsteuer auf mineralische Stickstoffdünger kann an der Produktion des Düngemittels (Hersteller) und am Import (Handel) ansetzen. Die Bezugsgröße ist hier das kg N. Die Wirkung einer Steuer, also die Reduktion des Stickstoffeinsatzes, ist nur dann gegeben, wenn sie entsprechend hoch angesetzt wird. Erfahrungen und Untersuchungen liegen bereits aus verschiedenen Staaten vor. Schweden besteuert seit 1984 mineralische Düngemittel, Dänemark seit 1996, die Abgaben vermin-

derden den Mineraldüngereinsatz deutlich. In Schweden z. B. bewirkte eine Steuerbelastung von 30 % des Mineraldüngemittelpreises eine siebenprozentige Reduzierung (Möckel, 2007). In Deutschland ist bei einem Steuersatz von 50 % des Mineraldüngemittelpreises eine Verringerung der Stickstoff-Überschüsse der Landwirtschaft um jährlich 18 kg je ha und insgesamt um 300 Gg Stickstoff zu erwarten (Umweltbundesamt, 2009). Die Stickstoffsteuer sollte in Verbindung mit einer Eiweißfuttermittelsteuer eingeführt werden, um den Pflanzenbau gegenüber der Tierhaltung nicht zu benachteiligen. Eine Steuer auf gehandelte Eiweiß(import)futtermittel ist ähnlich wie die Stickstoffsteuer über den Futtermittelhandel einfach zu erheben. Beide Steuern sollten zusammen erhoben werden. Eine Beschränkung auf die mineralische Stickstoffsteuer allein würde vor allem Pflanzenbau-Betriebe treffen. Aus Umweltschutz-Sicht wäre dies kontraproduktiv, da zahlreiche Umweltprobleme der Landwirtschaft von der räumlich konzentrierten Intensiv-Tierhaltung verursacht werden. Besteuerung von Stickstoffüberschüssen: Eine Besteuerung von Stickstoffüberschüssen³⁴ erfasst auch die ausgebrachten Wirtschaftsdünger und sorgt für einen Anreiz, den Düngemiteleinsatz zu reduzieren.

Eine Minderung der in der Landwirtschaft anfallenden Stickstoffüberschüsse senkt die THG-Emissionen und verbessert die Wasserqualität sowie den Schutz der Biodiversität. Die Niederlande haben mit MINAS („Mineral Accounting System“) eine Steuer auf Stickstoff- und Phosphat-Überschüsse nach Hoftorbilanz eingeführt³⁵. Es hat sich gezeigt, dass die Bemessung der Steuer ein anspruchsvolles Monitoringsystem erfordert. Das Aufkommen aus der Stickstoff- und Eiweiß(import)futtermittelsteuer sollte u. a. zur Förderung des Leguminosenanbaus eingesetzt werden. Der Anbau von Leguminosen im Landwirtschaftsbetrieb zur Erzeugung eiweißreicher Futtermittel reichert Stickstoff im Boden an, dieser steht den Folgekulturen zur Verfügung. Wichtig ist auch die Förderung der Leguminosenforschung, welche im europäischen Raum aufgrund des geringen Anbauumfangs in den letzten Jahrzehnten weitgehend brachlag. Erst eine dauerhafte Ausweitung des Anbaus wird die Saatzuchtunternehmen motivieren, an der Sortenentwicklung (Ertragsfähigkeit, Eiweißgehalt, Widerstandfähigkeit von Sorten) zu arbeiten.

Fettsteuer: Die dänische Regierung hat im Oktober 2011 als weltweit erstes Land eine Fettsteuer eingeführt. Dazu wird ein Kilo gesättigter Fettsäuren mit einer Steuer von 16 Kronen (ca. 2,15 Euro) belegt. Lebensmittel mit gesättigten Fettsäuren werden dadurch teurer, beispielsweise steigt der Preis für ein Paket Butter oder einen halben Liter Schlagsahne um 30 bis 35 Cent oder knapp 20%. Bei Käse und Fleisch steigen die Preise je nach Fettgehalt um drei bis sechs Prozent. Die Erfahrungen, die mit der Einführung der Steuer auf gesättigte Fettsäuren in Dänemark gemacht werden, sollten ausgewertet und eine Einführung auch in Deutschland geprüft werden, sofern sich positive Umweltwirkungen zeigen. (siehe auch SRU 2012)

Ebenfalls an der Nachfrageseite setzt der Abbau von Steuervergünstigungen für tierische Nahrungsmittel an. Bislang werden Fleisch und andere tierische Proteine und Fette so wie andere Nahrungsmittel in vielen Staaten, z. B. in Deutschland überwiegend mit dem ermä-



ßigten Mehrwertsteuersatz von 7% besteuert. Dies hat soziale Gründe, allerdings ist der reduzierte Mehrwertsteuersatz angesichts der hohen Klimabelastung und anderer negativer Umweltwirkungen der Tierproduktion negativ zu bewerten. Eine klimagerechte Ernährung sollte gegenüber einer klimaschädlichen durch eine ökologisch sinnvolle Gestaltung der Mehrwertsteuer privilegiert werden. Die Verteuerung tierischer Nahrungsmittel durch den vollen Mehrwertsteuersatz kann die Verbraucher motivieren, weniger tierische Produkte zu konsumieren und diese durch pflanzliche Produkte zu substituieren.

5.3 KEHRTWENDE IN DER EU-AGRAR- UND VERBRAUCHERPOLITIK

Öffentliche Gelder an die Bereitstellung öffentlicher Güter und Leistungen koppeln

Die Landwirtschaft ist der größte Subventionsempfänger in der EU. Gleichzeitig steht die Gemeinsame Agrarpolitik der EU, als das zentrale Umverteilungs- und Steuerungsinstrument im Agrarsektor, unter einem wachsenden Legitimitätsdruck, so dass sich zunehmend ein Konsens für Reformen herausbildet (SRU, 2009 S. 4). Die Konzentration der Agrarförderung auf Leistungen für öffentliche Güter muss Leitprinzip für die anstehende Reform sein. Dies würde neben zahlreichen Umweltbelangen auch dem Klimaschutz in der Landwirtschaft das gebührende Gewicht verleihen. Statt klimabelastende Produkte und Produktionsweisen zu subventionieren, sollte die Gemeinsame Agrarpolitik eine emissionsarme Landwirtschaft fördern.

Die europäische Agrarpolitik ist das am stärksten vergemeinschaftete Politikfeld der EU. Sie stellt mit 56 Mrd. Euro den größten Einzelhaushalt der EU und damit 40% des gesamten Brüsseler Etats. Die EU-Agrarpolitik fußt auf zwei Säulen, deren erste mit ca. 75%

der Mittel dazu dient, landwirtschaftliche Einkommen mit Hilfe von Direktzahlungen zu sichern und bestimmte Marktmaßnahmen durchzuführen. Die zweite Säule fördert die ländliche Entwicklung, und zwar (eigentlich!) innerhalb und außerhalb des Sektors Landwirtschaft. Hierunter fallen u. a. die Agrarumweltprogramme einschließlich der Förderung des Ökolandbaus (2. Schwerpunkt Umwelt/Landschaft) und Investitionsförderungen für moderne Technologien oder Verfahren in Produktion und Verarbeitung (1. Schwerpunkt Wettbewerbsfähigkeit).

Mit der EU-Agrarpolitik sind prinzipiell Strukturen vorhanden, die im Bereich der Landnutzung neue Weichenstellungen in der gesamten Gemeinschaft ermöglichen können. Das Umweltbundesamt hat bereits 2001 gemeinsam mit der ersten „Agrarplattform“³⁶ die Einkommensübertragungen aus der 1. Säule an die Landwirtschaft kritisiert und gefordert, die Vergabe öffentlicher Gelder an definierte, öffentliche Gegenleistungen der Landwirtschaft zu koppeln.

Die Forderung an die europäische Agrarpolitik besteht weiterhin: Öffentliches Geld muss dafür eingesetzt werden, öffentliche Güter zu erzeugen. Die Einkommensstützungen über den Weg der Direktzahlungen verlieren bei steigenden Weltmarktpreisen ihre Legitimation. Sie sollen daher im Zuge der anstehenden Reform für die Jahre 2014 bis 2020 mit einer Ökologisierungskomponente („Greening“) versehen werden, die über die fachrechtlichen Anforderungen hinaus gehen. Längerfristig muss die Säulenarchitektur abgelöst werden von einem Fonds für die Finanzierung von landwirtschaftlichen Umweltdienstleistungen. Die Direktzahlungen sind dann abzuschaffen, ggf. mit sozialer Abfederung. Der derzeitige Reformprozess der GAP verspricht Verbesserungen in die richtige Richtung, grundlegende Änderungen wie die Auflösung der Säulenstruktur werden aber wohl erst nach 2020 eingeleitet.

Solange aber die Direktzahlungen bestehen, sollten diese im Rahmen der Cross Compliance (Direktzahlungen-Verpflichtungen) an

die Erfüllung folgender (wirksam zu überprüfender) ökologischer Mindeststandards gebunden werden: Beschränkung des Stickstoffsaldos, Beschränkung der Tierbesatzdichte, den Erhalt von Dauergrünland, Beschränkung des maximalen Anteils einer Fruchtart auf Ackerstandorten und die Bereitstellung ökologischer Vorrangflächen. Weiterhin sind extensiv genutzte Grünlandflächen in das Fördersystem der ersten Säule zu integrieren (KLU, 2011). Weitergehende Forderungen sind der Mindestanteil von Leguminosen in der Fruchtfolge, die Förderung des ausschließlichen Einsatzes von Eigenfuttermitteln in der Tierhaltung sowie die Beweidungsprämie.

In ihrer aktuellen Stellungnahme sieht die Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt (KLU) im Grundsatz eine Reihe guter Ansätze in den Vorschlägen der EU-Kommission zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) für die Jahre 2014-2020, die im Detail aber halbherzig bleiben und damit die Zielerreichung der Reform in Frage stellen. (KLU, 2012)



Die Verbreitung angepasster Technologien und ökologische Landbauverfahren unterstützen

Angepasste Technologien in der Landwirtschaft zielen auf emissionsarme, den Boden- und den Wasserhaushalt sowie die Biodiversität schonende Techniken und Verfahren, bei denen der Kreislaufwirtschaft eine wesentliche Bedeutung zukommt. Bodenschonende und wassersparende Anbauverfahren (bspw. Mulchverfahren oder konservierende Bodenbearbeitung) sind in der Lage, die Freisetzung von Kohlenstoff zu minimieren und die Erosionsgefahr zu senken. Im Rahmen einer Gesamtabwägung zur Nachhaltigkeit von Anbauverfahren sind potenzielle Zielkonflikte mit anderen Umweltbereichen zu berücksichtigen. Ein verstärkter Einsatz von Herbiziden bei Anbauverfahren mit konservierender Bodenbearbeitung geht mit einem erhöhten Eintragsrisiko für Gewässer einher. Eine nachhaltige Nutzung von Pestiziden erfordert daher die Rückführung des intensiven Einsatzes auf das notwendige Minimum. Innerhalb der EU fordert bspw. die Rahmenrichtlinie 2009/128/EG („Sustainable use of pesticides“) eine Landbewirtschaftung, die den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf ein umweltverträgliches Maß reduziert.

Der Ökologische Landbau als bekanntestes Beispiel angepasster Methoden und Verfahren ist ein mittlerweile etabliertes, dennoch unter ständiger Weiterentwicklung begriffenes Landbewirtschaftungssystem. Der Ökolandbau ist ein dynamisches Wirtschaftsmodell, bei dem das Streben nach ökonomischer Effizienz und Einkommenserzielung ethischen Kriterien unterworfen wird, die einen ausgewogenen Umgang mit der Natur weitgehend sicherstellen. Er zeichnet sich durch überwiegend geschlossene Nährstoffkreisläufe sowie den Verzicht auf mineralische Stickstoffdünger und synthetisch hergestellte Pflanzenschutzmittel aus. Auch im Bereich der Tierhaltung sind ökologische Betriebe strenger Regeln unterworfen als konventionell wirtschaftende Landwirtschaftsbetriebe. Der Ökolandbau gilt deswegen als besonders ressourcenschonende und umweltverträgliche Form der Landwirtschaft. (UBA 2002)

Auf nationaler Ebene ist hierzu das „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ fortzuführen, auf EU-Ebene ist zu prüfen, inwieweit Mittel der so genannten zweiten Säule der

Agrarpolitik dazu verfügbar sind, um den bisher lediglich inhaltlich, aber ohne zugewiesene Budgets existierenden EU-Aktionsplan Ökologischer Landbau effizienter zu verwirklichen. Zurzeit übersteigt die Nachfrage nach Bioprodukten in Deutschland die einheimische Produktion jedoch erheblich. Der Schwerpunkt der Maßnahmen zur Förderung des Ökolandbaus in Deutschland soll daher bis auf weiteres auf der Umstellungsförderung landwirtschaftlicher Betriebe liegen, um die bestehenden Nachfrage-Potenziale weitestmöglich für die heimische Öko-Landwirtschaft zu nutzen.

Der Ökologische Landbau als bekanntestes Beispiel angepasster Methoden und Verfahren ist ein etabliertes und unter ständiger Weiterentwicklung begriffenes Landbewirtschaftungssystem.

Der Ökologische Landbau bietet vor allem auch für die nahrungsunsicheren Länder des Südens Chancen. Zur Deckung des wachsenden Biomassebedarfs ist eine Steigerung der Flächenerträge notwendig. Produktionssteigerungspotenziale liegen insbesondere in Entwicklungsländern in einer ökologisch verträglichen Intensivierung der Landbewirtschaftung³⁷. Dabei sollte zunächst auf einen optimalen Einsatz vorhandener Technologien und Systeme gesetzt werden (Schließung von Ertragslücken durch Forschung, Ausbildung, Beratung und verbesserter Zugang von Kleinbauern zu Kapital), ehe neue entwickelt werden und zum Einsatz kommen. Besonders bei geringer Bodenfruchtbarkeit, marginaler Lage (schlechte Verkehrsanbindung), Kapitalmangel und billiger Arbeitskraft kann das Wissen aus der ökologischen Landwirtschaft dazu dienen, die Bodenfruchtbarkeit, die Wasserhaltefähigkeit der Böden und damit die Ertragsfähigkeit insgesamt zu verbessern. Weitere Maßnahmen zur Minderung der Emissionen von Treibhausgasen sowie zur Anpassung an die Klimaänderung umzu-



setzen, erfordert substanzielle Investitionen in die Infrastruktur, in das Monitoring von Wetterextremen und in die Entwicklung von Frühwarnsystemen und Strategien zur Katastrophenvorsorge. Anpassungsmaßnahmen umfassen u. a. die Steigerung der Diversität von Produktionsverfahren und innerbetrieblichen Strukturen, die effizientere Nutzung knapper Wasserressourcen, die Entwicklung trockenheitstoleranter Kulturpflanzen, die Nutzung klimaflexibler, sturm- und brandresistenter Baumarten und die Anlage von Korridoren zur Förderung der Artenmigration. Der Erhalt von Grünland und Mooren als CO₂-Speicher (Umbruchverbot) ist unter anderem eine wesentliche Klimaschutzmaßnahme.

Ökologisch verträgliche Intensivierung der Agrarsysteme

Zeitgleich besteht die dringende Notwendigkeit von nachhaltigen Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft, v. a. in den Ländern des Südens. Eine Steigerung der Agrarproduktion und Verbesserung der Bevorratung ist vor allem wichtig für nahrungunsichere Regionen und Bevölkerungsgruppen, insbesondere für Kleinbauern. Eine Angebotssteigerung führt hier zur Verbesserung der Nahrungsverfügbarkeit, sinkenden Verbraucherpreisen und höheren Einkommen bei den Produzenten. Die Verringerung von Nahrungsmittelverschwendung in den Industrieländern und der Nachernteverluste in nahrungunsicheren Regionen erhöht die Nahrungsverfüg-

barkeit für Nachfrager insgesamt.

Im renommierten Weltagrarbericht des IAASTD 2008 bestätigen eine Vielzahl von Wissenschaftlern, dass nicht nur die 7 Mrd. Menschen, die zurzeit auf der Erde leben, mit den gegebenen Möglichkeiten ernährt werden könnten, sondern auch die für 2050 prognostizierten 9 Mrd. Menschen (IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development), 2008). Dabei nehmen die sog. Kleinbauern und deren Förderung für die Ernährungssicherung in Zukunft eine zentrale Rolle ein. Wesentlich dafür ist eine ökologisch verträgliche Produktionssteigerung der Landwirtschaft des Südens. Davon unabhängig müssen die in den Industriestaaten vorherrschenden Agrarsysteme (Produktion und Konsum) systematisch umgebaut werden, um bestehende negative ökologische Auswirkungen und soziale Verwerfungen abzubauen. Unterstützung bei Ausbildung, Beratung und Vergabe von Kleinkrediten können zur Produktivitätssteigerung, zu mehr Effizienz durch den Einsatz von neueren Techniken beitragen. Die Förderung bislang vernachlässigter Kulturen, eine verbesserte Bodenbearbeitung, die Aufwertung von degradiertem Ackerland, die Vermeidung von Nachernteverlusten und Lebensmittelverlusten durch bessere Speichermöglichkeiten, sind Ansatzpunkte, die in der Gesamtheit weltweit zur Verbesserung der Ernährungslage beitragen können.

5.4 AUFBAU VON STRUKTUREN FÜR EINE EFFIZIENTE STOFFLICHE UND ENERGETISCHE BIOMASSENUTZUNG

Ausbau der stofflichen Biomassenutzung – Kaskadennutzung

Die Bundesregierung hat sich mit dem Biomasseaktionsplan (Bundesregierung, 2009), der den Aktionsplan zur stofflichen Nutzung von Biomasse einschließt, zur Steigerung der effizienten stofflichen Biomassenutzung bekannt. Dem daraus resultierenden steigenden Biomassebedarf steht ein begrenztes Potenzial an verfügbarer Biomasse gegenüber. Daher sollte die vorhandene Biomasse mehrfach und hoch effizient genutzt werden, um die gesetzten Nachhaltigkeitsziele optimal zu erreichen. Dies führt zu dem Schluss, dass Biomasse vor der energetischen Nutzung zunächst stofflich – also zur Herstellung von Produkten – genutzt werden muss. Anstelle des heute vorherrschenden Anbaus von Biomasse zur direkten Umwandlung in Bioenergie sollte daher künftig eine Nutzungskaskade etabliert werden, d. h., erst nach einer Mehrfachnutzung werden die Abfall- und Reststoffe für die Energiegewinnung eingesetzt.

Unter Kaskadennutzung versteht man eine Strategie, Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte in zeitlich aufeinander folgenden Schritten so lange, so häufig und so effizient wie möglich stofflich zu nutzen und erst am Ende des Produktlebenszyklus energetisch zu verwerten. Dabei werden sogenannte Nutzungskaskaden durchlaufen, die von höheren Wertschöpfungsniveaus in tiefere Niveaus fließen. Hierdurch wird die Rohstoffproduktivität gesteigert (Umweltbundesamt, 2012).

Eine teilweise bereits etablierte Nutzungskaskade stellt die werkstoffliche Nutzung von Holz dar. So kann Holz zunächst in Form von Möbeln oder Bauholz verarbeitet werden. Am Ende des Nutzungszyklus dienen diese als Ausgangsmaterial für die Holzwerkstoffindustrie gemäß den gesetzlichen Bestimmungen³⁸ und werden erst danach energetisch genutzt. Im Idealfall wird der Rohstoff an jeder Kaskadenstufe durch Wiederverwendung mehrfach genutzt. Nutzungskaskaden für weitere Rohstoffe sind noch aufzubauen (z. B. Biokunststoffe). Auch das Papierrecycling stellt ein anschauliches Beispiel für die effiziente

ente und mehrfache Nutzung von Biomasse dar. So können unter optimalen Bedingungen Holzfasern bis zu sechsmal zur Papierherstellung genutzt werden. Dies reduziert den Holz-, Wasser- und Energiebedarf erheblich.

Ein weiteres aktuell verstärkt diskutiertes Konzept der effizienten Biomassenutzung besteht in der simultanen Erzeugung von Produkten zur stofflichen und energetischen Nutzung sowie von Futter- und Nahrungsmitteln unter Verwendung der gesamten Pflanze, sogenannten Bioraffinerien. Die Bundesregierung hat im Jahr 2012 eine „Roadmap Bioraffinerie“³⁹ veröffentlicht, um diese Konzepte voranzubringen. Viele dieser Konzepte befinden sich jedoch aktuell erst im Forschungs- und Entwicklungsstadium, so dass eine vollständige Bewertung derzeit nicht möglich ist. Insbesondere die ökologische Vorteilhaftigkeit entlang des gesamten Lebenszyklus der so produzierten Produkte kann vielfach noch nicht ermittelt werden.

Die Bundesregierung sollte daher weiterhin in Kooperation mit Forschungs- und Wirtschaftsakteuren alle Möglichkeiten ausschöpfen, um den Einsatz von Biomasse nachhaltig und effizient zu gestalten (Förder- und Anreizprogramme, etc.) und den Aufbau von Strukturen für Nutzungskaskaden voranzutreiben.

Rund zwei Drittel der in Deutschland industriell genutzten Agrarrohstoffe werden derzeit importiert, vor allem „klassisch“ genutzte Biomasse wie Pflanzenöle, Baumwolle und andere Naturfasern sowie Naturkautschuk (Carus, et al., 2010). Dabei werden häufig vorkonditionierte Rohstoffe oder aber Halbfertigwaren eingeführt, welche bereits eine technische Vorbehandlung im Herkunftsland oder Drittstaaten erfahren haben. Durch gezielte Förderung und Implementierung von Modernisierungsstrategien und Technologiekooperationen bzw. Technologietransfers in den jeweiligen Ländern kann sowohl im Bereich des Biomasseanbaus als auch in der industriellen Biomassenutzung ein wesentlicher Beitrag zur effizienten, nachhaltigen und umweltschonenden Biomassenutzung geleistet werden.

Neuausrichtung der Bioenergieproduktion in Deutschland

Aus der Zusammenschau der globalen Trends zur Bevölkerungsentwicklung, den sich an die Industrieländer annähernden Ernährungsweisen und Energieverbräuche einerseits und dem Voranschreiten globaler Umweltprobleme (Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Störung der Ökosystemfunktionen und Resilienz von Ökosystemen usw.) und Verschlechterung der Ressourcenverfügbarkeit (Wasserknappheit, Versalzung, Erosion, Engpässe in der Phosphorversorgung, usw.) andererseits wird deutlich, dass produktive Landflächen zunehmend äußerst knappe und wertvolle Ressourcen sind, deren Nutzung sorgfältig im Hinblick auf Umwelt- und Sozialleffekte abgewogen werden sollte.

Es wurde dargestellt, dass Nutzung von Anbaubiomasse als Beitrag zur Energieversorgung unverhältnismäßig große Ackerflächen beansprucht und Wind- und Solarenergie weit hinter den Flächenansprüchen der Bioenergie zurück bleibt. Dies gilt auch dann, wenn man die ökologischen Folgekosten einer weiteren Intensivierung hiesiger Landwirtschaft in Kauf nehmen wollen würde. Wo es möglich ist, sollte Energie aus Anbaubiomasse also durch diese Alternativen ersetzt werden, sofern keine anderen guten Gründe dagegen sprechen.

Vielfach wird die Input-Problematik („Woher die biogenen Rohstoffe nehmen?“) mit Verweis auf den Wert der Bioenergie als Regel- und Speicherenergie zurückgestellt.

Die Betrachtungen im Kap. 4.5 haben ergeben, dass Bioenergie in vielen Bereichen größtenteils verzichtbar ist. Aufgrund der sehr begrenzten Potenziale der Bioenergie werden Techniken zur Umwandlung von Wind- und Solarstrom in chemische Energieträger ohnehin benötigt, die dann einerseits

Regel- und Speicherfunktionen im Energiesystem übernehmen können⁴⁰ und andererseits neben Elektromobilität im Verkehrsbereich als – ebenfalls erneuerbare – Alternative zu Biokraftstoffen zum Einsatz kommen können.

Vielfach wird die Input-Problematik („Woher die biogenen Rohstoffe nehmen?“) mit Verweis auf den Wert der Bioenergie als Regel- und Speicherenergie zurückgestellt. Es ist zwar richtig, dass Bioenergie ihrer Charakteristik nach grundsätzlich dazu geeignet ist, fluktuierende erneuerbare Energiequellen auszugleichen. Da ihr Potenzial – wie dargestellt – jedoch sehr begrenzt ist, kann der notwendige Beitrag zur bedarfsgerechten Bereitstellung des Stroms ohnehin nicht vollständig durch die Bioenergie abgedeckt werden. Auch rechtfertigt dieser potenzielle Nutzen nicht das Ausblenden der Ressourcenfrage. Auch hier gilt, dass das umwelt- und sozialverträgliche Potenzial den Nutzen, den die Bioenergie stiftet, limitieren sollte und nicht umgekehrt. Die weniger problematischen Abfall- und Reststoffbiomassen sollten jedoch zur Gewinnung von Regel- und Speicherenergie genutzt werden. Auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas sollte vorteilhaft in der bestehenden Infrastruktur eingesetzt werden.

Daher ist das Umweltbundesamt der Ansicht, dass die energetische Nutzung von Anbaubiomasse, inkl. Rohholz, nicht weiter ausgebaut werden sollte. Darüber hinaus sollten jetzt Strategien und Maßnahmen entwickelt und eingeleitet werden, um mittel- und langfristig vollständig auf Energie aus Anbaubiomasse (abgesehen von den konfliktarmen Biomassepotenzialen, s. Kap. 4.2) verzichten zu können.

Demgegenüber ist die energetische Verwertung von organischen Reststoffen und Abfallbiomasse⁴¹ voranzubringen. Deren Nutzung erfordert keine zusätzlichen Flächen und verursacht nach derzeitigem Kenntnisstand keine gravierenden negativen Umweltauswirkungen – sofern sichergestellt wird, dass die Nährstoff- und insbesondere die Humusbilanzen nicht durch den zusätzlichen Biomasseentzug beeinträchtigt werden. Die energetische Verwertung von Abfall- und Reststoffen ist insbesondere dann förderungswürdig, wenn weitere positive Nebeneffekte

erzielt werden können, wie bspw. im Falle der Güllevergärung⁴².

Daraus⁴³ ergeben sich folgende Empfehlungen zur energiepolitischen Zielsetzung:

1. kurzfristig: Kein weiterer Ausbau für Biokraftstoffe der 1. Generation und Biogasanlagen auf der Basis von ökologisch ungünstiger Anbaubiomasse⁴⁴,
2. mittelfristig: Verlagerung der Inputs von hochwertigen Rohstoffen und Ackerflächen auf alternative, weniger kritische Rohstoffe und Flächen, die möglichst ohne konkurrierende Nutzung sind oder aus anderen Schutzzwecken vorteilhaft sind,
3. kurz- bis mittelfristig: Entschärfung von Nutzungskonkurrenzen und Bereitung der Grundlage zur Etablierung von Nutzungskaskaden durch verstärkte F & E Maßnahmen zur Entwicklung marktfähiger Produktionstechnologie der sog. 2. Generation bzw. von Bioraffineriekonzepten zur effizienten Nutzung von Rest- und Abfallmaterialien,
4. Realisierung der bedarfsgerechten Einspeisung von Strom aus Biomasse als Ausgleich von Schwankungen der Wind- und Solarenergie,
5. langfristig: F & E in alternative EE- und Speichertechnologien, insbesondere „Power to Gas-Technologie“,
6. langfristig: weitestgehender Verzicht auf energetische Nutzung von Anbaubiomasse, die von produktiven Standorten stammt oder prioritär stofflich genutzt werden sollte; möglichst ausschließliche Nutzung von unkritischen biogenen Rohstoffen.

Der skizzierte Wandel kann in Teilen durch eine entsprechende Anpassung des EEG induziert werden, sollte aber durch agrarpolitische Vorgaben flankiert werden. Das novellierte EEG setzt zwar deutlich stärkere Anreize zur Nutzung von Abfall- und Reststoffen als die bisherigen Fassungen und reizt nicht mehr so stark den Einsatz von Anbaubiomasse an⁴⁵. Allerdings ist derzeit noch nicht einzuschätzen, ob diese vergleichsweise geringe Änderung der Anreizstruktur eine Wirksamkeit entfaltet. Aus unserer Sicht ist die derzeitige Vergütung der Einsatzstoffklasse I⁴⁶ immer noch zu hoch und müsste in der nächsten Novelle konsequenterweise ganz

gestrichen werden. Der eingeschlagene Weg zugunsten des Einsatzes von Abfall- und Reststoffen ist deutlicher voranzutreiben, um die anzustrebende Kaskadennutzung zu etablieren. Mit dem Einsatz von Rest- und Abfallstoffen werden nicht nur Ziele der Energieversorgung, sondern bspw. der Abfallbehandlung oder des Naturschutzes umgesetzt.

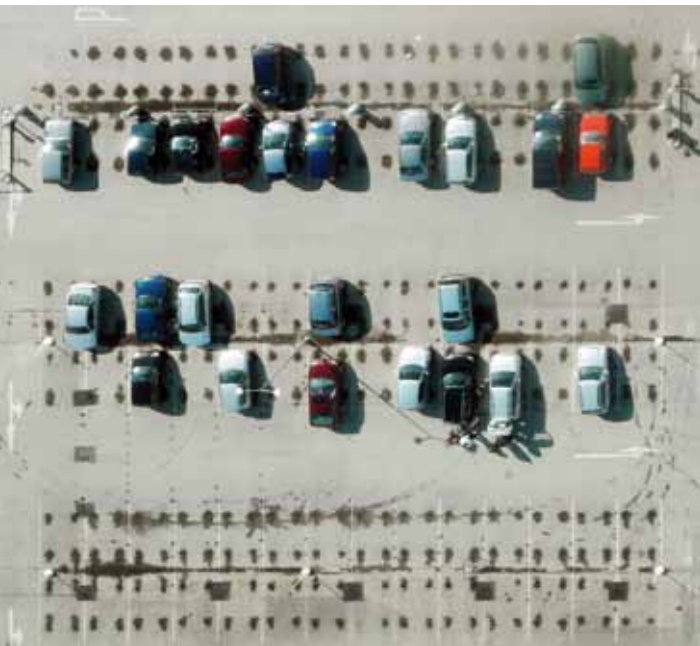
Für bestehende Bioenergieanlagen sollte eine Anreizstruktur geschaffen werden, die den Umstieg von ökologisch und sozioökonomisch unvorteilhaften Rohstoffen, Flächen und Anbausystemen auf weniger kritische Rohstoffe lukrativ macht.

Optimierte Wildkräutermischungen, Mischkulturen, Spezialkulturen wie die Durchwachsene Silphie⁴⁷ oder Gehölzstreifen sollten problematische Kulturen ersetzen, um die Umweltkosten zu reduzieren, auch wenn dies zu Lasten der flächenbezogenen Energieausbeute geht. Darüber hinaus sollten weitere Optionen zur konfliktarmen Biomassegewinnung aus Maßnahmen, die prioritär anderen Schutzzwecken dienen, wie z. B. Paludikulturen, erprobt und mittels entsprechender Förderung mit ökologischer und ökonomischer Begleitforschung intensiviert werden.⁴⁸

Um die ungünstige globale Dynamik im Zuge der politisch forcierten Ausweitung der modernen Bioenergienutzung nicht weiter zu stimulieren, ist eine Korrektur der nationalen und internationalen Quoten und Zielsetzungen notwendig. Anstatt die Produktion den (zu) hoch gesteckten Zielen anzupassen, sollten vielmehr die Ziele an die nachweislich unkritischen Biomasseangebote (d. h. in erster Linie Rest- und Abfallstoffe) geknüpft werden.

In Energieszenarien und -strategien sollte weitgehend auf Importe verzichtet werden, da eine angemessene Überprüfung nachhaltiger Standards bei der Produktion von Biomasse, insbesondere im außereuropäischen Ausland, voraussichtlich auch in Zukunft nur sehr unvollständig möglich sein wird (s. Kap. 5.5) und Potenziale in anderen Ländern ggf. zur Bedürfnisbefriedigung vor Ort benötigt werden. Ferner ist zu prüfen, ob sich die Förderung ausschließlich auf einzelne Rohstoffgruppen beschränken sollte, die nicht in Nutzungskonkurrenz stehen und die keine indirekten Landnutzungsänderungen verursachen.

Wenn eine Korrektur oder Aufhebung bestimmter Zielsetzungen aus politischen Gründen derzeit nicht durchsetzbar erscheint, bedeutet dies nicht, dass der derzeitige, problematische Pfad fortgeschrieben werden muss. Auch unter den gegenwärtigen europapolitischen Rahmen existieren Gestaltungsspielräume zur Eindämmung der unerwünschten Folgen der gegenwärtigen Bioenergiepolitik, die konsequent genutzt werden sollten. Dafür sind Strategien und Lösungen gefragt, wie sich die Erfüllung auf anderen Wegen bewerkstelligen lässt:



- › Im Verkehrssektor könnte und sollte die von der EU vorgeschriebene THG-Einsparquote bzw. der vorgeschriebene Mindestanteil an erneuerbaren Energien (eE) nicht durch eine absolute Zunahme der Biokraftstoffmengen, sondern durch eine Reduktion des Gesamtverbrauchs an Energie im Verkehrssektor z. B. durch effizientere Fahrzeuge erreicht werden. Dadurch würde der relative Anteil an Biokraftstoffen (und anderer eE-Techniken) bei stagnierender absoluter Menge steigen.
- › Darüber hinaus lässt die RED die Erfüllung des eE-Mindestanteils durch Elektromobilität zu. Wie bereits in Kap. 4.5 dargelegt, hält das Umweltbundesamt eine vollständige oder teilweise batterieelektrische Mobilität für eine wichtige Option der Energienutzung im Verkehrsbereich, wie auch Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Systeme auf der Basis von eE-Strom. Anstatt den Problempfad „Biokraftstoffe der 1. Generation“ durch Subventionen zu verfestigen, sollten Forschung und Entwicklung dieser unter sozialen und ökologischen Gesichtspunkten vernünftigeren Technologien vorangetrieben werden.
- › Die Biokraftstoffquote in der nationalen Gesetzgebung (§ 37 a BImSchG) ist auch in ihrer überarbeiteten, auf THG-Emissionsminderung ausgerichteten Novellierung kritikwürdig. Zwar ist die Intention, durch die Umformulierung des relativen Biokraftstoffmindestanteils in eine THG-Mindesteinsparung (ab 2015 wirksam) einen Anreiz zugunsten THG-emissionsarmer Biokraftstoffe zu setzen, grundsätzlich begrüßenswert. Diese Überarbeitung könnte sich jedoch als kontraproduktiv erweisen: Wenn bspw. eine vollständige Berücksichtigung von iLUC-Emissionen (s. Kap. 4.4) erfolgt und dadurch das THG-Einsparpotenzial pro Einheit Biokraftstoff entsprechend geringer ausfällt, könnte dies dazu führen, dass das THG-Einsparpotenzial durch eine mengenmäßig deutliche Expansion des Biokraftstoffanteils erreicht wird.

Daher hält das UBA – neben der dringend notwendigen Erhöhung der Effizienz – eine Streichung oder Substitution der Biokraftstoffquote entweder durch eine Quote für den Anteil erneuerbarer Energien insgesamt oder eine (technikoffene) THG-Mindesteinsparquote im Verkehrsbereich, die dann jeweils mittels anderer eE-Technologien zu erfüllen ist, für erforderlich. Konkrete Maßnahmen zu Erreichung der o. g. Ziele könnten sein:

BIOKRAFTSTOFFE

National:

- › kurzfristig: Einfrieren der nationalen Biokraftstoffquote in Höhe der gegenwärtig realisierten Beimischung (oder besser leicht darunter),
- › kurzfristig: Überprüfung der Einhaltung der Biokraftstoffquote gemäß §37 BIm-SchG in 3 Jahres Intervallen (anstatt jährlich); Zweck: Entlastung der Preisspitzen,
- › mittelfristig: schrittweise Absenkung der Biokraftstoffquote auf ein Niveau, das ausschließlich durch unkritische Rohstoffe erreicht werden kann. Dies sollte sichergestellt werden durch die Einführung einer sukzessiv ansteigenden Unterquote für die Nutzung von Abfall- und Reststoffen und „Sonderrohstoffen“ (Pflanzen mit besonderem Naturschutzwert, Material aus Landschaftspflege, etc.), letztlich bis auf 100 % der Biokraftstoffquote; Zweck: Anreiz für die Marktreifung der zweite- Generation-Technologie,
- › mittelfristig: Technikoffene erneuerbare Energien (eE)-Quote im Verkehrsbereich in Analogie an die Vorgaben der EU-Kommission,
- › NREAP (Nationaler Aktionsplan für eE): Um das eE-Ziel der RED trotz einer Stagnation und langfristigen Degression der Biokraftstoffe der 1.Generation zu erreichen, ist eine Neukonzipierung der Strategie zu dessen Erfüllung erforderlich. Oberste Priorität sollte hierbei die Effizienz und damit Reduktion des Gesamtbedarfs genießen, nicht zuletzt um den notwendigen absoluten EE-Beitrag zu reduzieren. Darüber hinaus sollte der Anteil EE-Elektromobilität im Schienenverkehr geltend gemacht werden.

EU:

- › RED: Erneut auf die Einbeziehung von iLUC drängen,
- › NREAP: Die EU-Kommission sollte die Mitgliedsstaaten zu einer Überarbeitung der NREAPs dahingehend auffordern, die eE-Quote nicht primär durch Biokraftstoffe zu erreichen,
- › Kraftstoffqualitätsrichtlinie (FQD): Die EU-Kommission sollte durch zusätzliche F&E Programme zur Elektromobilität, eMethan, etc. auflegen.

F&E

- › Vorantreiben der Nutzung batterieelektrischer Fahrzeuge und Wasserstoff-/ Brennstoffzellen-Antriebe,
- › Deutliche Prioritätensetzung auf die Förderung von F&E von Power to Liquid (Bereitstellung von flüssigen eKraftstoffen aus regenerativem Strom (verfahrenstechnisch Power to Gas nachgeschaltet)),
- › Wirksamere Förderung von F&E zur Bereitstellung von Kraftstoffen der 2. Generation aus Rest- und Abfallstoffen.

BIOGAS

Nächste EEG-Novelle:

- › Neuanlagen: Streichen der Einsatzstoffvergütungskategorie (EVK) I (das sind im Wesentlichen nachwachsende Rohstoffe (Nawaros)), ggf. bei Neuordnung einiger ökologisch unbedenklicher Stoffe wie z. B. Futterrübenblatt in die EVK II; dadurch wäre der Einsatz von Nawaros in Neuanlagen nicht mehr zulässig⁴⁹; Ziel: weitere politisch induzierte Ausweitung der Nawaro-Flächen (insbesondere Mais) für Biogas unterbinden,
- › für Altanlagen: attraktives Umstiegsangebot für Vergütungsmodell konzipieren; neues Vergütungsmodell, indem Differenz zwischen EVK I & II größer, d. h. wahrscheinlich nur Anhebung der Vergütung für EVK II (ökologisch vorteilhafte Stoffe) möglich; Zweck: Nutzung umweltverträglicherer Substrate attraktiver als Nawaro-Vergärung⁵⁰,
- › Bedarfsgerechte Einspeisung: Prüfung, ob die Anreizstruktur des EEG 2012 (Marktprämie und Flexibilitätsprämie) hinreichende Wirksamkeit entfaltet und ggf. flankierende Maßnahmen zur Zielerreichung ergriffen werden müssen,

F&E:

- › Deutliche Prioritätensetzung auf Förderung von F&E zu Power to Gas-Technologien (Erzeugung von eWasserstoff und eMethan aus regenerativem Strom), da diese Alternativen flexibler und langfristig mit einem größeren Potenzial am Regelenergiemarkt agieren können als Biogasanlagen.

5.5 ZERTIFIZIERUNG – DIE AMBIVALENZ AUS CHANCE UND RISIKO

Die Zertifizierung von Produkten und Produktionsweisen bietet gewisse Chancen, die Produktion von (Agrar- und Forst-)Gütern in sozial- und umweltverträglichere Bahnen zu lenken, hat aber auch klare Grenzen. Damit eine Zertifizierung ihre positive Wirkung entfalten kann, muss einerseits die inhaltliche Ausgestaltung der Kriterien adäquat sein und andererseits die zuverlässige Überprüfung dieser Standards sichergestellt sein. Decken beispielsweise die Kriterien, die zur Beurteilung herangezogen werden, nur einen Teilbereich dessen, was das Konzept der Nachhaltigkeit umfasst ab oder sind die Anforderungen zur Erfüllung der Kriterien zu niedrig und ungeeignet, bleibt die erwünschte Steuerungswirkung auf die Produktion gering („low level standards“). Werden dagegen anspruchsvolle Standards unzureichend verifiziert (z. B. durch externe Kontrolle) oder sind die Sanktionsmechanismen ineffektiv, ist die Glaubwürdigkeit einer Zertifizierung nicht hinreichend gegeben. Auch ein „Zuviel“ an unterschiedlich ambitionierten Systemen und Label kann den gewünschten Orientierungs- und Lenkungseffekt durch Desorientierung und „unlautere Konkurrenz“ zunichtemachen, es sei denn, ein Mindestniveau ist gesetzlich abgesichert, wie es beispielsweise die EG-Öko-Verordnung (EG 834/2007) im Bereich der Bio-Lebensmittel leistet.

Dysfunktionale Zertifizierungssysteme, also solche, die entweder unvollständige bzw. unwirksame Kriterien beinhalten oder die Verifikation nicht hinreichend verlässlich ist, bergen prinzipiell die Gefahr, eine Vorteilhaftigkeit zu suggerieren, die de facto nicht gegeben ist (sog. „Green Washing“). Dadurch werden Konsumenten und – sofern vorhanden – konkurrierende, ambitioniertere Initiativen geschädigt.

Inhärente Grenzen: Im Bereich der Nachhaltigkeitszertifizierung der Biomassebereitstellung existieren Besonderheiten gegenüber der Zertifizierung andersartiger Produkte und Produktionsweisen. Generell sind die Aus- und Wechselwirkungen von Landnutzungen komplex und z.T. nur schwer in quantifizierbare und praxistaugliche Kriterien und Indikatoren übersetzbar, wie es für die Zertifizierung erforderlich ist. Viele Missstände treten nicht als „messbares Ereignis“ auf

der jeweiligen Fläche auf, sondern erst auf anderen Ebenen oder im Zusammenspiel mit weiteren Faktoren. D. h. hier lassen sich für die vereinbarten Prinzipien nur sehr schwer wirksame Indikatoren finden. Ein Beispiel hierfür ist die Herausforderung, Verlagerungs- und Verdrängungseffekte, den Schutz der Biodiversität oder die Gewährleistung des Rechts auf Nahrung auf Ebene des Land- oder Forstwirts abzuhandeln.

Gesetzt den Fall, es gelänge auf europäischer Ebene für die gesamte Nachfrage nach Biomasse (auch stofflich genutzte und Nahrungs- und Futtermittel) eine Nachweispflicht für die Einhaltung adäquater, einheitlicher Standards zum Schutz von Mensch und Natur einzuführen, so wäre dies ein klares Signal für den Markt und ein deutlicher Anreiz zur Verbesserung der Produktion im In- und Ausland. Dennoch bestünde die Gefahr, dass die verträglichen Potenziale dann für den europäischen Markt genutzt werden, während die Agrar- und Forstgüter mit kritischer Herkunft andere Nachfrager bedienen. D. h. der gewünschte Effekt bliebe schlechtesten Falls unter dem Strich marginal.

Dieser inhärenten Grenzen der Zertifizierung müssen sich alle Akteure (Politik, Konsumenten, Produzenten, etc.) bewusst sein. Eine Zertifizierung informiert darüber, ob bestimmte Kriterien in der Produktion eingehalten wurden. Letztlich kann jedoch auch eine ausgefeilte und glaubwürdig kontrollierte „Nachhaltigkeits-“ Zertifizierung das Mengen- und damit Verteilungsproblem nicht lösen. Selbst wenn im Einzelfall sichergestellt werden kann, dass das jeweilige Agrargut umweltfreundlich und unter Berücksichtigung von Arbeiterrechten produziert wurde, kann in der Gesamtschau eine hohe Nachfrage in den reichen Ländern die Versorgung derjenigen, deren Bedürfnisse nicht mit Kaufkraft unterlegt sind, faktisch gefährden. Die Sicherung der Bedürfnisbefriedigung heutiger und künftiger Generationen, als eines der zentralen Ziele des Leitbildes einer nachhaltigen Landnutzung (siehe S. 7), kann durch eine Zertifizierung nicht sichergestellt werden. Dies muss auf andere Weise gelöst werden. Die Zertifizierung ist somit eine notwendige Bedingung für die Beurteilung der Nachhal-



tigkeit von Agar- und Forstprodukten, jedoch keine hinreichende.

Nachhaltigkeitszertifizierung für die energetisch genutzte Biomasse

Nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden Akzeptanzprobleme in der öffentlichen Debatte gibt es vielfältige freiwillige oder verbindliche Ansätze für die Bioenergieproduktion, im Rahmen von Zertifizierungsinitiativen bestimmte Nachhaltigkeitsstandards festzulegen und deren Einhaltung sicherzustellen.

Beispielsweise hat die global ausgerichtete Global Bioenergy Partnership (GBEP), an der hochrangige Akteure aus 23 Partnerstaaten (darunter die wichtigen Bioenergiehandelsstaaten) sowie 13 internationale Organisationen partizipieren, Ende 2011 24 Nachhaltigkeitsindikatoren für die Bioenergieproduktion verabschiedet. Diese Indikatoren sollen international noch bekannter gemacht werden und perspektivisch dazu beitragen, politische Rahmenbedingungen der Entwicklung des Sektors Bioenergie an ambitionierten Nachhaltigkeitskriterien auszurichten.

Darüber hinaus wird an ISO Standards gearbeitet, die vor dem Welthandelsrecht Bestand haben und damit bei entsprechender Umsetzung eine weitreichende Gültigkeit erlangen können. Derzeit deutet sich an, dass der gegenwärtige Prozess zur Verhandlung eines Standards für die energetische Nutzung

von Biomasse hinsichtlich eines wirksamen Schutzes von Umweltressourcen und ökologischen Funktionen sowie zur Absicherung von Menschenrechten und vulnerabler Bevölkerungsgruppen kaum zufriedenstellende Ergebnisse mit sich bringen wird.

In der EU-RED wurden für die flüssigen Biomassen bzw. Biokraftstoffe verbindliche Nachhaltigkeitsanforderungen festgeschrieben. Nur wenn diese Kriterien eingehalten werden, dürfen sich Mitgliedsstaaten den jeweiligen Bioenergiebeitrag für die Erfüllung ihrer Biokraftstoffquote bzw. Treibhausgas-Einsparziele anrechnen lassen und die jeweilige Produktion fördern. Dies gilt auch für importierte Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe. Die Richtlinie enthält u. a. die Bestimmung, dass bestimmte schützenswerte Flächen nicht für die Gewinnung von Biomasse genutzt werden dürfen. So darf die Biomasse beispielsweise nicht von Flächen stammen, die durch Rodung gewonnen wurden, die als Grasland mit hoher Biodiversität einzustufen sind oder die durch Drainage von Moorflächen gewonnen wurden⁵¹.

Bewertung: Inhaltlich sind die Kriterien der RED noch ergänzungsbedürftig, z. B. um Kriterien zum Schutz des Wassers und des Bodens, Methoden zur Berücksichtigung indirekter Effekte sowie diverser sozialer Kriterien. Auch dass die Anforderungen mit Bezug zur GAP nur für innerhalb der EU

angebaute Biomasse gelten, ist ein Mangel. Dennoch bieten die Kriterien der RED einen interessanten Einstieg in die Erprobung von verbindlichen Nachhaltigkeitskriterien, sofern die Anforderungen auf andere Anwendungsbereiche ausgeweitet werden, um Verlagerungseffekten vorzubeugen.

Implementierung der RED Nachhaltigkeitsanforderungen: Die Überprüfung einzelner Produzenten, ob die Nachhaltigkeitskriterien eingehalten wurden, erfolgt durch privatwirtschaftliche Zertifizierungssysteme. Diese wiederum müssen zunächst von der EU zugelassen („akkreditiert“) werden. Die EU Kommission hat bereits zahlreiche sog. freiwillige Zertifizierungssysteme („voluntary schemes“) anerkannt. Acht dieser Systeme können bereits europa- oder weltweit zu Verifizierung der Konformität mit den RED Kriterien angewendet werden. Weitere 18 Systeme warten auf ihre Anerkennung. Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich in ihrem inhaltlichen Anspruch, in den konkreten Überprüfungsanforderungen („Glaubwürdigkeit“), den beteiligten Akteuren, den betrachteten Rohstoffen, ihrer räumlichen Fokussierung, usw. deutlich voneinander. Sowohl an der Fülle und Unübersichtlichkeit der anerkannten Systeme als auch an deren spezifischer Ausgestaltung wird zunehmend Kritik geäußert. Dabei ist die Tendenz zu erkennen, dass Systemanbieter versuchen, sich mit einer möglichst lockeren Auslegung der Anforderungen einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen. Deutschland hat die Vorgaben der RED in Form der Biomassestrom- (BioSt-NachVO) und der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnungen (BioKraft-NachV) in nationales Recht umgesetzt. Hier ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die Kontrolle der Zertifizierungssysteme zuständig.

Bewertung: Insgesamt ist die Implementierung der Vorgaben auf europäischer Ebene aus Sicht des UBA noch unbefriedigend, da eine Vielzahl von Zertifizierungssystemen entstanden ist, von denen einige als nicht hinreichend glaubwürdig einzustufen sind. Beispielsweise ist eine externe Kontrolle nicht in allen Systemen gefordert. Es bleibt abzuwarten, wie sich diese Situation entwickelt und welche Schritte die EU Kommis-

sion unternehmen wird. Eine Evaluation der Wirksamkeit der Nachhaltigkeitsanforderungen anhand empirischer Daten steht hier also noch aus.

Trotz der zahlreichen positiven Teilergebnisse im Rahmen dieser Diskurse darüber, wie die Produktion umwelt- und sozialverträglicher gestaltet werden könnte, zeichnet sich ab, dass freiwillige Ansätze verbindliche gesetzliche Vorgaben nicht ersetzen können, sondern vielmehr die Voraussetzung dafür sind, dass umwelt- und sozialetische Mindeststandards in der Produktion nicht unterschritten werden.

Ausweitung der Zertifizierung auf feste und gasförmige Bioenergieträger

Für die Produktion fester (z. B. Holzhackschnitzel) und gasförmiger (z. B. Biogas) Bioenergieträger zur Strom- und Wärmezeugung gibt es bisher weder auf europäischer noch auf nationaler Ebene Nachhaltigkeitsanforderungen. Das UBA setzt sich dafür ein, dass diese Lücke möglichst zügig geschlossen wird und mit möglichst ambitionierten Kriterien versehen wird. Eine entsprechende Verordnungsermächtigung für die Stromgewinnung aus Biomasse ist bereits in § 64b des EEG 2012 enthalten. Aus Sicht des UBA ist es bei der festen Biomasse (z. B. Holz und Stroh) von zentraler Relevanz, vorsorglich und verbindlich den Erhalt von lokalen Nährstoff- und Kohlenstoffvorräten der Böden einzufordern. Im Vordergrund stehen hier u. a. die Aspekte Erhaltung der Senkenfunktion der Wälder und organischer Böden sowie die Wahrung der wichtigen Funktion agrarischer und forstlicher Reststoffe zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Darüber hinaus muss die biologische Vielfalt in der genutzten Landschaft einen wirksameren Schutz durch entsprechende Regelwerke erfahren. Managementregeln, die das sicherstellen, sind dabei ebenso wichtig wie verbindliche Regeln zum Umgang mit Eigentums- und Nutzungsrechten an Grund- und Boden, die gerade im Hinblick auf die mannigfaltigen menschlichen Nutzungsformen von Waldressourcen häufig übersehen werden. Bestehende Nachhaltigkeitskriterien sollten zumindest auch für gasförmige Energieträger zur Strom- und Wärmezeugung angewendet werden

Behebbarer Defizite der Biomasse-Zertifizierung

Vollständigkeit: Zu den noch offenen, aber prinzipiell schließbaren Flanken der Zertifizierung im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse gehört die Ergänzung der jeweiligen Prinzipien, so dass sämtliche Aspekte des Konzepts der Nachhaltigkeit einbezogen werden. Einige zentrale Elemente des Leitbildes, wie die Ernährungssicherung und der Biodiversitätsschutz, lassen sich in vielen Fällen nur sehr schwer auf der Fläche abbilden oder feststellen. Diesem Problem könnte durch Integration von Vorsorgemaßnahmen begegnet werden.

Eine weitere Herausforderung, die überwindbar scheint, ist die Berücksichtigung von THG-Emissionen, die durch indirekte Landnutzungsänderungen hervorgerufen werden. Deren Einbeziehung ist notwendig, um die Auswirkungen von Biokraftstoffen und anderen Bioenergieträgern auf den globalen Kohlenstoffkreislauf realistisch einzuschätzen. Nach heutigen Erkenntnissen können Beiträge der Bioenergie zur THG-Emissionsminderung vielfach signifikant niedriger sein als ursprünglich angenommen. In bestimmten Fällen können die Emissionen sogar die des substituierten fossilen Äquivalents überschreiten (siehe auch S. 53). Diese Erkenntnisse dürfen nicht ignoriert oder gar negiert werden, sondern weisen dringenden politischen Handlungsbedarf aus.

Verifikation: Sofern hier Defizite bestehen, lassen sich diese unter der Voraussetzung des „guten Willens“ der Akteure beheben. Eine unabhängige Verifikation durch Dritte ist dabei grundsätzlich Formen der Selbstverpflichtung oder gegenseitiger Bewertung durch die verantwortlichen Marktteilnehmer vorzuziehen. Ausnahmen dazu sollten immer gut begründet sein und nach Möglichkeit zusätzliche angemessene Kontrollmechanismen enthalten. Der häufig zu hörende Verweis auf unzumutbare administrative Aufwendungen und Kosten kann nicht als hinreichendes Argument zur Vermeidung externer Kontrollen gelten, sondern das Ziel einer nach außen hin glaubhaften und transparenten Zertifizierung muss im Vordergrund stehen.

Partizipation: Mit Blick auf die spezifischen

Eigenarten jeder Region und die Verschiedenheit der Bedürfnisse und Interessen der diversen Stakeholder gerade in komplexen, globalen Produktionsketten ist es darüber hinaus bedeutsam, ob (lokale) Interessensvertreter wirksam in die Standardgebung einbezogen sind. Gerade für globale Prozesse wäre es wünschenswert, wenn die lokale Expertise in die Festlegung der Prinzipien, Kriterien und Indikatoren einfließt und im Rahmen einer obligatorischen Wirkungsanalyse zu bestehenden und geplanten Projekten überprüfbar gemacht wird.

Aus Sicht des UBA ist es bei der festen Biomasse (z. B. Holz und Stroh) von zentraler Relevanz, vorsorglich und verbindlich den Erhalt von lokalen Nährstoff- und Kohlenstoffvorräten der Böden einzufordern.

Emissionshandel – Ausgestaltung der Nachhaltigkeitsanforderungen für Biomassen

Der Emissionshandel begünstigt den Einsatz von Biomasse, indem er ihn von der Pflicht zur Abgabe von Emissionsberechtigungen befreit. Für flüssige Biobrenn- und Biotreibstoffe gilt diese Befreiung allerdings nur noch dann, wenn sie den Vorgaben der RED entsprechend nachhaltig erzeugt wurden. Für feste und gasförmige Biomasse fehlen entsprechende Anforderungen dagegen bislang. Ihre Verwendung wird im Emissionshandel daher auch dann weiterhin von der Abgabepflicht befreit, wenn sie nicht nachhaltig erzeugt wurden.

Die aufgrund fehlender Geltung der RED-Nachhaltigkeitskriterien insoweit fortbestehenden Anreize für die Verwendung auch nicht nachhaltiger fester und gasförmiger Biomasse im Emissionshandel müssen beseitigt werden. In Anbetracht der zu erwartenden

verstärkten Nutzung fester und gasförmiger Biomasse ist es deshalb notwendig, den Anwendungsbereich der Erneuerbare-Energien-Richtlinie auszudehnen und auch für diese Biomassen ambitionierte und verbindliche Nachhaltigkeitskriterien festzulegen. Genügen sie diesen Kriterien nicht, darf ihre Verwendung im Emissionshandel nicht länger von der Abgabepflicht befreit werden. Eine besondere Rolle spielt die bereits heute bedeutsame Verwertung von biogenen Abfällen im Emissionshandel. Diese ist grundsätzlich zu begrüßen und sollte nicht am Aufwand für einen Nachweis der Nachhaltigkeit scheitern. Andererseits muss sichergestellt sein, dass Anreizverbote, wie sie in der RED geregelt sind, nicht dadurch umgangen werden, dass nicht-nachhaltige Biomasse als Abfall deklariert wird. Insoweit bedarf es verlässlicher Zertifizierungssysteme, die es Verwertern biogener Abfälle gestatten, deren Nachhaltigkeit auch am Ende einer Kaskadennutzung nachzuweisen.

Erwerb von Emissionsberechtigungen durch internationale Klimaschutzprojekte: Internationale Klimaschutzprojekte zielen auf die kostengünstige Erzeugung von Emissionsgut-

schriften. Soweit diese Gutschriften für Anbau oder Einsatz von Biomasse ausgeschüttet und zur Erfüllung der Abgabepflichten im Europäischen Emissionshandel eingesetzt werden, beinhalten auch sie finanzielle Anreize im Sinne der Erneuerbare-Energien-Richtlinie. Die Menge auszugebender Gutschriften für Emissionsminderungen verringert sich bei internationalen Klimaschutzprojekten grundsätzlich um die Emissionen außerhalb der Projektgrenzen und damit auch der sogenannten Vorkette. Das heißt für Projekte, bei denen Biomasse eingesetzt wird, dass beispielsweise die durch den Transport von der Anbaufläche zum Nutzer entstehenden Emissionen von der Menge ausgegebener Gutschriften abgezogen werden. Durch Kriterien für nutzbare Flächen werden weitere Nachhaltigkeitsaspekte bereits teilweise erfasst. Deren Harmonisierung mit fortentwickelten Nachhaltigkeitskriterien im Sinne dieses Berichts sollte mittelfristig angestrebt werden.

Auch bei der Gestaltung neuer internationaler Klimaschutzinstrumente sollten frühzeitig anspruchsvolle Kriterien für die Nachhaltigkeit der Biomassenutzung festgelegt werden.

5.6 WIRTSCHAFTS- UND HANDELSPOLITIK, ENTWICKLUNGSPOLITIK

Handel mit Agrarprodukten stärker kontrollieren

Die weltweiten Nahrungsmittelmärkte waren in den vergangenen Jahren durch steigende und zunehmend volatile Preise gekennzeichnet. Die Hauptursachen dieser Entwicklung sind nach einer Analyse des International Food Policy Research Instituts (IFPRI) die wachsende Verwendung von Agrarprodukten zur Herstellung von Treibstoffen, die Zunahme extremer Wetterereignisse aufgrund des Klimawandels sowie ein Anstieg der Warentermingeschäfte mit Agrargütern (von Grebmer, et al., 2011). Die OECD⁵² wies schon im Jahr 2008 darauf hin, dass die Volumina der Warenterminmärkte ein neuer und permanenter Faktor der Preisvolatilität sein werden. Die Effekte werden dadurch verstärkt, dass ein Großteil der auf dem Weltmarkt gehandelten Grundnahrungsmittel aus einigen wenigen Ländern stammt, so dass sich Missernten und politische Entschei-

dungen dort gravierend auswirken können⁵³. Jeweils mehr als 70 % der globalen Mais- und Reisproduktion stammen aus nur fünf Hauptanbauländern. Zu spürbaren Auswirkungen auf die Preise kann es auch kommen, wenn die wichtigen Exportländer angesichts sich abzeichnender Knappheit die Ausfuhr beschränken. IFPRI zufolge können bis zu 30 % der Preissteigerungen des ersten Halbjahres 2008 auf Handelsbeschränkungen zurückgeführt werden. Hinzu kommt, dass die weltweit verfügbaren Getreidereserven einen historischen Tiefstand aufweisen und zeitnahe Informationen zur globalen Nahrungsmittelverfügbarkeit, die Überreaktionen auf moderate Verschiebungen bei Angebot und Nachfrage verhindern könnten, derzeit nicht verfügbar sind (von Grebmer, et al., 2011).

Um dem Problem übermäßiger Volatilität entgegenzuwirken, müssen Maßnahmen

ergriffen werden, die einerseits an dem Zustandekommen der Preisspitzen ansetzen und andererseits vulnerable Bevölkerungsgruppen von ihrer verheerenden Abhängigkeit von Nahrungsmittelpreisen befreien.

Ein transparenter Handel von agrarbasierten Finanzprodukten kann zur Absicherung gegen Preisschwankungen und Abfederung von Risiken beitragen und so für Stabilität auf den Märkten sorgen. Finanztransaktionen, die auf Agrarrohstoffen basieren, haben in den letzten Jahren massiv zugenommen⁵⁴. Finanzakteure wie Banken, agrarrohstoffbasierte Fonds oder Hedgefonds haben so einen stärkeren Einfluss auf die Preise gewonnen. Die langfristigen Preise können durch die Finanzakteure letztlich nicht beeinflusst werden. Jedoch besteht die Gefahr, dass das zunehmende Handelsvolumen von agrarrohstoffbasierten Finanzprodukten in Verbindung mit intransparenten Märkten für eine verstärkte Preisvolatilität sorgt.

Agrarrohstoffe sind aufgrund ihrer essenziellen Bedeutung für die Gesundheit und das Überleben der Ärmsten jedoch keine Anlageform wie jede andere. Entsprechende Finanzprodukte, die auf Agrarrohstoffen basieren, sollten daher deutlich strengeren Regulierungen unterliegen. Warenterminbörsen müssen ihre ursprüngliche Funktion des Ausgleichs von Risiken wieder erfüllen und Geschäftszweige, welche die Versorgung der Ärmsten nachweislich gefährden, ggf. unterbunden werden.

Die Europäische Kommission hat Schritte eingeleitet, die starken Preisausschläge bei den Nahrungsmitteln durch mehr Kontrollen und durch mehr Transparenz im Agrarhandel abzdämpfen. Dazu gehört insbesondere eine Regulierung des außerbörslichen Handels, der zurzeit völlig unkontrolliert und intransparent ist. Wesentlich ist auch, dass die Berichterstattung transparent wird. Beispielsweise sind Fragen dazu, wie die Lagerhaltung in den einzelnen Staaten erfolgt, wie groß der Anteil staatlicher bzw. privatwirtschaftlicher Lagerhaltung daran ist, usw., eminent wichtig für die Hungerbekämpfung und sollten daher aus ethischen Gründen offen gelegt und diskutiert werden. Der Abbau der staatlichen Lagerhaltung in den letzten Jahren lässt vermuten, dass die



Lagerhaltung mehrheitlich von Konzernen erfolgt. Wenn deren Berichterstattung zu ihren Vorräten nicht hinreichend transparent ist, wird die Information zur Versorgungslage weltweit insgesamt unzureichend. Ziel der Regulierung muss insbesondere sein, Spekulation auf Basis von Insiderinformationen, Marktbeeinflussung und -manipulation zu verhindern.

Um Menschen dabei zu unterstützen, sich vor den Auswirkungen hoher und instabiler Preise besser zu schützen, müssen weiterhin soziale Sicherungssysteme gestärkt und auch die Kapazitäten der internationalen Gemeinschaft verbessert werden, damit diese bei einsetzenden Krisen, wie den Preiskrisen von 2007/08 und 2010/11, effektiv tätig werden kann. Die Wirtschafts- und Handelspolitik sollte im Einklang mit den Zielen der Entwicklungspolitik stehen und diese nicht konterkarieren.

Land Grabbing regulieren

Bestehende Ansätze, die die internationale Landakquirierung, großflächige Landverkäufe an Investoren (Land Grabbing) und Land Spekulation (Landaneignung zum Zweck der Weiterveräußerung nach Wertsteigerung) adressieren und steuern, sollen weiter unterstützt und vorangetrieben werden. Da Hunger vor allem ein ländliches Problem ist (70 % der Hungernden leben auf dem Land), und rund 40 % der Weltbevölkerung hauptsächlich von der Landwirtschaft leben, kann Hunger häufig nur durch regionale Selbstversorgung überwunden werden. Der Zugang der Armen auf dem Land zu Boden, zu Wasser und zu

weiteren Produktionsmitteln entscheidet in erster Linie darüber, ob das Menschenrecht auf Nahrung umgesetzt wird. Die Möglichkeiten der nationalen Eigenversorgung mit Nahrungsmitteln sinken, wenn inländische Flächen nicht mehr für die inländische Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen. Dadurch steigt wiederum die Abhängigkeit von teuren Nahrungsmittelimporten. Angesichts der sozialen, ökologischen und ökonomischen Herausforderungen muss Land Grabbing transparent gemacht und kontrolliert werden. Die diesbezüglichen Aktivitäten der FAO (Entwicklung und Umsetzung der freiwilligen Leitlinien), sowie die Aktivitäten seitens der Weltbank, einiger Regierungen sowie auch Nichtregierungsorganisationen sind hier voranzutreiben und zu unterstützen. Die Bundesregierung soll die Umsetzung der sog. „Freiwilligen Leitlinien über den sicheren und gerechten Zugang zu natürlichen Ressourcen“ („Voluntary Guidelines on Responsible Governance Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security“) weiterhin aktiv unterstützen.

Kooperationen zur Ernährungssicherung

Wegen der globalen Wettbewerbsverhältnisse in der Landnutzung, insbesondere in der Agrarproduktion, sind die Einsatzmöglichkeiten durch Rechtssetzung und steuerliche Lenkung (Problem WTO) häufig begrenzt. Konkurrenz in anderen Wirtschaftsräumen durch z. B. komparative Kostenvorteile führt zu Produktionsverlagerungen, häufiger Effekt ist der „Export“ von Umweltschäden. Um solche Effekte zu vermeiden und die Einsatzmöglichkeiten staatlicher Rechtssetzung zu erweitern, sollten mit wichtigen Handelspartnern Abkommen getroffen werden, in denen z. B. vergleichbare Standards für Produkte oder Produktionsverfahren festgelegt werden.

Wirtschaftliche Leistung und Hunger stehen in negativer Korrelation zueinander. Länder mit einem hohen Bruttonationaleinkommen (BNE) pro Kopf, ein wichtiger Messwert für wirtschaftliche Leistung, haben in der Regel niedrige Welthungerindex-(WHI)-Werte, während Länder mit einem niedrigen BNE pro Kopf eher hohe WHI-Werte aufweisen. Dieser Zusammenhang besteht jedoch nicht immer. Konflikte, Krankheiten, ungleiche Einkommensverteilung, schlechte Regierungsführung und Diskriminierung von Frauen sind Fakto-

ren, die die Hungersituation in einem Land gegenüber dem, was gemäß dem BNE zu erwarten wäre, verschlechtern können. Andererseits können breitenwirksames wirtschaftliches Wachstum, eine starke Landwirtschaft und die verbesserte Gleichberechtigung von Mann und Frau den Hunger-Index gegenüber dem, was das BNE erwarten ließe, verbessern. Die Regierungen sollten zudem die indirekten Ursachen der Unterernährung und Hunger (wie begrenzter Zugang zu medizinischer Versorgung sowie unzureichende Versorgungs- und Ernährungspraktiken), die durch Armut und mangelnde Gleichberechtigung verstärkt werden, stärker in ihre Politik einbeziehen. Strategien zur Armutsbekämpfung, die auf eine Verminderung von Ungleichheit ausgerichtet sind, sind daher ebenso Teil der Bekämpfung frühkindlicher Unterernährung wie politische Maßnahmen zur Verbesserung der Gesundheit, der Ernährungssituation und des sozialen Status von Frauen und Mädchen (FAO 2011a und b).

Unterstützung bei Ausbildung, Beratung und Vergabe von Kleinkrediten können zur Produktivitätssteigerung, zu mehr Effizienz durch den Einsatz von neueren Techniken beitragen. Die Förderung bislang vernachlässigter Pflanzenkulturen, eine verbesserte Bodenbearbeitung, die Aufwertung von degradiertem Ackerland, die Vermeidung von Nachernteverlusten und Lebensmittelverlusten durch bessere Speichermöglichkeiten, sind weitere Ansatzpunkte, die in der Gesamtheit weltweit zur Verbesserung der Ernährungssicherung beitragen können.

Ökologische und sozioökonomische Weiterentwicklung des Welthandelsrechts

Gemäß Artikel XX GATT 1994 sind umweltbezogene Regelungen zur Einschränkung des Welthandels anerkannt.

Artikel XX Buchstabe (b) verbietet das Recht, zum Schutz von menschlichem, tierischem oder pflanzlichem Leben oder der Gesundheit von den Pflichten des GATT abzuweichen. Darüber hinaus erlaubt der Artikel XX Buchstabe (g) Maßnahmen in Bezug auf den Schutz erschöpflicher natürlicher Ressourcen, wenn die entsprechenden Restriktionen auch für die inländische Produktion und Konsumtion gelten. Handelsbeschränkungen aufgrund sozialer und anderweitiger

menschenrechtlicher Schutzziele sind umstritten (Fritsche, et al., 2010).

Gegenstand andauernder Auseinandersetzungen zwischen den Vertragsstaaten stellt die Auslegung des „like products“-Begriffs dar. Nach den GATT/WTO-Regeln dürfen gleichartige Produkte („like products“) nicht unterschiedlich behandelt („diskriminiert“) werden. Welche Kriterien ausschlaggebend sind, damit Produkte als gleich- oder verschiedenartig eingestuft werden, ist auch unter den WTO-Gremien umstritten bzw. einer Weiterentwicklung unterlegen. Insbesondere ist die für den Umweltschutz relevante Frage noch ungeklärt, ob umweltschädigende Auswirkungen von Produktions- und Prozessmethoden, die im Endprodukt keine „Spuren“ hinterlassen, eine Ausnahme von der Gleichbehandlungspflicht rechtfertigen.

Nach dem heutigen Stand der WTO-Rechtsprechung ist Umweltschutz kein eigenständiges Unterscheidungskriterium für Produkte (Panzon et al., 2010). Das Streitbeilegungsorgan der WTO (2010) äußert sich folgendermaßen zu dieser entscheidenden, aber offenen Frage:

„For instance, governments may want to discriminate between wood products derived from sustainably grown forest and wood where the production method is unknown. Under such a scenario, the determination of the likeness of the two types of wood may be particularly challenging“ (WTO, 2010). Dass es durchaus möglich ist, Differenzierungen anhand von Gesichtspunkten der Produktions- und Prozessmethoden im Einklang mit den WTO-Regeln vorzunehmen, zeigt das TRIPS Abkommen („Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights“), wonach Produkte anhand der Einhaltung bzw. Missachtung von Urheberrechtsverletzungen in der Produktion differenziert werden.

Das Welthandelsrecht und die Institutionen der WTO müssen weiterentwickelt und reformiert werden, damit Querschnittsthemen wie die Entwicklungsziele und der Umwelt- und Klimaschutz größere Relevanz im Welthandelsrecht bekommen. Der freie Handel muss mit ökologischen und sozialen Mindeststandards in Einklang gebracht werden und darf nicht wie bisher darüber stehen.

5.7 POLITIKEMPFEHLUNGEN FÜR EINE RESSOURCENSCHONENDE LAND- UND BIOMASSENUTZUNG AUF EUROPÄISCHER UND INTERNATIONALER EBENE

Wesentliche Ursachen von Armut und Hunger sind der gigantische Ressourcenverbrauch der Industrie- und Schwellenländer und die damit verbundene Umwelt- und Naturzerstörung. Die globalen Trends der Bevölkerungsentwicklung, der Ertragsentwicklung und sich ändernder Ernährungsgewohnheiten verdeutlichen, dass einerseits die Biomasseproduktion künftig effizienter und nachhaltiger erfolgen muss, um die Bedürfnisse der wachsenden Weltbevölkerung befriedigen zu können. Andererseits hat neben der Steuerung von Flächenmengen und Flächenproduktivitäten die Verwendungsentscheidung (pflanzliche Nahrung, Fleisch, stoffliche bzw. energetische Nutzung, regionale Verteilung, Verlust- und Abfallmengen, Mehrfachnutzung der Biomassen in Kaskaden) erhebliche Auswirkungen auf die globale Verfügbarkeit. Deutschland hat sich im Juni 2008 mit einem ambitionierten Maßnahmenpaket zur welt-

weiten Bekämpfung der Ursachen von Armut und Hunger bekannt. Diese Rolle sollte es weiterhin aktiv ausfüllen.

Das UBA empfiehlt, dass die Bundesregierung:

- › sich den Grundsätzen der Nachhaltigen Entwicklung verpflichtet und auf die Umsetzung des Leitbilds einer nachhaltigen Land- und Biomassenutzung hinwirkt. Gleichrangige und sich gegenseitig bedingende Ziele sind dabei der Schutz und Erhalt der Ökosystemfunktionen bei der Landnutzung bei optimaler Integration der verschiedenen Flächen- und Bodenfunktionen und die Bedürfnisbefriedigung aller Menschen heute und in Zukunft. Der Nahrungsmittelproduktion ist zum Zwecke der Ernährungssicherung Priorität vor der Produktion nachwachsender Rohstoffe einzuräumen.



- › national eine Vorreiterrolle bei der Transformation des Konsum- und Ernährungssystems einnimmt. Ziele sind hier der nachhaltige, verantwortungsvolle Konsum, eine Reduzierung des Fleischverbrauchs sowie eine Verminderung der Nahrungsmittelverschwendung. Eine ökologische, klimagerechte Ernährung soll durch ökonomische und steuerliche Instrumente privilegiert werden. Dies bedeutet, dass für umwelt- und klimaschädliche Produkte und Verfahren die Mehrwertsteuer erhöht oder entsprechende Steuern erhoben werden sollten. Flankiert werden sollten diese Maßnahmen durch Bildungs- und Beratungsmaßnahmen zur Förderung des nachhaltigen Konsumverhaltens sowie Maßnahmen zur Stärkung des Absatzes von Bioprodukten und fleischreduzierter Speisepläne in öffentlichen Einrichtungen.
- › in der gemeinsamen EU-Agrarpolitik auf eine starke und verpflichtende Ökologisierungskomponente bei den Direktzahlungen (erste Säule der GAP) sowie auf eine Stärkung der ländlichen Entwicklung (zweite Säule der GAP) mit entsprechender Umverteilung der Mittel hinwirkt. Der künftige Einsatz öffentlicher Gelder sollte an die Bereitstellung öffentlicher Güter und Leistungen gekoppelt und nachhaltige Technologien und Methoden verstärkt gefördert werden.
- › eine Neuausrichtung der Bioenergiepolitik vornimmt. Dabei dürfen die Anreize für die energetische Nutzung von Anbaubiomasse nicht weiter ausgebaut werden, sondern es sollte die energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen im Sinne einer

Kaskadennutzung vorangebracht werden.

- › sich auf europäischer und internationaler Ebene stärker für den Schutz der Böden einsetzt. Dazu gehört ein Überdenken der deutschen Position zu einer EU-Boden-Rahmenrichtlinie und das Eintreten für ein Sustainable Development Goal (SDG) mit Bodenbezug.
- › international zur Umsetzung des Gedankens der nachhaltigen ressourcenschonenden Landnutzung beiträgt. Dafür sollte eine aktive Rolle bei der Entwicklung eines globalen nachhaltigen Landmanagementsystems eingenommen werden, die mit gezielten F&E-Aktivitäten und Kooperationen/Partnerschaften unterstützt wird.
- › in der Wirtschafts- und Handelspolitik eine grundlegende Anpassung an die Klimaziele der Weltgemeinschaft einfordert sowie die Umsetzung der VN-Entwicklungsziele und der in Planung befindlichen Sustainable Development Goals aktiv unterstützt. Der freie Handel muss mit ökologischen und sozialen Mindeststandards in Einklang gebracht werden. Regierungen und Aufsichtsbehörden müssen gemeinsam gegen den Missbrauch an den Warenterminbörsen durch Kapitalanleger vorgehen und Auswüchse der Spekulation mit Nahrungsmitteln kontrollieren. Die Umsetzung der "Voluntary Guidelines on Responsible Governance Tenure" des UN-CFS⁵⁵ ist weiter aktiv zu unterstützen.
- › in der Entwicklungspolitik auf Anpassung aller Transfers im Sinne der Zielsetzungen des IAASTD-Berichts hinwirkt. Alle entwicklungspolitischen Aktivitäten sollten kritisch geprüft und im Sinne des IAASTD-Berichts⁵⁶ ausgerichtet sein, der bei der Erhaltung und Förderung indigenen Wissens und der Befähigung der Kleinbauern ansetzt. Anforderungen an Good Governance, klare Verhältnisse bei Eigentumsrechten („clear property rights“) sollten an entwicklungspolitische Maßnahmen gekoppelt werden. Wo notwendig sollten entsprechende Reformen, insbesondere zu Gunsten des kleinbäuerlichen Bereichs, angeregt werden.
- › in der Forschungsförderung Kooperationen unterstützt, die auch langfristig positiven Einfluss auf die Ernährungssicherung haben, dazu gehören Vorhaben zur Förderung der Ressourcenschonung und der Ressourceneffizienz.

- ²⁹ Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik (WBA) beim BMELV hat kürzlich zu Recht darauf hingewiesen, dass „das Recht auf Nahrung global eines der am meisten verletzten Menschenrechte“ ist. (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, 2012 S. 3)
- ³⁰ Das 2-Grad-Ziel beschreibt das Ziel der internationalen Klimapolitik, die globale Erwärmung auf weniger als zwei Grad gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung zu begrenzen. Das 2-Grad-Ziel ist die politische Definition des in Artikel 2 der UN Klimarahmenkonvention (UNFCCC) festgelegten Grundsatzes, nach dem eine „gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems“ verhindert werden soll. Es ist auf der UN-Klimakonferenz in Cancun im Dezember 2010 erstmals offiziell anerkannt worden.
- ³¹ COP 10, Nagoya 2010, Decision X/2: Strategic Plan for Biodiversity 2011 – 2020 and the Aichi Biodiversity Targets, (<http://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-02-en.pdf>)
- ³² Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020 {SEK(2011) 540 endgültig} {SEK(2011) 541 endgültig}
- ³³ Mehr als 2,0 Dungeinheiten je Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche. Dabei entspricht 1 Dungeinheit dem Anfall an tierischen Exkrementen von 80 kg N bzw. 70 kg P₂O₅.
- ³⁴ Die in der Literatur diskutierte Stickstoffüberschusssteuer: (Bezugsgröße ist hier nicht das kg N, sondern die Differenz zwischen eingeführtem und dem ausgeführtem N, also dem Überschuss) wird hier nicht näher betrachtet, da diese in der Erhebung aufwändig und damit teurer ist.
- ³⁵ In der Hoftorbilanz werden die Nährstoffzufuhr aus Zukauf von Düngern, Futtermitteln und Vieh sowie die Nährstoffabfuhr, die mit den landwirtschaftlichen Erzeugnissen den Hof verlässt, betrachtet.
- ³⁶ Agrarplattform „Vorschläge für eine neue Agrarpolitik in Europa“, Oktober 2001. Mit der Agrarplattform 2001 legte erstmals ein breites Bündnis von Verbänden aus Umwelt-, Tier-, Verbraucherschutz und Landwirtschaft gemeinsame Vorschläge und Forderungen für eine Neue Agrarpolitik in Europa vor. Damit eröffnen die Verbände die öffentliche Diskussion über die Agrarwende auf europäischer Ebene. An der Erarbeitung der Plattform beteiligt waren die großen Umweltverbände (NABU, BUND, WWF, Stiftung Europäisches Naturerbe EURONATUR u. a.), der Deutsche Tierschutzbund, der Verbraucherzentralen-Bundesverband sowie landwirtschaftliche Verbände (Naturland, Bioland, Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft - AbL). Entwickelt worden sind diese Vorschläge im Rahmen eines Verbändeprojektes des Umweltbundesamts, zusammen mit der Stiftung EURONATUR und der AbL
- ³⁷ Zum Begriff „Nachhaltige Intensivierung“ siehe die britische Royal Society (2009), zitiert beim (WBA Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, 2012). Der WBR schlägt den Begriff „nachhaltige Produktivitätssteigerung“ vor und meint damit das Ziel, „mehr Nahrungsmittel von qualitativ hoher Wertigkeit bereit zu stellen und dabei natürliche Ressourcen zu schonen und so effizient wie möglich zu nutzen – unter Berücksichtigung sozialer Belange und des Tierschutzes“.
- ³⁸ Aufgrund von Schadstoffbelastungen oder einer Holzschutzmittelbehandlung darf nicht jedes Altholz einer stofflichen Verwertung zugeführt werden; aktuell werden rund 30 % des gesammelten Altholzes stofflich verwertet. (Dehoust, et al., 2010)
- ³⁹ Vgl. Biomasseaktionsplan der BReg (Bundesregierung, 2009)
- ⁴⁰ Für die Übergangszeit können Gaskraftwerke die Ausgleichsfunktion übernehmen.
- ⁴¹ Inklusive Landschaftspflegematerial, Grünschnitt aus der Parkpflege, usw.
- ⁴² Methan-, Ammoniak und Lachgasemissionen aus der Güllelagerung werden vermieden, zugleich wird Energie bereitgestellt.
- ⁴³ Diese Zielsetzung erfolgt primär aus Überlegungen zur globalen Landnutzung.
- ⁴⁴ Es sei denn mit deren Anbau werden anderen Schutzzwecke verfolgt, wie z. B. Agrobiodiversität durch Wildkräutermischungen, Moorschutz durch Paludikulturen und bei der Landschaftspflege anfallendes Material. (s. S. 48)
- ⁴⁵ Die Vergütung richtet sich nach der zur Inbetriebnahme geltenden Fassung des EEG. Vergütungsänderungen haben also keine Auswirkungen für Bestandsanlagen.
- ⁴⁶ Die Einsatzstoffvergütungskategorie I enthält im Wesentlichen solche Biomasse, die im EEG 2009 über den Nawaro-Bonus vergütet wird: Energiepflanzen, z. B. Getreideganzpflanzen und Mais.
- ⁴⁷ Eine hinreichend fundierte Bewertung der ökologischen Verträglichkeit der Durchwachene Silphie v. a. über längere Zeiträume steht derzeit noch aus, so dass zunächst noch nicht zu einem großflächigen Anbau geraten werden kann.
- ⁴⁸ SRU Umweltgutachten 2012, Kapitel 7
- ⁴⁹ Weniger konsequente Alternative: Streichung der einsatzstoffbezogenen Vergütung für die EVK I bzw. Neueinordnung von Nawaros in die EVK 0, so dass nur die Grundvergütung gezahlt wird.
- ⁵⁰ Im Kontext der Diskussionen um die EEG-Umlage ist hierbei jedoch zu bedenken, dass wenn andere Schutzziele wie bspw. der Biodiversitätsschutz im Vordergrund stehen, die finanziellen Anreize nicht zulasten der EEG Umlage erfolgen sollte.
- ⁵¹ Stichtag hierfür ist der 1.1.2008. Alles was davor gerodet, drainiert oder konvertiert wurde, genießt Bestandschutz.
- ⁵² www.oecd.org/dataoecd/54/42/40847088.pdf
- ⁵³ Exemplarisch dafür kann die diesjährige Missernte bei Mais und Soja in den USA gelten. Die USA produzierten 2011 mehr als 30 % der Welternte dieser Agrarprodukte und stellten über 40 % der weltweiten Exporte bereit. (IFPRI Press Statement: „Effectively Responding to the Drought in the United States can prevent another Global Food Crisis“, vom 6.8.2012)
- ⁵⁴ Der Höhepunkt von agrarbasierten Finanzinvestments wurde im Mai 2011 mit 450 Mrd. Dollar erreicht. (Forum Umwelt & Entwicklung – Rundbrief 1/2012 S. 8)
- ⁵⁵ United Nations Committee in Food Security
- ⁵⁶ Der 2008 verabschiedete Weltagrарbericht (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development, IAASTD) ist das Resultat einer bislang einmaligen kooperativen Anstrengung von VN- und anderen internationalen Organisationen, 60 Regierungen und mehr als 400 WissenschaftlerInnen aus allen Erdregionen. Er ruft die Weltgemeinschaft zu fundamentalen Veränderungen in der Landwirtschaft auf, um rasant steigenden Preisen, Hunger, sozialer Ungerechtigkeit und ökologischen Katastrophen Einhalt zu gebieten. Fazit des Berichts: Das alte Paradigma einer industriellen Landwirtschaft mit hohem Energie- und Chemikalieneinsatz ist nicht mehr zeitgemäß. Wesentliche Elemente einer zukunftsfähigen Landwirtschaft sind die volle Einbeziehung lokalen und indigenen Wissens, die Stärkung von Frauen, die die Hauptlast landwirtschaftlicher Arbeit in den Entwicklungsländern tragen, und ein Forschungsschwerpunkt auf kleinbäuerliche und agro-ökologische Anbaumethoden.



6.

Zusammenfassung



Landflächen und andere natürliche Ressourcen für die Produktion von Agrar- und Forstgütern geraten durch die steigende Nachfrage nach diesen Gütern weltweit immer stärker unter Druck. Wesentliche Auslöser dieser Problematik sind eine wachsende Nachfrage nach essentiellen materiellen Gütern durch die steigende Anzahl von Menschen, die anhaltend ressourcenintensiven Konsummuster der Industrieländer und deren Ausweitung auf Schwellenländer. Mit dem Anstieg der Einkommen nähert sich die Pro-Kopf-Ressourcenbeanspruchung in einigen Schwellenländern langsam dem Niveau der früh industrialisierten Länder an, wenn auch noch mit deutlichem Abstand.

Jenseits der angebotsorientierten Steuerungsansätze müssen die Nutzung und die Verteilung der Agrar- und Forstgüter grundlegend auf den Prüfstand gestellt und neu justiert werden.

Die ökologischen und sozioökonomischen Folgen dieses Nachfragesogs sind vielfältig, sie verschärfen vielerorts den kritischen Zustand der produktiven und regulativen Funktion globaler Ökosysteme, ohne dass die Erreichung eines der zentralen Ziele der Nachhaltigen Entwicklung – die dauerhafte Beseitigung des persistenten Hungers in einigen Regionen der Welt – in Sicht ist. Die stark schwankenden Agrarpreise, der steigende Wert von fruchtbaren Flächen und Agrargütern als Spekulationsobjekte in der jüngeren Vergangenheit, die preisbedingten Hungerkrisen von 2007 und nicht zuletzt das Phänomenen Land Grabbing sind Indikatoren des Anschwellens der Problematik und zeigen zugleich die Handlungsnotwendigkeit auf.

Eine grundsätzliche Herausforderung bei der Steigerung des Biomasseangebots zur Deckung der wachsenden Nachfrage sind die oftmals damit einhergehenden negativen Umweltauswirkungen bis hin zur Schädigung

der langfristigen Produktivität der Agrar- und Forstsysteme, die der intra- und intergenerationalen Komponente des Leitbildes Nachhaltiger Entwicklung zuwider läuft.

Wird die Angebotssteigerung durch eine Agrarflächenausdehnung angestrebt, geht dies oft zu Lasten anderer Schutzgüter, allen voran der biologischen Vielfalt und von Ökosystemen, die für die Regulation des Klimas essentiell sind. Auch die Innutzungnahme marginaler und degradierter Flächen ist nicht per se unkritisch. Die Intensivierung der Produktion zur Erhöhung der Flächenproduktivität kann mit hohen Umweltkosten verbunden sein, wenn dies nicht mit Rücksicht auf die ökologische Tragfähigkeit und Pufferkapazität des jeweiligen Agrar- oder Forstsystems geschieht. Lachgasemissionen, Kontamination mit Pestizidrückständen und Eutrophierung von Böden, Luft und Wasserkörpern, vielfältige Formen der Degradation von Böden wie die Verminderung des organischen Kohlenstoffs, Versalzung, Verlust des fruchtbaren Oberbodens durch Erosion, Verlust an Agrobiodiversität, Verknappung der landwirtschaftlich nutzbaren Wasserressourcen sind einige der Symptome, die mit einer nicht-nachhaltigen Produktionssteigerung und Ausweitung der Landwirtschaft assoziiert sein können. Forstwirtschaftliche Intensivierungen bergen u. a. die Risiken negativer Nährstoffbilanzen und des Verlusts der CO₂-Senkenfunktion der Wälder. Die ökologische Verträglichkeit der Steigerung der Agrar- und Forstproduktion ist eine der wichtigsten Aufgaben internationaler Umwelt-, Agrar-, Handels- und Entwicklungspolitik.

Jenseits der angebotsorientierten Steuerungsansätze müssen die Nutzung und die Verteilung der Agrar- und Forstgüter grundlegend auf den Prüfstand gestellt und neu justiert werden. Dort, wo die Ernährung zu einem unverhältnismäßig hohen Anteil auf Fleisch und anderen tierischen Produkten beruht, sollte eine Steigerung des pflanzlichen Anteils in der Ernährung erreicht werden. Die Eindämmung der Verluste in der Produktions-Konsumtions-Kette von Nahrungsmitteln ist ein weiterer relevanter Ansatzpunkt zur Reduktion der Nachfrage, der ethisch unkritisch ist. Um Nutzungskonflikte zwischen ernährungsbezogener, stofflicher und energetischer Nachfrage zu mildern und



Biomasse so effizient wie möglich zu nutzen, müssen Regularien entwickelt und implementiert werden, die eine Kaskadennutzung der Biomasse sicherstellen, in der die energetische Verwertung den Abschluss bildet.

Der Anbau von Biomasse eigens für die energetische Nutzung als Beitrag zur Deckung der hohen Energieverbräuche in den Industrieländern beansprucht unverhältnismäßig große Anteile produktiver Ackerflächen. Mit Wind- und Solarenergie stehen zumindest in Deutschland flächeneffizientere Alternativen zur Verfügung. Die Problematik ihrer Fluktuation kann aufgrund des sehr begrenzten Potenzials der Energie aus Anbaubiomasse nicht vollständig durch Bioenergie ausgeglichen werden. D. h., alternative Speicher- und Ausgleichstechnologien wie „Power to Gas“ müssen in jedem Fall entwickelt werden. Auch im Verkehr können Biokraftstoffe nur einen sehr geringen Anteil decken, unter Inkaufnahme ökologischer und sozioökonomischer Risiken („indirekte Landnutzungsänderungen“). Daher sollten Biokraftstoffe nur dort zum Einsatz kommen, wo ein Ersatz fossiler Treibstoffe durch weniger kritische Technologien wie z. B. elektrische Antriebe, Wasserstoff-Brennstoffzellen oder aus Wind- und Solarstrom gewonnenes eMethan (noch) nicht in Aussicht ist.

Die Sicherung ökologischer und sozialer Mindeststandards in der Bereitstellung von Agrar- und Forstprodukten durch eine hinreichend funktionale Zertifizierung ist eine Chance, gute und wichtige Impulse in der Produktion

zu setzen. Dennoch fußt die Wirksamkeit der Zertifizierung auf sehr hohen Voraussetzungen. Ihre Reichweite und Effektivität haben klare Grenzen und die Zertifizierung birgt als Instrumentarium auch Risiken, v. a. im Falle einer mangelnden Umsetzung. Sie darf daher nicht überbewertet werden. Das Welthandelsrecht sollte so reformiert werden, dass ökologische und soziale Mindestanforderungen gestützt und nicht erschwert werden.

Das wieder erwachte Bewusstsein über den Wert und die Knappheit natürlicher Ressourcen hat die Debatte darüber neu entfacht, wie eine nachhaltige und ressourcenschonende Land- und Biomassennutzung aussehen müsste und welche Veränderungen dafür eingeleitet werden müssen, um die formulierten Ziele zu erreichen. Der vorliegende Bericht versteht sich als Diskussionsbeitrag in diesem Diskurs. Für das Umweltbundesamt besitzen die Visionen und Grundsätze der Rio-Erklärung für Umwelt und Entwicklung von 1992 nach wie vor ihre Gültigkeit als Basis und Orientierungsrahmen für das Verständnis und die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung und Ressourcennutzung. Die Rio-Deklaration konstatiert, dass alle Menschen – heutige und künftige Generationen – ein Recht auf ein gesundes und produktives Leben im Einklang mit der Natur haben. Eine Annäherung an diese Leitidee erfordert jetzt Aktivitäten auf verschiedenen Ebenen und Themenfeldern. Einige der Pfade zum Ziel sind im vorliegenden Bericht aufgezeichnet worden.

LITERATURVERZEICHNIS

- Al-Riffai, P., Dimaranan, B. und Laborde, D. 2010.** Global trade and environmental impact study of the EU biofuels mandate. Washington: International Food Policy Research Institute, 2010.
- Anseeuw, W., et al. 2011.** Land Rights and the rush for land: Findings of the Gblal Commercial Pressures on Land Research Project. Rome: The International Land Coalition, 2011.
- Bai, Z.G. und Dent, D.L. 2007.** Land degradation and improvement in South Africa. Wageningen: ISRIC – World Soil Information, 2007. GLADA Report 1a.
- Bai, Z.G., et al. 2008.** Global Assessment of land degradation and improvement. Wageningen: ISRIC – World Soil Information, 2008. GLADA Report 5.
- Block, J., Schuck, J.; Seifert, T. 2008.** Einfluss unterschiedlicher Nutzungsintensitäten auf den Nährstoffhaushalt von Waldökosystemen auf Buntsandstein im Pfälzerwald. Forst und Holz 63 (7/8), S. 66 – 70
- BMU. 2011.** Erneuerbare Energie in Zahlen – Nationale und Internationale Entwicklungen. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011.
- BMU. 2012.** Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Studie (Schlussbericht BMU – FKZ 03MAP146) zum download unter http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/48591.php
- Brazilian Ministry of Science and Technology. 2010.** Second National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Brasilia. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010
- Bringezu, S., et al. 2009.** Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels. Paris: United Nations Environment Programme, 2009. S. 120.
- Bruinsma, J. 2009.** The Resource Outlook for 2050. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. Paper for FAO Expert Meeting on How to Feed the World in 2050, 24–26 June 2009.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN). 2010.** Positionspapier Bioenergie und Naturschutz – Synergien fördern, Risiken vermeiden. Bonn 2010
- Bundesregierung. 2009.** Aktionsplan zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Berlin: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2009.
- . 2011.** Waldstrategie 2020 – Nachhaltige Waldbewirtschaftung: eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung. Bonn : Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2011.
- Carus, M., Raschka, A. und Piotrowski, S. 2010.** Entwicklung von Förderinstrumenten für die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland. Hürth: nova-Institut GmbH, 2010.
- Cordell, D., J.-O. Drangert, et al. 2009.** „The story of phosphorus: Global food security and food for thought.“ Global Environmental Change 19(2): 292–305.
- Chien, S. H., L. I. Prochnow, et al. 2009.** Recent Developments of Fertilizer Production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. Advances in Agronomy, Vol 102. San Diego, Elsevier Academic Press Inc. 102: 267-322.
- David Tilman, Kenneth G. Cassman, Pamela A. Matson, Rosamond Naylor, Stephen Polasky 2002:** Agricultural sustainability and intensive production practices; Nature 418, 671-677 (8 August 2002) | doi:10.1038/nature01014
- DBFZ. 2011.** Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung. Leipzig: Deutsches BiomasseForschungsZentrum, 2011. Report Nr. 4.

- DBFZ. 2008.** Global Biomass Potentials. Endbericht des DBFZ im Auftrag von Greenpeace International, Juli 2008. Deutsches BiomasseForschungs-Zentrum, 2008
- DECHEMA. 2008.** Einsatz nachwachsender Rohstoffe in der chemischen Industrie. Frankfurt/Main: DECHEMA, 2008. Positionspapier erarbeitet vom DECHEMA/DGMK/GDCh/VCI-Gemeinschaftsarbeitskreis „Bewertung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe –ein Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Chemie“.
- Dehoust, G., et al. 2010.** Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. Freiburg/Darmstadt/Heidelberg: Öko-Institut e. V. und ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung, 2010.
- Deininger, K., et al. 2011.** Rising global interest in farmland: can it yield sustainable and equitable benefits? Washington: World Bank, 2011.
- Duman, N. 2011.** Implications of reduced demand for livestock products in OECD countries for the World Food Balance: a partial equilibrium analysis. [Master Thesis]. Hohenheim: Universität
- EEA. 2008.** European forests – ecosystem conditions and sustainable use. Kopenhagen. European Environmental Agency. EEA Report 3/2008.
- Empa. 2012.** Harmonisation and extension of the bioenergy inventories and assessment. End report. August 2012. http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/125527
- Englisch, M., Reiter, R. 2009.** Standörtliche Nährstoff-Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Wald-Biomasse. Wien: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, 2009, BFW Praxisinformation Nr.18-2009, S. 13–15
- Eswaran, H., Lal, R. und Reich, P.F. 2001.** Land degradation: an overview. [Buchverf.] E.M. Bridges, et al. Responses to Land degradation. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. New Delhi: Oxford Press, 2001.
- FAO. 2012 a.** Statistical Yearbook 2012. World Food and Agriculture. Part 3 Feeding the World. FAO, 2012
- FAO. 2012 b.** FAOSTAT 2010 Live animals. [Online] 2012. [Zitat vom: 20. März 2012.] <http://faostat.fao.org/site/573/default.aspx#ancor>.
- FAO. 2011.** State of the World's Forest. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011
- FAO. 2011a.** FAOSTAT 2011, Food Outlook, Feeding the World Part 3, <http://www.fao.org/docrep/015/i2490e/i2490e03a.pdf>
- FAO. 2011b.** The State of Food and Agriculture 2010–2011. FAO, 2011
- FAO 2011c.** The state of the world's land and water resources for food and agriculture – managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome FAO, 2011
- FAO. 2010a.** The State of Food Unsecurity in the World. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010a.
- FAO. 2010b.** FAO Statistical Yearbook 2010. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010b.
- FAO. 2010c.** Global Forest Resources Assessment 2010. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010c.
- FAO. 2010d.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2010. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010d.
- FAO. 2009b.** How to feed the world in 2050. [Online] 2009b. <http://www.fao.org/docrep/012/ak542e/ak542e00.htm>.
- FAO. 2009a.** The State of Food and Agriculture – Livestock in the Balance. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009a.
- FNR. 2012.** Daten und Fakten. Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe 2011. [Online] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2012. [Zitat vom: 2. April 2012.] <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/anbaufläche-fur-nachwachsende-rohstoffe-2011-4.html>.
- Foley, J.A., et al. 2011.** Solutions for a cultivated planet. Nature. 2011, Bd. 478, 7369, S. 337–342.

Foresight. 2011. The future of Food and Farming. London: The Government Office for science, 2011. Executive Summary.

Fritsche, U., et al. 2010. Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2010. UBA Texte Nr. 48/2010.

Gilbert, N. (2009). „Environment: The disappearing nutrient.“ *Nature* 461(7265): 716-718.

Grethe, H., Dembele, A. und Duman, N. 2011. How to feed the world's growing billions. Understanding FAO world food projections and their implications. [Hrsg.] Böll Stiftung und WWF Deutschland. Hohenheim: s.n., 2011.

Gustavsson, J., Cederberg, D. und Sonesson, U. 2011. Global food losses and food waste. Swedish Institute for Food and Biotechnologie. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.

Headey, D. und Shenggen, F. 2010. Reflections on the Global Food Crisis – How Did It Happen? How Has It Hurt? And How Can We Prevent the Next One? Washington: International Food Policy Research Institute, 2010.

Hedlund et al. 2012. <http://www.lu.se/o.o.i.s/26761>

Hirschfeld, J., et al. 2008. Klimawirkung der Landwirtschaft in Deutschland. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, 2008. Schriftenreihe des IÖW 186/08.

HLPE. 2011. Land tenure and international investment in agriculture. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.

IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development). 2008. Agriculture at the Crossroads. Washington: Island Press, 2008.

IPCC. 2000. Land use, land use change and forestry. Summary for policymakers. A special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genf: IPCC, 2000

IPCC. 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Hrsg.] S. Solomon, et al. Cambridge, New York: Cambridge University Press, 2007.

IPCC. 2007b. Fourth assessment report, climate change 2007. Synthesis report: Summary for policymakers. Genf: IPCC

IPCC. 2011. IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation (SRREN). Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Hrsg.] R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow O. Edenhofer. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2011.

Kaltschmitt, M., Hartmann, M. und Hofbauer, H., [Hrsg.]. 2009. Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken, Verfahren. 2. Auflage. Heidelberg: Springer Verlag, 2009.

Kaphengst, T. und E. Bahn. 2012. Land Grabbing. Der globale Wettlauf um Ackerflächen. VSA: Hamburg 2012

KBU, Kommission Bodenschutz am Umweltbundesamt. 2008. Empfehlungen der Kommission Bodenschutz am Umweltbundesamt. Bodenschutz beim Anbau Nachwachsender Rohstoffe. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2008

KBU, Kommission Bodenschutz am Umweltbundesamt. 2012. Positionspapier der Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt. Uran-Einträge in landwirtschaftliche Böden durch Düngemittel. Empfehlungen der Kommission Bodenschutz am Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2012

Klaus, T., et al. 2010. Energieziel 2050: 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2010.

Klepper, Rainer (2011). Energie in der Nahrungsmittelkette, Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 06/2011, Braunschweig. http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn048963.pdf

KLU, Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt. 2011. Für eine ökologisierte und eine effiziente zweite Säule. Stellungnahme der Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt zur Reform der gemeinsamen Agrarpolitik. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2011.

KLU, Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt. 2012. Die Legislativ-Vorschläge zur GAP-Reform – Gute Ansätze, aber für die Umwelt nicht gut genug. Stellungnahme der Kommission Landwirtschaft am Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2012.

Laborde, D. 2011. Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. Washington: International Food Policy Research Institute, 2011.

Lal, Rattan. 1995. Erosion-crop productivity relationships for soils of Africa, Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 661–667, doi: 10.2136/sssaj1995.03615995005900030004x

Leopoldina, Nationale Akademie der Wissenschaften 2012.: Bioenergy – Chances and Limits Statement: Halle 2012

v. Löwenstein, F. 2011: FOOD CRASH – Wir werden uns ökologisch ernähren oder gar nicht mehr. Pattloch Verlag 2011

Lugschitz, B., Bruckner, M. und Giljum, S. 2011. Europe's global land demand – a study on the actual land embodied in European imports and exports of agricultural and forestry products. Wien: Sustainable Europe Research Institute, 2011.

Mantau, U. et al. 2010: EUwood – Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg/Germany, June 2010. 160 p.

Mari, G. R., Ji Changying (2007). Energy Analysis of Various Tillage and Fertilizer Treatments on Corn Production. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2(5), 486-497

Meiwes, K.J., et al. 2008. Potenziale und Restriktionen der Biomassenutzung im Wald. AFZ-Der Wald 10-11/2008, S. 598–603

Meinhold, K. 2010. Assessment of the ecological sustainability of foods with a main focus on the ecological footprint. [Master Thesis]. München : TU München, 2010.

Möckel, S. 2007. Umweltafgaben auf Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Zeitschrift für Umweltrecht. 2007, S. 176–182.

Montgomery, David, R.,(2007). Soil erosion and agricultural sustainability, PNAS August 14, 2007 vol. 104 no. 33 13268-13272, doi: 10.1073/pnas.0611508104

Neumann, G. and V. Römheld (1999). Root excretion of carboxylic acids and protons in phosphorus-deficient plants. Plant and Soil 211(1): 121-130.

Noleppa, S. und von Witzke, H. 2012. Tonnen für die Tonne. Berlin: WWF Deutschland, 2012. Hohenheim, 2012.

Nkonya, E. et al. 2011: The Economics of Land Degradation: Toward an Integrated Global Assessment. September 2011. Internationaler Verlag der Wissenschaften, 2011

OECD. 2008: Rising Food Prices: Causes and Consequences. www.oecd.org/dataoecd/54/42/40847088.pdf Ähnliche Seiten

Öko-Institut 2006: Treibhausgasemissionen durch Erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln. Arbeitspapier. Darmstadt 2007

Öko-Institut 2012. Treibhausgasneutraler Verkehr 2050: Ein Szenario zur zunehmenden Elektrifizierung und dem Einsatz stromerzeugter Kraftstoffe im Verkehr, FKZ 363 01 400.

Oldeman, L.R. 1994. The global extent of land degradation. [Buchverf.] D.J. Greenland und I. Szabolcs. Land Resilience and Sustainable Land Use. Wallingford: CABI, 1994, S. 99–118.

Panizzon, M., Arnold, L., Cottier, T.. 2010. Handel und Umwelt in der WTO: Entwicklung und Perspektiven. http://www.wti.org/fileadmin/user_upload/nccr-trade.ch/wp5/5.10/URP3%20Leitartikel%20Panizzon.pdf

PBL. 2010: Are models suitable for determining iLUC Factors. Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). The Hague/Bilthoven, 2010

Pimentel, D. 2006. Soil erosion: A food and environmental threat. Environment, Development and Sustainability. 2006, Bd. 8, S. 119–137.

Raschka, A. und Carus, M. 2012. Stoffliche Nutzung von Biomasse – Basisdaten für Deutschland, Europa und die Welt. Hürth: nova-Institut GmbH, 2012. S. 26, Erster Teilbericht zum F+E-Projekt „Ökologische Innovationspolitik – mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzung von Biomasse“, FKZ 3710 93 109.

Rosegrant, M.W., Leach, N. und Gerpacio, R.V. 1999. Meat or wheat for the next millenium? Alternative futures for world cereal and meat consumption. Proceedings of the Nutrition Society. 1999, Bd. 58, S. 219–234.

Rozema, J. und Flowers, T. 2008. Crops for a Salinized World. Cultivation of salt-tolerant crops can help address the threats of irreversible global salinization of fresh water and soils. Science. 2008, 322, S. 1478–1480.

Rüter, S., et al. 2011. Wie viel Holznutzung ist gut fürs Klima? CO₂-Bilanzen unterschiedlicher Nutzungsszenarien 2013 bis 2020. AFZ/Der Wald. 2011, 15, S. 19–21.

RWE. 2012. Corporate-Responsibility-Bericht 2011. (abgerufen am 04.10.12)

Schächtele, K. und Hertle, H. 2007. Die CO₂ Bilanz des Bürgers – Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂ Bilanzen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2007. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamt FKZ 206 42 110.

Schmidt, M., et al. 2010. Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2010. [Hrsg.] Bundesministerium für Ernährung Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW GmbH, 2010. Bd. 54.

SRU. 2009. Für eine zeitgemäße Gemeinsame Agrarpolitik. Berlin: Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2009. Stellungnahme Nr.14.

–. **2007.** Klimaschutz durch Biomasse. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2007. Sondergutachten des Sachverständigenrat für Umweltfragen.

–. **2011.** Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2011. Sondergutachten des Sachverständigenrat für Umweltfragen.

–. **2011.** Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2009. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2011. Climate Change Nr. 11/2011.

–. **2012.** Verantwortung in einer begrenzten Welt. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2012. Umweltgutachten des Sachverständigenrat für Umweltfragen 2012.

Stehfest, E., et al. 2009. Climate benefit of changing diet. Netherlands Environmental Assessment Agency. s.l.: Springer Science + business Media, 2009.

Steinfeld, H., et al. 2006. Livestocks long shadows: Environmental issues and options. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.

Tabo, R., A. Bationo, et al. 2006. Fertilizer micro-dosing for the prosperity of small-scale farmers in the Sahel: Final report. Global Theme on Agroecosystems. I. I. C. R. I. f. t. S.-A. Tropics. 23.

Taube, F. et al: 2006. Ressourceneffizienz als Steuergröße für die Förderung nachhaltiger Produktionssysteme: Gibt es Vorrang-/Eignungsflächen für den Ökologischen Landbau? Universität Kiel

Umweltbundesamt. (UBA) 2002. Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten. Erich Schmidt-Verlag, Berlin 2002

Umweltbundesamt. (UBA) 2012. Glossar zum Ressourcenschutz. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2012.

–. **2009.** Hintergrundpapier zu einer multimedialen Stickstoffminderungsstrategie. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2009.

–. **2011.** Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2009. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2011. Climate Change Nr. 11/2011.

UN. 2011. International Year of Forests 2011 – Fact Sheet. United Nations International Year of Forests. [Online] 2011. [Zitat vom: 27. Februar 2012.] http://www.un.org/esa/forests/pdf/session_documents/unff9/Fact_Sheet_IYF.pdf.

UNEP, FAO, UNFF. 2009. Vital Forest Graphics. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2009.

UNEP. 2012. GEO5 – Global Environment Outlook. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2012. Summary for Policy Makers.

Valluru, R., V. Vadez, et al. (2010). A minute P application contributes to a better establishment of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) seedling in P deficient soils.“ Soil Use and Management 26(1): 36-43.

Vattenfall. 2012. Homepage. <http://www.vattenfall.de/de/erneuerbare-energien-biomasse.htm> (abgerufen am 04.10.12)

Vohland, K. 2008. Wechselwirkungen zwischen Biodiversität und Klimawandel mit Bezug auf Umweltdienstleistungen. Biodiversität und Klimawandel. Status quo. 2008. Nicht veröffentlichtes Gutachten für das GTZ-Sektorvorhaben „Umsetzung der Biodiversitätskonvention“.

von Grebmer, K., et al. 2011. Global Hunger Index – The challenge of hunger: taming price spikes and excessiv food price volatility. Bonn/Washington/Dublin: International Food Policy Research Institute, 2011.

von Körber, K. und Kretschmer, J. 2009. Ernährung und Klima – Nachhaltiger Konsum ist ein Beitrag zum Klimaschutz. [Buchverf.] Agrarbündnis e.V. Kritischer Agrarbericht 2009. Konstanz: s.n., 2009, S. 280–285.

von Körber, K., et al. 2009. Globale Nahrungssicherung für eine wachsende Weltbevölkerung – Flächenbedarf und Klimarelevanz sich wandelnder Ernährungsgewohnheiten. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. 2009, Bd. 4, S. 174–189.

WBA 2007 Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2007. Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung– Empfehlungen an die Politik–. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn 2007

WBA 2012 Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 2012. Ernährungssicherung und nachhaltige Produktivitätssteigerung. Bonn: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2012. Stellungnahme.

WBGU. 2011. Welt im Wandel – Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. [Hrsg.] Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderung. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderung, 2011.

–. 2007. Welt im Wandel – Sicherheitsrisiko Klimawandel. [Hrsg.] Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag, 2007.

Wicke, Birka 2011. Bioenergy production on degraded and marginal land: Assessing its potentials, economic performance, and environmental impacts for different settings and geographical scales. Utrecht University, Faculty of Science, Copernicus Institute, Group Science, Technology and Society. ISBN: 978-90-8672-050-7. Printing: Proefschriftmaken.nl, Oisterwijk

Williams, A.G., E. Audsley, and D.L. Sandars (2006). Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities. Final report to Defra on project IS0205, Bedford: Cranfield University and Defra, London, UK. www.silsoe.cranfield.ac.uk and www.defra.gov.uk

Wirsenius, S., Azar, C. und Berndes, G. 2010. How much land is needed for global food production under scenarios of dietary changes and livestock productivity increases in 2030. Agricultural Systems. 2010, Bd. 103, 9, S. 621–638.

WTO. 2010. WTO rules and environmental policies: key GATT disciplines. World Trade Organization, Genf, Schweiz. http://www.wto.org/english/tratop_e/envir_e/envt_rules_gatt_e.htm (abgerufen am 04.10.2012)

ANLAGE 1:

ROHSTOFF	FLÄCHE IN 1.000 ha	PRODUKTION IN 1.000 t	HAUPT- ROHSTOFF (IN %)	HAUPT- ROHSTOFF (IN 1.000 t)	VERTEILUNG DER NUTZUNG (IN % DER GESAMTNUTZUNG)			FLÄCHE (IN 1.000 ha)		PRODUKTION (IN 1.000 t)	
	2008	2008			STOFFLICHE NUTZUNG	NAHRUNG/FUTTERMITTEL	ENERGIE	STOFFLICHE NUTZUNG	ENERGIE	STOFFLICHE NUTZUNG	ENERGIE
Bambus	22.000	20.000	95	19.000	39	11	50	8.580	11.000	7.410	9.500
Baumwolle (Fasern)	31.340	23.316	95	22.150	100	0	0	31.340	0	22.150	0
Baumwollsamem	30.190	43.060	10	4.306	1	99	0	302	0	43	0
Cassava	18.677	232.462	77	178.996	4	93	3	747	560	7.160	5.370
Flachsfasern	361	512	100	512	100	0	0	361	0	512	0
Gerste	56.512	155.053	50	77.527	3	96	1	1.695	565	2.326	775
Jute und ähnliche Fasern	1.306	2.833	95	2.691	100	0	0	1.306	0	2.691	0
Kartoffeln	18.081	325.558	82	266.958	7,9	92	0,1	1.428	18	21.090	267
Kokosnüsse	11.230	60.713	20	12.143	65	30	5	7.300	562	7.893	607
Leinsamen	2.410	2.170	35	760	99	1	0	2.386	0	752	0
Mais	161.105	826.224	65	537.046	10	75	15	16.111	24.166	53.705	80.557
Naturkautschuk	8.956	10.569	95	10.041	100	0	0	8.956	0	10.041	0
Ölpalmfrüchte	14.649	206.989	22	45.538	28	53	19	4.102	2.783	12.751	8.652
Rapssamen	30.820	58.061	35	20.321	1	90	9	308	2.774	203	1.829
Reis, ungeschält	159.250	685.874	70	480.112	0,5	99,5	0	796	0	2.401	0
Rizinussamen	1.542	1.603	42	673	10	90	0	154	0	67	0
Roggen	6.669	17.700	50	8.850	3	93	4	200	267	266	354
Sisal und ähnliche Fasern	443	372	100	372	100	0	0	443	0	372	0
Sojabohnen	96.180	230.581	15	34.587	4	91	5	3.847	4.809	1.383	1.729
Soblusamen	24.839	35.657	34	12.123	5	92	3	1.242	745	606	364
Triticale	3.854	13.875	50	6.938	3	95	2	116	77	208	139
Weizen	222.758	683.406	50	341.703	3,3	96	0,7	7.351	1.559	11.276	2.392
Zuckerrohr	24.257	1.736.271	10	173.627	5	75	20	1.213	4.851	8.681	34.725
Zuckerrüben	4.286	222.022	15	33.303	5	93	2	214	86	1.665	666
Holz	3.952.000	2.916.576	95	2.770.747	52	0	48	2.055.040	1.896.960	1.1440.789	1.329.959
GESAMT (OHNE HOLZ)	951.715	5.594.881						100.498	54.822	175.651	147.926
GESAMT (MIT HOLZ)	4.903.715	8.511.457								1.616.440	1.477.885

ANLAGE 2:

DATEN DEUTSCH- LAND aus Berichterstattung	FLUGVERKEHR		BINNENSCHIF- FE	SEESCHIFFE (Dt. Seeverkehr anteilig am weltweiten Waren- transport)	SCHIENENVER- KEHR	PKW	NUTZFAHR- ZEUGE	ÜBRIGER VERKEHR (Motorisierte Zweiräder, Busse, sonstige)	MOBILE MASCH. (Bau- und Land- wirtschaft)	EINSPARUNG DURCH PLANERISCHE MASSNAHMEN
	INLAND	AUSLAND								
Energieverbrauch 2010 in TJ (Quelle: TREMOD, außer Seeschiffe)	Kerosin: 26.956	Kerosin: 335.291	Diesel: 10.213 Biodiesel: 679	~ 420.000 (berechnet nach Daten v. Ökoinstitut)	Diesel: 12.768 Biodiesel: 849	Benzin: 772.688 Ethanol: 29.652 Diesel: 467.192 Biodiesel: 36.324	Benzin: 6.261 Ethanol: 240 Diesel: 634.012 Biodiesel: 49.294	Benzin: 13.3061 Ethanol: 510 Diesel: 65.019 Biodiesel: 5.055	Benzin: 4.168 Diesel: 90.786	
Energieverbrauch 2020 in TJ (Quelle: TREMOD, außer Seeschiffe)	Kerosin: 30.468	Kerosin: 488.312	Diesel: 11.291 Biodiesel: 1.687		Diesel: 10.950 Biodiesel: 1.636	Benzin: 487.640 Ethanol: 54.182 Diesel: 522.666 Biodiesel: 78.100	Benzin: 3.078 Ethanol: 342 Diesel: 742.454 Biodiesel: 110.941	Benzin: 12.671 Ethanol: 1.408 Diesel: 55.401 Biodiesel: 8.278	Benzin: 3.781 Diesel: 88.627	Minderung der Pers.-verkehrs- leistung von 10 % gegenüber dem Trend
Energieverbrauch 2050 in TJ	Wasser- stoff: 27.000 (= 45.000 Strom)	Flüssiger Kraft- stoff: 500.000 (= 832.000 Strom)	11.680 - 13.627 (30-40 % Effizienz)	~ 460.000 (bei 2,0 %/a und 50 % Effizienz) (laut Ziel EU-Weißbuch Verkehr 50 % von 2005: ~ 240.000 zulässig)	9.440	415.000 (270.000 Strom, 95.000 fl. Krst., 50.000 H2 Pr.Energie Strom ~ 500.000 TJ ^= 139 TWh für Strom + E-Krst. bei 14 % mehr Verk.-Leistung gg. 2010)	Eine Minderung um 30-40 % führt zu einem Verbrauch von 0,82-0,95 MJ/ tkm. Das wäre dann für 2050 ein Energieverbrauch von 715.860- 829.350 TJ	58.319	69.306	Minderung der Pers.-verkehrs- leistung von ca. 18 % gegenüber dem Trend
Notwendigkeit der flüss. Kraftstoff	Flüssiger H2: 27.000	500.000	nein	nein	4.720	95.000	ja	28.631	34.653	
Ersatz der fossilen Energieträger möglich?	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	
Beispiele	Wasser- stoff	E- und Methan und andere Kohlen- wasser- stoffe	z. B. durch E-Methan/ Wasserstoff	z. B. durch E-Methan/ Wasserstoff	z. B. durch E-Methan/ Wasserstoff	EE-Strom, E-/ Biokrst., H2	E-/Biokrst., H2	z. B. durch E-Methan/ Wasserstoff	z. B. durch E-methan/ Wasserstoff	
Energiebedarf Traktion 2050:										
Bedarf an Reg Energie 2050 für Verkehr: 3.676.000 TJ bzw. 1.000 TWh										

Autoren: UBA Abt. 13: Frank Werzel, Andrea Fechter, Katharina Koppe, Gunmar Gohlisch, Nadja Richter, Andreas Ostermeier, 2012

Bildnachweis:

Titel	Shutterstock.com
Inhalt, alle	Shutterstock.com
Seite 4/5	Shutterstock.com
Seite 7	Shutterstock.com
Seite 8/9, alle	Shutterstock.com
Seite 10/11	Shutterstock.com
Seite 13	Shutterstock.com
Seite 14	Shutterstock.com
Seite 16	BeneA / photocase.com
Seite 17	Shutterstock.com
Seite 19	Shutterstock.com
Seite 20	Shutterstock.com
Seite 24/25	Shutterstock.com
Seite 27	Shutterstock.com
Seite 29	Shutterstock.com
Seite 30/31, alle	Shutterstock.com
Seite 33	Shutterstock.com
Seite 34	Shutterstock.com
Seite 36/37, alle	Shutterstock.com
Seite 39	Shutterstock.com
Seite 40	Shutterstock.com
Seite 43	Shutterstock.com
Seite 44/45	plainpicture/Bruno Schneyer
Seite 46	Shutterstock.com
Seite 49	Shutterstock.com
Seite 50/51, alle	Shutterstock.com
Seite 59	Shutterstock.com
Seite 61	Shutterstock.com
Seite 62	Shutterstock.com
Seite 64/65	Shutterstock.com
Seite 66	Shutterstock.com
Seite 68/69	Shutterstock.com
Seite 73	Shutterstock.com
Seite 75	Shutterstock.com
Seite 76	Shutterstock.com
Seite 78	Shutterstock.com
Seite 82, alle	krockenmitte / photocase.com
Seite 85	Shutterstock.com
Seite 89	Shutterstock.com
Seite 92	Shutterstock.com
Seite 94/95	Shutterstock.com
Seite 97	Shutterstock.com

