

**Bernd Demuth, Stefan Heiland, Wera Wojtkiewicz,
Norbert Wiersbinski und Peter Finck (Bearb.)**

Landschaften in Deutschland 2030 – Der große Wandel –



Landschaften in Deutschland 2030 – Der große Wandel –

**Ergebnisse des Workshops
vom 01. - 04.12.2009 an der Internationalen
Naturschutzakademie Insel Vilm (INA)
des Bundesamtes für Naturschutz**

**Bearbeitung:
Bernd Demuth
Stefan Heiland
Wera Wojtkiewicz
Norbert Wiersbinski
Peter Finck**



Titelbild: Mitte: Deutschlandkarte mit Eintragungen aus dem Szenarienworkshop der dokumentierten Tagung, Geoinformationen (© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie / www.bkg.bund.de); Fotos: oben links: Nationalpark Harz; unten links: Elbe in Dresden; oben rechts: Landwirtschaftsfläche bei Dresden; unten rechts: Berlin aus der Luft (alle Fotos: S. Heiland, TU Berlin)

Adressen der Bearbeiter:

Dr. Bernd Demuth	TU Berlin
Prof. Dr. Stefan Heiland	Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung
Dipl.-Geogr. Wera Wojtkiewicz	Fachgebiet Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung
	Sekr. EB 5
	Straße des 17. Juni 145
	10623 Berlin
	E-Mail: bernd.demuth@tu-berlin.de
	stefan.heiland@tu-berlin.de
	wera.wojtkiewicz@tu-berlin.de

Dr. Peter Finck	BfN, Fachgebiet „Biotopschutz und Biotop Management“
	E-Mail: peter.finck@bfm.de

Dr. Norbert Wiersbinski	BfN, Internationale Naturschutzakademie
	INA Insel Vilm, 18581 Putbus
	E-Mail: norbert.wiersbinski@bfm-vilm.de

Die Beiträge der Skripten werden aufgenommen in die Literaturlatenbank „**DNL-online**“ (www.dnl-online.de).

Die BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich.

Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
Telefon: 0228/8491-0
Fax: 0228/8491-9999
URL: www.bfn.de

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck, auch in Auszügen, nur mit Genehmigung des BfN.

Druck: BMU-Druckerei

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-019-4

Bonn - Bad Godesberg 2010

Inhaltsverzeichnis

Landschaften in Deutschland 2030 – Eine Einführung	6
<i>Stefan Heiland, Bernd Demuth, Wera Wojtkiewicz</i>	
Megatrends der Gesellschaft – Einflussfaktoren der Landschaftsentwicklung	10
<i>Siegfried Behrendt</i>	
Entwicklung von Wald und Landnutzung in Deutschland – Ergebnisse einer Delphi-Expertenbefragung	21
<i>Siegfried Behrendt</i>	
Konsequenzen des Klimawandels für den Naturschutz.....	31
<i>Horst Korn</i>	
Indirekte und direkte Auswirkungen des Klimawandels auf die Landschaft.....	38
<i>Gerhard Overbeck</i>	
Erneuerbare Energien – Fortentwicklung und neue Technologien.....	50
<i>Matthias Reichmuth</i>	
Erneuerbare Energien – die Zukunft des Biomasseanbaus	61
<i>Ulrike Doyle, Kolja Schümann</i>	
Erneuerbare Energien – Flächenbedarfe und Landschaftswirkungen.....	71
<i>Jürgen Peters</i>	
Die Europäische Agrarpolitik und ihr Einfluss auf die künftige Landschaftsentwicklung.....	85
<i>Bernhard Osterburg</i>	
Gestaltungsfaktoren für Landschaften der Zukunft	94
<i>Rainer Luick</i>	
Autorenverzeichnis	112

Landschaften in Deutschland 2030 – Eine Einführung

Stefan Heiland, Bernd Demuth, Wera Wojtkiewicz

In den letzten Jahrzehnten wandeln sich die Landschaften Mitteleuropas in zunehmender, teilweise atemberaubender Geschwindigkeit. Eine Vielzahl, auch gegensätzlicher, menschlicher Einflüsse und Nutzungsansprüche ist der Grund hierfür: So ist beispielsweise einerseits die immer noch anhaltende Bebauung von Acker- und Wiesenflächen zu nennen, die gestiegene Wohnansprüche befriedigen und das kommunale Steueraufkommen (vermeintlich) erhöhen soll, andererseits die gleichzeitige Zunahme von Siedlungs-, Gewerbe- und Industriebrachen aufgrund des wirtschaftsstrukturellen und demografischen Wandels.

Während neue Autobahnen und ICE-Trassen unsere steigenden Ansprüche an Mobilität erfüllen, schreitet die Intensivierung und Ausräumung landwirtschaftlicher Flächen immer weiter voran, um sowohl die Versorgung mit billigen Nahrungsmitteln zu gewährleisten als auch das Überleben der im globalen Wettbewerb stehenden landwirtschaftlichen Betriebe zu sichern. Aber auch neue Infrastrukturen für Erholung und Tourismus, weithin sichtbare Windkraftanlagen, Freilandfotovoltaikanlagen, der Anbau nachwachsender Rohstoffe oder die in ihrer ganzen Stärke erst noch zu erwartenden direkten Folgewirkungen des Klimawandels werden unsere Landschaften weiterhin massiv verändern.

Die genannten Punkte können nur ein Schlaglicht auf diese Veränderungen und ihre Ursachen werfen, nur angedeutet sind die dahinter stehenden sozialen, ökonomischen und politischen Triebkräfte sowie deren vielfache Wechselwirkungen. Dennoch: Der Blick nicht nur auf die vordergründig wahrnehmbaren Veränderungen, sondern auch auf im landschaftlichen Diskurs gemeinhin weniger beachtete Entwicklungen, wie etwa die Änderung von Lebensstilen, lohnt – insbesondere wenn man den Landschaftswandel nicht nur wahrnehmen und beschreiben, sondern verstehen oder gar steuern will, wie es ja Anliegen des Naturschutzes und der Landschaftsplanung ist.

Wie haben sich Landschaften also verändert und wie werden sie sich weiter verändern? Wie werden sie im Jahr 2030 oder später aussehen? Wie sind diese Veränderungen zu bewerten? Denn nicht jede Veränderung ist per se negativ – im Gegenteil, der Wandel von Landschaften ist seit jeher ihre Konstante und führte erst zur Entstehung vieler Lebensräume, um deren Erhaltung sich der Naturschutz heute bemüht. Dies bedeutet nicht, negative Auswirkungen auszublenden, die viele Veränderungen der Landnutzung auf die Tier- und Pflanzenwelt, auf Boden, Wasser und Luft, auf das Landschaftsbild und nicht zuletzt auf die Funktionen unserer Landschaften haben können: auf ihre Funktionen als Wirtschafts- und als Identifikationsraum, als Heimat und Erholungsraum, als Raum, der uns mit Trinkwasser und Nahrung versorgt und damit unsere Lebensgrundlage darstellt.

Lassen sich aber diese Veränderungen sowie ihre längst auch global bedingten Ursachen und Triebkräfte überhaupt beeinflussen und, falls ja, wie und in welchem Umfang? Wie sehen die Landschaften aus, die wir uns wünschen und welche Funktionen müssen sie erfüllen? Welche Entwicklungen der Landschaften sind wahrscheinlich, welche wünschenswert und welche realisierbar – und wie verhalten sich diese verschiedenen „Landschaftsentwicklungen“ zueinander?

Den Blick weiten – Udenkbares denken, und scheinbar Zusammenhangloses integrieren

Um all diese Fragen zumindest ansatzweise zu beantworten und mögliche Zukünfte unserer Landschaften szenarienhaft beschreiben und diskutieren zu können, reicht es nicht aus, bisherige Entwicklungen linear in die Zukunft zu projizieren. Ebenso gefragt sind Fantasie, Bereitschaft zum Denken des zunächst scheinbar Abwegigen oder gar Udenkbaren, das Rechnen mit Überraschungen und nicht zuletzt das Zusammendenken ganz unterschiedlicher Entwicklungen (wie z. B. ökonomischer Zwänge, technischer Möglichkeiten und des Klimawandels). Genau dies hat sich die dreiteilige Workshopreihe „Landschaften in Deutschland 2030“, die gemeinsam durch das Bundesamt für Naturschutz und das Fachgebiet Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung der TU Berlin in den Jahren 2009 bis 2011 durchgeführt wird, zum Ziel gesetzt:

- Unter dem Titel „Der große Wandel“ befasste sich der erste Workshop im Dezember 2009 mit einigen derzeit besonders intensiv diskutierten Themen: Klimawandel, landwirtschaftlicher Strukturwandel und Erneuerbare Energien. Wie könnten die hier möglichen Entwicklungen und deren Zusammenwirken unsere Landschaften prägen?
- Im Fokus des zweiten Workshops „Der stille Wandel“ Ende 2010 werden neben der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr vor allem gesellschaftliche Triebkräfte der Landschaftsentwicklung stehen, deren landschaftliche Relevanz sich auf den ersten Blick kaum erschließt und die vielleicht überhaupt erst ermittelt werden muss: Demografischer Wandel, Lebensstile, virtuelle Welten und Naturbewusstsein sind hier zu nennen.
- Im dritten Workshop „Erlittener Wandel – Gestalteter Wandel“ soll diskutiert werden, welche Konsequenzen aus den Ergebnissen der ersten beiden Veranstaltungen zu ziehen sind. Werden sich die Landschaften nachhaltig entwickeln, werden sie Tieren, Pflanzen und nicht zuletzt Menschen weiterhin Lebensraum bieten – einen Lebensraum, den wir uns wünschen und in dem wir uns wohl fühlen? Welche Handlungsnotwendigkeiten ergeben sich für den Naturschutz und andere an der Entwicklung und Nutzung der Landschaft interessierte Akteure? Wo muss die Gesellschaft versuchen, die Landschaftsentwicklung aktiv in eine bestimmte Richtung zu steuern – und verfügt sie über die hierfür erforderlichen politischen und planerischen Steuerungsmöglichkeiten?

Die Veranstaltungen tragen den Namen „Workshop“ zu recht: Zwar bilden Expertenreferate eine unverzichtbare Grundlage für die Diskussion. In mehreren Arbeitsschritten sind jedoch alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer gefordert, gemeinsam auf der Basis des Gehörten sowie ihrer eigenen Kenntnisse und Erfahrungen, unterschiedliche Szenarien des mittel- und langfristigen Aussehens der Landschaften Deutschlands zu entwerfen. Dabei sind auch die Triebkräfte dieser Entwicklung und deren Wechselwirkungen zu diskutieren. Denn nur, wenn man die Auswirkungen des Klimawandels, des demografischen Wandels, der agrarstrukturellen Rahmenbedingungen, der veränderten Lebensstile und vieler anderer Faktoren auf die Landschaft nicht isoliert betrachtet, sondern versucht, die Wechselwirkungen solcher gänzlich unterschiedlicher Entwicklungen zumindest ansatzweise zu ermitteln, wird man dem äußerst komplexen Wirkungsgefüge gerecht, das sich dem Auge scheinbar so einfach darbietet und das wir Landschaft nennen.

Die Szenariomethode scheint besonders geeignet, um einem solchen Anspruch gerecht zu werden, da sie Raum für Kreativität lässt, es ermöglicht verschiedene Entwicklungsrichtungen oder -intensitäten zu betrachten und diese miteinander zu verknüpfen (vgl. zur Bedeutung unterschiedlicher Einflussfaktoren der Landschaftsentwicklung die Beiträge von BEHRENDT,

S. 12 und LUICK, S. 96). Damit kann die Szenariomethode den in allen Zukunftsannahmen enthaltenen Unsicherheiten sowie der Komplexität der Landschaftsentwicklung annähernd gerecht werden, ohne jedoch den Anspruch einer „wissenschaftlich fundierten Prognose“ zu erheben. Dies ist auch nicht Ziel der Workshopreihe – vielmehr geht es darum, Neues zu denken, Diskussionsanstöße zu geben sowie den Naturschutz und andere an der Erhaltung und Entwicklung wünschenswerter Landschaften interessierte Akteure auf künftige Herausforderungen vorzubereiten.

Der große Wandel – Klimawandel, agrarstruktureller Wandel, Erneuerbare Energien

Dem **Klimawandel** und seinen Folgewirkungen kommt für die künftige Landschaftsentwicklung erhebliche Bedeutung zu, sowohl aufgrund seiner unmittelbaren Wirkungen (z.B. Arealverschiebungen von Arten oder Veränderung von Ökosystemen aufgrund von Temperaturerhöhungen und Standortveränderungen) als auch aufgrund seiner mittelbaren Wirkungen (z.B. Förderung erneuerbarer Energien, Hochwasserschutzmaßnahmen, Waldumbau). Wenn gleich weitere Einflussfaktoren der Landschaftsentwicklung, wie etwa Flächeninanspruchnahme oder der Umbruch von Grünland in Acker, kurzfristig zu lokal gravierenderen Veränderungen führen, so verändert der Klimawandel doch mittel- und langfristig die standörtlichen Gegebenheiten und damit die Entwicklung von Natur und Landschaft sowie deren Nutzung bzw. Nutzbarkeit. Nicht zuletzt wird der Klimawandel die Möglichkeiten politischer und planerischer Steuerbarkeit künftiger Landschaftsentwicklung herabsetzen, denn die gezielte Steuerung gesellschaftlicher und ökologischer Systeme setzt größtmögliches Wissen über diese Systeme und ihre künftige Entwicklung voraus. Gerade dieses Wissen nimmt aber durch die mit dem Klimawandel verbundenen Prognoseunsicherheiten ab. Zudem werden durch die aktuelle Freisetzung von Treibhausgasen bereits heute Entwicklungen induziert, die erst in mehreren Jahrzehnten wirksam und sichtbar werden, deren nachträgliche Steuerung aber nicht mehr möglich ist (vgl. zu den landschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels die Beiträge von KORN, S. 33 und OVERBECK, S. 40).

Als mit Abstand größte Flächennutzer haben **Land- und Forstwirtschaft** seit jeher bedeutenden Einfluss auf die Landschaftsentwicklung (vgl. die Beiträge von BEHRENDT, S. 23 und OSTERBURG, S. 87). Die landwirtschaftliche Nutzung wird neben ordnungs- und förderrechtlichen Rahmenbedingungen auf nationaler und EU-Ebene immer stärker von den Entwicklungen auf den globalen Agrar- und Energiemärkten bestimmt. Gemeinsam führten sie in den letzten Jahren und Jahrzehnten zu einer Intensivierung der Landwirtschaft und einer Verschärfung von Flächenkonkurrenzen zwischen verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten landwirtschaftlich erzeugter Produkte (Nahrungs- und Futtermittel, Energieerzeugung, industrielle Verwertung, aber auch „schöner Landschaften“). Der Klimawandel lässt zudem Anpassungen der Landwirtschaft an veränderte standörtliche Bedingungen erwarten, wie etwa Bewässerung, veränderte Sortenwahl oder Anbauformen. Auch die Forstwirtschaft wird zukünftig stärker von den globalen Energie- und Rohstoffmärkten beeinflusst sein. Sie steht zugleich vor der Aufgabe, rechtzeitig die Weichen für eine unter veränderten Klimabedingungen standortangepasste und nachhaltige forstliche Nutzung zu stellen.

Eng verknüpft mit dem landwirtschaftlichen Strukturwandel und argumentativ auch mit dem Klimawandel ist die Förderung **erneuerbarer Energien** in Form nachwachsender Rohstoffe bzw. Biomasse (vgl. die Beiträge von DOYLE und SCHÜMANN, S. 63 sowie PETERS, S. 73). Neben der Veränderung des Landschaftsbildes kann dies – immer in Abhängigkeit vom jeweiligen Standort, der bisherigen Nutzung sowie der Art und Weise des Anbaus – sowohl zur Verbesserung als auch zur Beeinträchtigung von Flora und Fauna sowie Boden, Wasser und Luft führen. Aber auch die landschaftsrelevanten Auswirkungen von Windkraftanlagen,

Freilandfotovoltaikanlagen und Wasserkraft können erheblich sein (vgl. den Beitrag von REICHMUTH, S. 52). Und: Das Ende technologischer Entwicklungen ist sicher noch nicht erreicht, so dass künftig mit heute noch nicht exakt absehbaren Auswirkungen der Energieerzeugung auf Natur und Landschaft zu rechnen ist.

Die schriftlichen Fassungen der auf dem ersten Workshop zu diesen Themen gehaltenen Vorträge liegen mit dieser Veröffentlichung vor. Die drei durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Arbeitsgruppen erarbeiteten Szenarien werden in diesem Band allerdings nicht vorgestellt, da sie im Laufe der Workshopreihe weiter entwickelt werden sollen. Die Ergebnisse sowie die daraus resultierenden Handlungserfordernisse werden gesammelt im dritten Tagungsband nachzulesen sein. Doch bereits die in diesem Band publizierten Beiträge zeigen, dass auch künftig mit erheblichen Veränderungen unserer Landschaften zu rechnen ist. Auch wenn sich diese oftmals nur schwer oder unzureichend prognostizieren lassen, so ist eine Auseinandersetzung mit möglichen Entwicklungen in Hinblick auf eine mittel- und langfristig ausgerichtete Strategie des Naturschutzes und anderer an einer lebenswerten Landschaft interessierten Akteure doch unentbehrlich.

Megatrends der Gesellschaft – Einflussfaktoren der Landschaftsentwicklung

Siegfried Behrendt

1. Einleitung

Globalisierung, Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und demografischer Wandel, Verknappung der natürlichen Ressourcen und Klimaveränderungen sind langfristige und übergreifende Transformationsprozesse. Sie sind Ausdruck des globalen Wandels, der tief in die Landschaftsentwicklung eingreift. Ebenso relevant für die Landschaftsentwicklung sind die Folgen des gesellschaftlichen Wertewandels, die Zunahme und der Veränderung der Mobilität und die Transformation zur Informationsgesellschaft. Es sind längst nicht alle Megatrends, die derzeit in der Zukunftsforschung (KREIBICH 2008) diskutiert werden, aber doch relevante strukturelle Zukunftstrends, die langfristig die Landschaftsentwicklung beeinflussen werden.

2. Globalisierung: Ausdifferenzierung von Räumen im Zuge der internationalen Arbeitsteilung

Die Liberalisierung des Weltmarktes, die Verbreitung der Informations- und Kommunikationstechniken, die wachsenden Möglichkeiten einer standortunabhängigen Nutzung komparativer Kostenvorteile haben in den letzten Jahrzehnten zu einer Ausweitung der internationalen Warenströme, zu einer Zunahme der Direktinvestitionen und der weltwirtschaftlichen Verflechtung geführt. Seit der Gründung der Welthandelsorganisation (WTO) 1995 erfolgte ein abermaliger Wachstums- und Industrialisierungsschub der Weltwirtschaft. Die aktuelle Finanz- und Wirtschaftskrise hat diese Wachstumsdynamik erheblich geschwächt, die Weltwirtschaftsleistung wird aber weiter wachsen, wenn auch nicht in der noch vor kurzem erwarteten Höhe. Das Gros des zusätzlichen Wachstums wird dabei immer weniger von den entwickelten Industrieländern getragen, sondern von den aufstrebenden Schwellenländern, insbesondere China, Indien aber auch Indonesien, Brasilien, Russland und Südafrika werden zu Wachstumsmotoren der Weltwirtschaft.

Die Auswirkungen der sich weiter fortsetzenden Globalisierung sind für die Landschaftsentwicklung erheblich, vielfältig und ambivalent. So nimmt der Verkehr mit der Globalisierung rapide zu. Folge sind wachsende verkehrsbedingte Umweltschäden, die von der Zerschneidung von Ökosystemen, der Freisetzung von Luftschadstoffen und Treibhausgasen bis hin zu Landschaftsverbrauch reichen. In der Landwirtschaft führt die zunehmende Industrialisierung und Exportausrichtung der weltweiten Nahrungsmittelproduktion zu einer Intensivierung der Landwirtschaft, zu einer häufig unangepassten Bearbeitung der Böden und zu einem wachsenden Verbrauch des Wassers mit den entsprechenden ökologischen Folgen. Andererseits bietet die Globalisierung neue Möglichkeiten, die Märkte umweltverträglich zu gestalten und internationalen Transfer umweltfreundlicher Technologien und Dienstleistungen zu beschleunigen. In räumlicher Hinsicht macht sich die Globalisierung in unterschiedlichen, sich teilweise überlagernden und gegensätzlichen Trends bemerkbar. Diese reichen von der Verlagerung der Industrie in Ländern mit niedrigeren Produktionskosten, der Schrumpfung und dem Wachstum von Regionen und der Veränderung der Landnutzung, bis hin zur Aufwertung des Lokalen („Glokalisierung“) und der Regionalisierung von Märkten quasi als Gegenbewegung zur Globalisierung.

3. Bevölkerungswachstum, Urbanisierung und demografischer Wandel

Die Weltbevölkerung wächst kontinuierlich. Die Vereinten Nationen gehen davon aus, dass im Jahr 2025 knapp 8 Mrd. und im Jahr 2050 bereits rund 9,2 Mrd. Menschen auf der Erde leben werden. Der größte Teil dieses Bevölkerungszuwachses wird in Schwellen- und Entwicklungsländern liegen. Gleichzeitig schreitet gerade in diesen Ländern die Urbanisierung voran. Heute leben mehr als 50 % der Weltbevölkerung in Städten, im Jahr 2030 werden es bereits mehr als 60 % sein, das heißt, dass die Städte um rund 2 Mrd. Menschen wachsen werden. So wird sich der Anteil von Städten in Indien verdoppeln, von derzeit 298 auf über 600 Mio. im Jahr 2030. Deutlich zunehmen wird die Stadtbevölkerung in Afrika von momentan 37 % auf 53 % im Jahr 2030, in den islamischen Ländern auf 65 % in 2020. Besonders in China wird ein Trend zur „Mega-Urbanisierung“ erwartet. Man schätzt, dass in China bis 2030 rund 350 Mio. mehr Menschen in Städten leben werden. In der unteren Jangtse-Region (Shanghai-Najing-Hangzhou), im Pearl-River-Delta (Hongkong-Guangzhou-Macao) und in der Stadtregion Peking-Tientsin-Tangshan entstehen mega-urbane Regionen, in denen in den nächsten Jahrzehnten bis zu 100 Mio. Einwohner leben könnten. Bevölkerungswachstum, Industrialisierung, Landflucht und Globalisierung sind hierbei zentrale Katalysatoren. In den meisten entwickelten Ländern, insbesondere in Deutschland, wird die Bevölkerungszahl entgegen des globalen Trends zurückgehen. Im Jahr 2030 wird in Westeuropa fast ein Viertel der Bevölkerung über 65 Jahre alt sein. Die demografische Veränderung und die mit ihr verbundenen ökonomischen und sozialen Disparitäten werden zu einer erheblichen Migration führen, sowohl zwischen Ländern und Regionen als auch innerhalb diesen. Die Zunahme und Abnahme der Bevölkerung durch Wanderungsbewegungen sowie der durch die Altersstruktur der Bevölkerung bedingte Saldo unterscheiden sich nicht nur regional, sie überlagern sich auch gegenseitig. Prognosen gehen davon aus, dass in Deutschland ein Flickenteppich aus wachsenden und schrumpfenden Regionen entstehen wird (BBR 2005). Der demographische Wandel und die Binnenwanderungsprozesse wirken sich auf die Verteilung der Menschen in Räumen aus und haben weitreichende Auswirkungen auf die Sicherung und Weiterentwicklung der Grundversorgung der Bürger mit Gütern und Dienstleistungen (Trinkwasser, Erholung, Gesundheit).

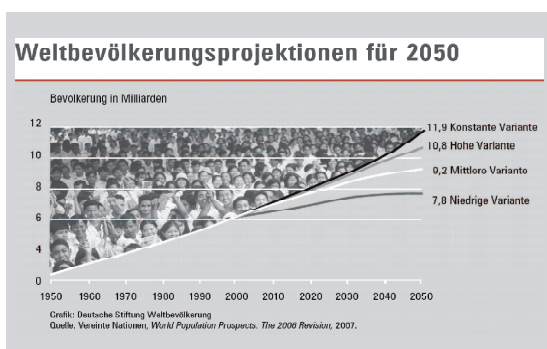


Abbildung 1: Entwicklung der Weltbevölkerung (Quelle: Darstellung I. BRAUNE, Datengrundlage VEREINTE NATIONEN 2007)

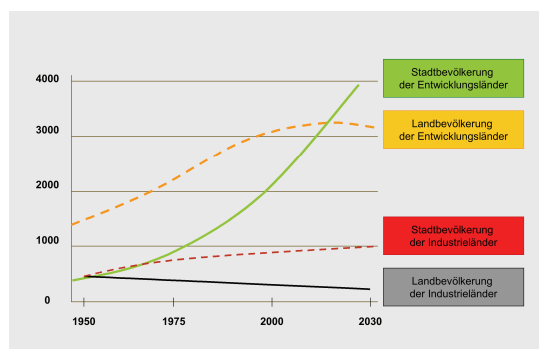


Abbildung 2: Entwicklung der Stadt- und Landbevölkerung bis 2030 (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage UNFPA 2007)

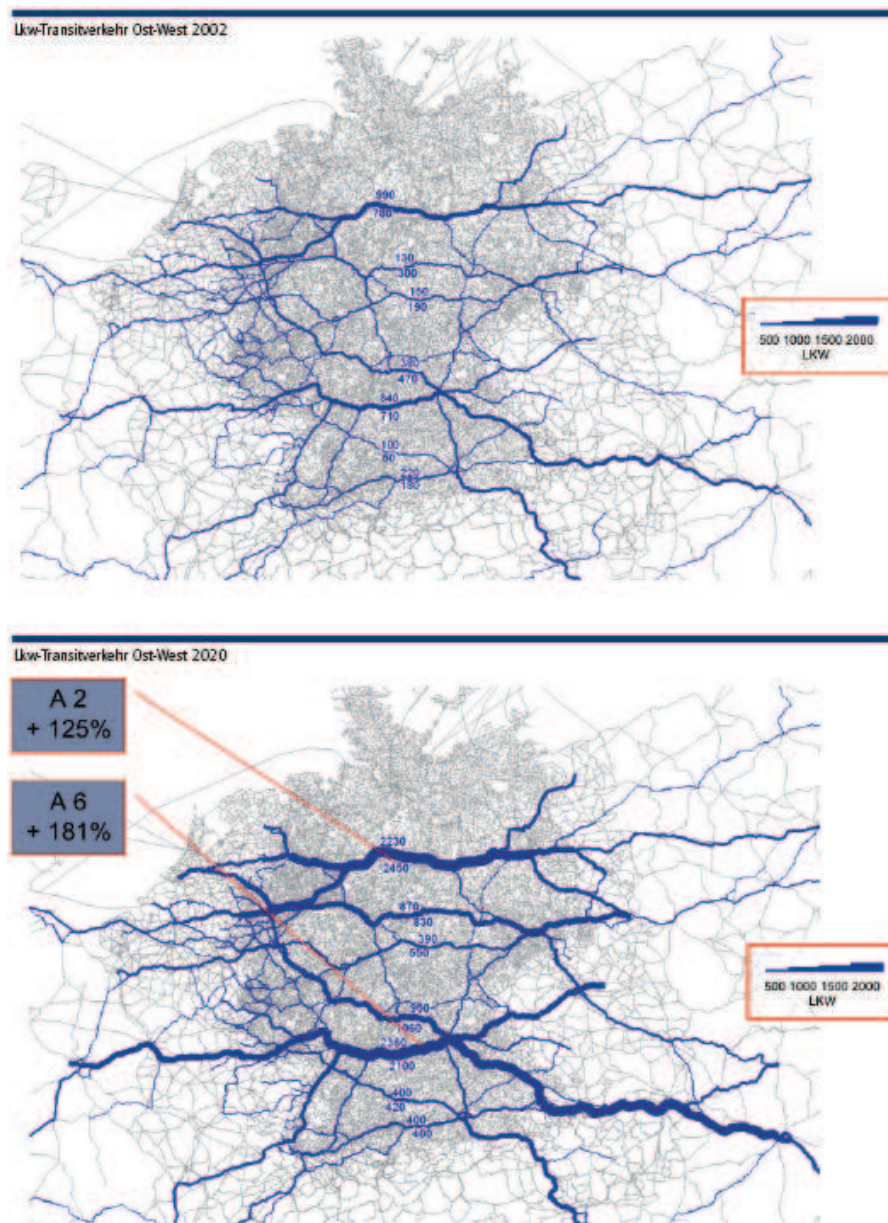


Abbildung 3: Lkw-Transitverkehrs Ost-West (Fahrzeugzahlen/Tag) 2002–2020
(Quelle: ACATECH 2006, S. 27)

4. Zunahme und Veränderung der Mobilität

Durch ein Zusammenspiel unterschiedlicher ökonomischer, politischer und gesellschaftlicher Faktoren wie Globalisierung, zunehmende weltweite Arbeitsteilung, Zusammenwachsen Europas, Liberalisierung der Märkte, zunehmende Individualisierung der Lebensstile werden die Verkehrsströme und die Nachfrage nach Transportdienstleistungen global und auch in Deutschland weiter zunehmen. Allein in Europa wird bis 2015 ein Wachstum um 50 % erwartet. Betroffen sind alle Verkehrsträger. Dies schlägt sich in einem weiteren Flächenbedarf für Verkehrsinfrastrukturen nieder. Dabei wird es deutlich regionale Unterschiede geben. So wird erwartet, dass vor allem der Transitgüterverkehr in wirtschaftspotenten Regionen und entlang der zentralen europäischen Verkehrskorridore wachsen wird. Betroffen sein werden

beispielsweise die Autobahnen A2 und A6, die Zuwachsraten bis 2020 um 121 % bzw. 181 % erreichen, wie dies Abbildung 3 veranschaulicht. In strukturschwachen Gebieten wird hingegen der Ausbau der Verkehrsinfrastrukturen gering ausfallen, sogar ein Rückbau ist möglich. Da der Neu- und Ausbau von Verkehrsinfrastrukturen enorme Investitionen voraussetzt und die Verfügbarkeit von neuen Verkehrsflächen begrenzt ist, kann die wachsende Nachfrage hierzulande nur zu einem geringen Teil durch die Erweiterung der physikalischen Infrastrukturen befriedigt werden. Insgesamt resultiert eine zunehmende Beanspruchung aller Verkehrsinfrastrukturen. Die größten Zuwächse und damit auch Beanspruchungen werden im Güterverkehr (Reduktion der Sendungsgrößen, Zunahme disperser Verkehre) und im Freizeitverkehr erwartet.

Transportinfrastrukturen werden zunehmend miteinander vernetzt. Diese Vernetzung findet auf allen Ebenen statt – auf der lokalen, regionalen, nationalen und globalen Ebene. Ein starker Trend ist in diesem Zusammenhang die Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsträger, womit die ersten Voraussetzungen für die effiziente Abwicklung intermodaler Verkehre geschaffen werden.

Die Vernetzung umfasst nicht nur die physischen Verkehrsinfrastrukturen, sondern insbesondere auch die Vernetzung der zugehörigen IT-Infrastrukturen als wesentliche Bedingung für durchgängige Informationsströme. Es gibt einen starken Trend der Kopplung bzw. Verschmelzung von Waren-/Materialflüssen und Informationsflüssen, welcher sich infrastruktureseitig in einer zunehmenden Verschmelzung von physischen Transportinfrastrukturen und IT-Infrastrukturen äußert, wobei Bedeutung und Anteil der IT-Infrastrukturen steigen. Dies gilt insbesondere im Bereich des Güterverkehrs mit einem stark zunehmenden Anteil der Informationslogistik an der Wertschöpfung und einer wachsenden Bedeutung von Technologien. Parallel dazu ist eine zunehmende Virtualisierung von bestimmten Teilen der physikalischen Transportinfrastrukturen und von bestimmten Verkehren durch E-Business und Teleshopping (Veränderung und teilweise Virtualisierung von Einkaufsverkehren durch Zunahme von Einkäufen über das Netz, wobei die Geschäfte immer mehr zu Show Rooms und Erlebniswelten werden, die im wesentlichen Informationen und Services anbieten, der Handel wird dabei immer mehr zum Logistikdienstleister) sowie Telekooperation, Telelearning etc. zu beobachten.

Insgesamt markiert die „Informatisierung“ des gesamten Verkehrssystems eine fundamentale Systeminnovation. Parallel werden sich in Zukunft auch neue Antriebskonzepte durchsetzen, die angepasste Verkehrsinfrastrukturen erfordern. Hybridfahrzeuge sind bereits auf dem Markt, perspektivisch werden Verbrennungsmotoren durch Elektroantriebe ersetzt. Die Verbreitung hängt insbesondere von den technischen Fortschritten der Energiespeicherung ab. Eine der visionären Antriebsarten ist die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger im Verkehr (Busflotten, Flughafenflotten, Langstreckentransport, Flugzeug). Unsicherheiten bestehen bei der zeitlichen Entwicklung.

5. Verknappung der natürlichen Ressourcen

Die globale Ressourcenwirtschaft befindet sich am Anfang eines tief greifenden Umbruchs, so dass in vielen Bereichen von einem Paradigmenwechsel gesprochen werden muss.

- Das fossile Zeitalter steht zwar noch keineswegs vor seinem unmittelbaren Ende – noch über Jahrzehnte hinweg werden Öl, Gas und Kohle für den Großteil der weltweiten Energie- und Ressourcenversorgung aufkommen. Dennoch gewinnen neue Technologien an Dynamik und es bilden sich neue Strukturen und Konzepte heraus. Mit Kohle und

unkonventionellen Ölvorkommen (wie etwa Teersanden) stehen fossile Energieträger für eine langfristige Nutzung bereit, tatsächlich machen sich relative Verknappungen schon bemerkbar. Das Zeitalter des billigen Erdöls ist vorüber. Die Funde neuer Erdöllagerstätten liegen deutlich unter dem Verbrauch – gleichzeitig wird es immer schwieriger, Förderkapazitäten auszubauen. Unter dem Eindruck eines global steigenden Energieverbrauchs ist langfristig mit einem Preisanstieg für alle fossile Energieträger zu rechnen, die Volatilität der Energiepreise wird sehr hoch bleiben.

- Gerade die reichlich vorhandenen fossilen Energiequellen wie Kohle und Ölsande sind mit hohen CO₂-Emissionen (pro nutzbarer Energieeinheit) verbunden. Eine erhöhte Nutzung dieser Quellen würde den Klimaschutzbemühungen zuwider laufen. Deshalb wird zum Beispiel derzeit intensiv versucht, für Kohlekraftwerke Verfahren zur Abscheidung und Lagerung von CO₂ zu entwickeln. Erforderlich ist eine dauerhaft sichere CO₂-Speicherung, ob dies überhaupt möglich ist, ist derzeit noch unklar. Großtechnisch ist die unterirdische Verpressung von CO₂ mit unbekannten Risiken zum Beispiel für die Wasserwirtschaft, Umweltwirkungen und Gesundheitsgefahren verbunden (KREIBICH 2009). Während die Zukunft der CCS-Technologie noch unsicher ist, sind die erneuerbaren Energien dabei, sich aus marginalen Nischen zu Massenmärkten zu entwickeln. Dabei erfährt Struktur der Stromnetze einen fundamentalen Wandel – hin zu aktiv gesteuerten „intelligenten“ Netzen (WEHNERT ETAL. 2009): nicht mehr wenige große, sondern viele kleine dezentrale Erzeuger existieren, fluktuierende erneuerbare Energien werden ins Netz gespeist und die räumliche Distanz zwischen Stromerzeugung und -verbrauch wächst. Flächenrelevant ist der Ausbau der Netze. Um zukünftig die wachsenden Energiemengen aus regenerativen Kraftwerken über weite Strecken transportieren zu können, wird ein transeuropäisches Hochleistungsnetz (Supergrid) notwendig.
- Die Lage auf den Rohstoffmärkten war in den zurückliegenden Jahren hoch turbulent. Neue Marktteilnehmer aus den Schwellenländern, allen voran China, haben zum Teil dramatische Disparitäten zwischen Rohstoffangebot und Rohstoffnachfrage ausgelöst. Die aufgetretenen Verwerfungen ließen die Preise vieler Rohstoffe sprunghaft steigen. Dies wirft vor allem neue Fragen nach der globalen Rohstoffverfügbarkeit auf. Der wachsende Bedarf führt zu einer Verknappung von Rohstoffen auf den globalen Märkten. Dies betrifft nicht nur Massenrohstoffe, sondern zunehmend seltene Metalle, die für Zukunftstechnologien essentiell sind. Für viele derartige Metalle wird eine Verknappung erwartet. So wird die Nachfrage nach Neodym, das zum Beispiel für Permanentmagnete erforderlich ist, bis 2030 das Vierfache der heutigen Produktion betragen, diejenige nach Gallium, das in Solarzellen eingesetzt wird, sogar das Sechsfache. Die Vorkommen der teuren Hightech-Metalle ist auch deshalb äußerst begrenzt, weil sie oft nur als Nebenprodukt bei der Förderung anderer Rohstoffe abfallen. Indium beispielsweise findet sich in kleinen Mengen in Zinkminen. Die Wiederverwertung scheidet in vielen Fällen aus, weil die Rohstoffe zusammen mit anderen Metallen verarbeitet werden und sich kaum wieder trennen lassen. Zudem sind die gefragten Metalle sehr ungleich verteilt auf der Welt. Das größte Vorkommen an Lithium, erforderlich für die Entwicklung von Batterien für Elektroautos, liegt beispielsweise in Bolivien. China dagegen dominiert die Produktion von Neodym zu 97% und hat sich bereits Reserven in Afrika gesichert (ERDMANN ETAL. 2009). Vor diesem Hintergrund ist eine verstärkte Suche und Erschließung neuer Rohstoffvorkommen auch in Europa wahrscheinlich, um die Rohstoffverfügbarkeit für die europäische Wirtschaft zu verbessern. Zwar sind die Rohstoffpreise wieder gefallen, historisch betrachtet sind sie aber immer noch hoch. Das macht den Abbau neuer Rohstoffvorkommen innerhalb der Europäischen Union zunehmend wirtschaftlich.

- Nachdem nachwachsende Rohstoffe für die Industrie im letzten Jahrhundert ständig Marktanteile an fossile und mineralische Rohstoffe verloren haben, hat sich aufgrund der hohen Preise für Erdöl und Erdölprodukte dieser Trend wieder umgekehrt. Forst- und Agrarprodukte gewinnen verlorene Marktanteile zurück. Der Trend zu nachwachsenden Rohstoffen wird in vielen Industriebereichen sichtbar, so insbesondere in der Chemischen Industrie und der Energiewirtschaft, wo der Anteil nachwachsender Rohstoffe kontinuierlich steigt. Insgesamt wird sich der Nutzungsdruck auf potentiell nutzbare Flächen erhöhen. Eine steigende Nachfrage in Deutschland nach nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere nach Biokraftstoffen, kann nur über steigende Importe und eine Ausweitung der global in Anspruch genommenen Fläche gedeckt werden (UBA 2009).

6. Klimawandel: gravierende Folgen für die Landschaftsentwicklung

Der Klimawandel ist ein Megatrend, der unmittelbare Folgen für die Landschaftsentwicklung hat. Selbst wenn die Treibhausgasemissionen umgehend stabilisiert werden könnten, würde die anthropogene Erderwärmung wegen der zeitlichen Wirkungsverzögerungen für Jahrhunderte weiter ansteigen (IPCC 2007). In Szenarien geht das Intergovernmental Panel on Climate Change der Vereinten Nationen in seinem jüngsten Bericht davon aus, dass die mittlere Temperatur bis 2100 zwischen 2 °C und 5,6 °C ansteigen wird.

Als kritische Marke gilt eine Zunahme der globalen mittleren Temperatur der Erdatmosphäre um 2 °C im Vergleich zum Temperaturniveau des Zeitraums zwischen 1980 und 1999 (IPCC 2007). Würde sie überschritten, dürften die Auswirkungen des Klimawandels für viele Staaten nicht mehr beherrschbar sein. Bereits bei dem unteren Temperaturanstieg wird damit gerechnet, dass 1 bis 2 Mrd. Menschen mit zunehmender Wasserknappheit konfrontiert sein werden. Viele Großstädte wie La Paz, Lima oder Quito sind auf das Schmelzwasser der Gletscher angewiesen. Die Bewohner dieser Städte werden künftig von Wassermangel während der trockenen Jahreszeit betroffen sein. Besonders der Anstieg des Meeresspiegels wird langfristig für viele Küstenregionen eine Herausforderung werden. Neben der Zunahme von Wetterextremen und dem Ansteigen des globalen Meeresspiegels durch Abschmelzen von Gletschern, des Grönlandeises, des arktischen und antarktischen Eisschildes sowie thermischer Expansion ist der Rückgang der saisonal von Frost bedeckten Bodenfläche um 7 % seit 1990 und auch die abnehmende Stabilität von Permafrostböden (IPCC 2007) nachgewiesen. Belegt ist ebenfalls die Ausbreitung von Tier- und Pflanzenarten polwärts und in größere Höhenlagen (z.B. Malaria-Mücken), längere Wachstumsperioden (IPCC 2007) werden beobachtet.

Zahlreiche großräumige, langfristige Änderungen des Klimas sind empirisch belegt und werden sich in den nächsten beiden Jahrzehnten verstärken. Im kleinräumigeren Maßstab ist es wegen der relativ größeren natürlichen Klimavariabilität und dem Einfluss anderer Faktoren schwieriger, externe anthropogene von natürlichen Einflüssen zu unterscheiden. Die Abschätzung der regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels ist daher mit sehr großen Unsicherheiten behaftet. Besonders vulnerabel sind hierzulande Regionen mit geringer Wasserverfügbarkeit (von Dürre betroffene Teile Ostdeutschlands: abnehmende Niederschläge und Sandböden), mit starken Temperaturveränderungen (Südwestdeutschland) und mit Vegetation außerhalb ihrer natürlichen Standorte (z.B. Fichte in Süd- und Westdeutschland). Das geringe Wasserangebot während des Sommers ist der limitierende Wachstumsfaktor der natürlichen Vegetation, der bewirtschafteten Wälder und der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Um das geringer werdende Wasserangebot konkurrieren zudem Industrie,

Haushalte, Tourismus und Landwirtschaft, was perspektivisch die Nutzungskonkurrenzen verstärkt.

Über diese Folgen des Klimawandels hinaus lassen nicht-lineare Wechselwirkungen im Klimasystem sogenannte „Tipping-Points“ (Kipp-Punkte) vermuten. Mit einem sehr starken Anstieg des Meeresspiegels (4–6 Meter) wäre infolge der Entgletscherung Grönlands und des westantarktischen Eisschildes mit Überflutung von Küstenzonen, Inseln und Flussdeltas wäre zu rechnen. Das vollständige Abschmelzen des Grönlandeisschildes und des westantarktischen Eisschildes würde zu einem Meeresspiegelanstieg von 7 bzw. 5 Metern führen. Ein Kollaps des Amazonas-Regenwaldsystems infolge des Klimawandels könnte die lokalen Klimafolgen noch verstärken (ERDMANN 2007).

Tabelle 1: Regionale klimatische Differenzierungen (vereinfacht) und Vulnerabilität der Forstwirtschaft gegenüber dem Klimawandel (Quelle: UBA 2005, S. 8)

Region	Niederschlag Sommer (A1B / B1)	Niederschlag Winter (A1B / B1)	Mitteltemperatur (A1B / B1)	Frosttage, heiße Tage	Vulnerabilität
Durchschnitt	Abnahme	Zunahme	Zunahme	Abnahme / Zunahme	
Küste	▼/▼	▲/▲	0/0	▼/▲	-
Nordwestdeutsches Tiefland	▼/▼	0/0	▲/0	▼/▲	-
Nordostdeutsches Tiefland	▼/▼	0/0	▲/0	▼/▲	++
Westdeutsche Tieflandsbucht	▼/▼	▲/▲	▲/0	▼/▲	+
Zentrale Mittelgebirge und Harz	▼/▼	▲/▲	0/0	0/▲	+
Südostdeutsche Becken und Hügel	0/0	0/0	▲/▲	0/0	++
Erzgebirge, Thüringer und Bayerischer Wald	▼/▼	0/0	0/0	0/0	+
Links- und rechtsrheinische Mittelgebirge	▼/▼	▲/▲	▲/▲	0/▲	+
Ober rheingraben	0/0	▲/▲	▲/0	0/▲	++
Alp und nordbayrisches Hügelland	0/▼	▲/▲	▲/0	0/0	+
Alpenvorland	0/0	0/0	▲/0	0/0	++
Alpen	0/0	0/0	0/0	0/0	+

Änderung über Durchschnitt ▼▲, Änderung unter Durchschnitt ▼▲,

Vulnerabilität: - gering; + mäßig; + hoch; A1B und B1: SRES-Szenarios

7. Transformation der Informationsgesellschaft

Die vor allem in den entwickelten Industrieländern rasant verlaufende Tertiarisierung und Quartarisierung der Wirtschaft, also der Übergang von der Produktions- zur Dienstleistungs- und zur Informationsgesellschaft sind seit Jahrzehnten herausragende Merkmale des wirtschaftlichen Strukturwandels, der längst noch nicht abgeschlossen ist. Ein zunehmender Anteil der Erwerbstätigen ist mit der Produktion und der Vermittlung von Informationen und Wissen beschäftigt. Der Großteil des Bruttosozialproduktes wird im informationswirtschaftlichen Sektor erwirtschaftet. Diese Entwicklungen werden durch die beständige Entwicklung und die weitere Durchdringung aller Lebensbereiche mit Informations- und Kommunikationstechniken mit getragen. Zunehmend stehen diese Technologien zeitlich und räumlich ubiquitär zur Verfügung, immer größere Informationsmengen können schnell und

mit relativ geringen Kosten produziert, verarbeitet und transportiert werden. Nachdem sich mit dem Durchbruch des World Wide Web das Internet zu einem Dienste integrierenden globalen Rechnernetzwerk und als Netz der Netze entwickelt hat, rollt zukünftig mit der zunehmenden Einbettung und Vernetzung von Informationstechnik und Alltagsprodukten eine zweite Welle dieser Entwicklung heran, die unter dem Stichwort „Pervasive Computing“ zusammengefasst wird.

Die technischen Fortschritte im Bereich der Informations- und Kommunikationstechniken (IKT), die zunehmende Verbreitung telematischer Dienste sowie die alltägliche Nutzung dieser Dienste wird die Umwelt- und Raumentwicklung langfristig entscheidend beeinflussen. Aufgrund von Digitalisierung und Virtualisierung werden gesellschaftliche Prozesse zunehmend zeit- und räumlich entkoppelt, es findet eine erhebliche Beschleunigung vieler Handlungen und Prozesse in allen gesellschaftlichen Bereichen statt. Dabei kann die IKT in vielen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Bereichen einen wichtigen Beitrag zur Einsparung von Ressourcen und zur Reduzierung von klimarelevanten Emissionen leisten, z.B. durch die intelligente Steuerung von Stromnetzen und Gebäuden oder die Vermeidung von Verkehr durch Telearbeit, bessere Flächennutzung durch mobiles Arbeiten oder Telefon- und Videokonferenzen. Die diesbezüglichen Potenziale zur Energieeinsparung und zur Reduktion klimaschädlicher Treibhausgasemissionen sind beträchtlich. So gehen globale Potenzialabschätzungen davon aus, dass durch gezielte Anstrengungen von Politik, Wirtschaft und gesellschaftlichen Akteuren im Jahr 2020 rund 7,8 Mrd. Tonnen CO₂-Äquivalente (CO₂eq) allein durch die intelligente Nutzung von IKT vermieden werden können. Das entspräche rund 15% der für 2020 angenommenen weltweiten Emissionen in Höhe von 51,9 Mrd. Tonnen CO₂eq (FICHTER ET AL. 2009).

Andererseits darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Nutzung der IKT in physische Infrastrukturen eingebettet ist und ökologisch nicht folgenlos ist. Derzeit beträgt der Stromverbrauch der IKT in Deutschland rund 54 TWh, was 10% des Stromverbrauchs in Deutschland entspricht. Das verursacht rund 33 Mio. Tonnen des Klimagases CO₂ pro Jahr (Angabe für 2007). Bis 2020 wird mit einem Anstieg des Stromverbrauchs in diesem Bereich auf 65 TWh gerechnet. Insgesamt ist der Weg in die Informationsgesellschaft immer noch ein Weg steigenden Energie- und Materialeinsatzes. Das Ausbleiben des papierlosen Büros, Verkehrswachstum trotz Telekommunikation oder der Anstieg der Hardwaremassenströme trotz Leistungssteigerung und Miniaturisierung der IKT-Hardware sind Belege für Rebound-Effekte. Von einer „gewichtlosen“ Ökonomie gemäß der Formel „Kilobyte statt Kilogramm“ sind die Industriegesellschaften noch weit entfernt. Neue Produkte und Dienstleistungen schaffen zusätzliche Konsumbedürfnisse. Das Schwungrad zunehmender Produktion und Konsumtion bleibt nicht nur unangetastet, vielmehr ist zu vermuten, dass es durch Pervasive Computing noch beschleunigt wird. Ob in der Nettobilanz die positiven oder die negativen Auswirkungen überwiegen, hängt hauptsächlich von umwelt- und wirtschaftspolitischen Rahmendingungen als auch von Entwicklungen auf Seiten der IKT-Wirtschaft und der Anwender ab.

8. Individualisierung, Wertewandel und Lebensstile

In den industriellen Gesellschaften ist ein langfristiger Trend zur Individualisierung und damit auch zur Pluralisierung der Lebensstile zu beobachten. Angetrieben wird diese Entwicklung durch das Wohlstandsniveau, den technischen Fortschritt in den Produktions- und Arbeitsverhältnissen und den Wandel der kulturellen und sozialen Rahmenbedingungen, die eine größere Wahlmöglichkeit für die Lebensgestaltung des Einzelnen ermöglichen. Als

eine größere Wahlmöglichkeit für die Lebensgestaltung des Einzelnen ermöglichen. Als wichtige Einflussfaktoren sind hier vor allem die veränderte Lebens- und Arbeitswelt, insbesondere die Pluralisierung von Familien- und Lebensformen und eine entsprechende Differenzierung der Rollenverständnisse, aber auch die Auflösung der klassischen Lebenszyklen, zunehmende Mobilitätsanforderungen und die immer geringere Plan- und Vorhersehbarkeit der Lebensläufe zu nennen.

Heute ist in der Bevölkerung eine Vielzahl von Lebensstilen zu beobachten, die jeweils unterschiedliche Wertorientierungen, sozial-strukturelle Merkmale, unterschiedliche Konsummuster und Lebenseinstellungen aufweisen. Auch die Formen des Zusammenlebens (Haushalts-, Familien- und Lebensformen) haben sich in den letzten Jahrzehnten ausdifferenziert. Dieser Trend ist geprägt durch einen Anstieg von „nichtkonventionellen“ Lebensformen neben der „Normalfamilie“ (Patchwork-Familien, Alleinerziehende etc.), durch eine Zunahme von Single-Haushalten und durch den Anstieg der Haushalte, in denen Senioren leben. In Deutschland besteht nur noch ein Drittel der Haushalte aus einer traditionellen Kleinfamilie – in über der Hälfte der Haushalte haben sich Menschen zu anderen Lebensformen entschlossen. Immer mehr Menschen ziehen es vor, als alleinstehende Erwachsene einen eigenen Haushalt zu führen. Die Freizeit ist durch ein wachsendes Maß an Aktivität und Mobilität gekennzeichnet (z.B. Erlebnishopping, Kurzreisen, Eventsportarten, Wellneskonsum), aber auch durch eine intensive Mediennutzung. Das Internet ist fester Bestandteil des Medienalltags geworden. Das Netz wird nicht nur immer häufiger aufgesucht, sondern auch länger. Besonders intensiv nutzen Jugendliche die neuen Medien („Generation Netzkinder“). Sie verbringen inzwischen mehr Zeit mit dem Internet als mit Fernsehen oder Hörfunk.

Die Frage ist, was dies für die Landschaftsentwicklung bedeutet. Direkte Zusammenhänge lassen sich nicht herstellen. Gleichwohl finden sich Hinweise auf veränderte gesellschaftliche Einstellungen gegenüber der Landschaftsnutzung, die auch in der gesellschaftlichen Auseinandersetzung ihren Niederschlag finden. Dabei gibt es eine deutliche Entfremdung von natürlichen Landschaften (beispielsweise vom Wald). Diese ist aber kein jugendtypisches Phänomen, sondern spiegelt vor allem „die Sozialisation in Milieus wider, in denen entsprechende Einstellungen dominieren“ (KLEINHÜCKELKOTTEN ET AL. 2007).

9. Fazit

Infolge der weltweiten Bevölkerungszunahme, des weltwirtschaftlichen Wachstums und des höheren Konsumniveaus steigen die Ansprüche an die Landnutzung. Aufgrund der Verknappung fossiler Ressourcen, insbesondere Erdöl zeichnet sich eine zunehmende Nutzung nachwachsender Rohstoffe ab, sei es für stoffliche oder energetische Zwecke. Ein steigender Flächenbedarf ist weltweit für Infrastrukturen und Siedlungsbau festzustellen. Zugleich werden immer mehr Nahrungsmittel benötigt, um die Weltbevölkerung zu ernähren. Der Klimawandel wird in vielen Regionen schwerwiegende Folgen haben und landschaftliche Anpassungsleistungen erfordern. All diese Trends verschärfen die Flächenkonkurrenz insbesondere in den bereits intensiv genutzten Regionen, in einigen anderen wird die Nutzung wegen mangelnder Wirtschaftlichkeit zunehmend aufgegeben, Flächen fallen brach und stehen für andere Nutzungen zur Verfügung.

Über solche Nutzungsverschiebungen entscheiden im wesentlichen Preisentwicklungen auf den Weltmärkten, zunehmend spielen dabei Energie- und Rohstoffpreise eine zentrale Rolle, aber auch politische Programme (Biomasseförderung, Energiepolitik, Agrarpolitik etc.) werden die Landnutzungsformen wesentlich beeinflussen. Jenseits wirtschaftlicher Ansprüche ist die zukünftige Struktur der Landnutzung und der Nutzungsverteilung abhängig von den

gesellschaftlichen Nutzungsansprüchen. Gesellschaftliche Anforderungen und Erwartungen, die von Wertvorstellungen geprägt sind, treten gewissermaßen „als weiterer Konkurrent um die zukünftige Landnutzung“ (WALDZUKÜNFT 2009) auf.

10. Literatur

- ACATECH (2006): Mobilität 2020, Perspektiven für den Verkehr von Morgen. acatech berichtet und empfiehlt Nr. 1, München. http://www.volkswagenag.com/vwag/vwcorp/info_center/de/publications/2007/09/acatech_mobilitaet.-bin.acq/qual-BinaryStorageItem.Single.File/Acatech_Mobilitaet_2020.pdf.
- BBR BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (HRSG.) (2005): INKAR – Indikatoren und Karten zur Raumentwicklung, Bonn.
- BEHRENDT, S., ERDMANN, L., HENSELING, CH., (2008): Zukunftstrends für das Bauen mit Holz. In: KRISTOF, K., GEIBLER, J. v. (HRSG.). Zukunftsmärkte für das Bauen mit Holz. DRW-Verlag Weinbrenner. Leinfelden-Echterdingen.
- BMU (2006): Ökologische Industriepolitik. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/memorandum_oekol_industriepolitik.pdf.
- BRANDT, K.-W. (2002): Gesellschaftliche Zukunftstrends und nachhaltiger Konsum. In: Nachhaltige Konsummuster. Umweltbundesamt (Hrsg.). S. 221–260. Berlin.
- DEUTSCHE BANK RESEARCH (2008): Megacitys: Wachstum ohne Grenzen?. Aktuelle Themen 412. http://www.dbresearch.com/PROD/DBR_MOBILE_DE-PROD/PROD000000000221136.pdf.
- ERDMANN, L., ANGERER, G. ETAL. (2009): Rohstoffe für Zukunftstechnologien. Einfluss des branchenspezifischen Rohstoffbedarfs in rohstoffintensiven Zukunftstechnologien auf die zukünftige Rohstoffnachfrage. im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Referat III A 5 – Mineralische Rohstoffe I D 4 - 02 08 15 – 28/07, ISI Schriftenreihe Innovationspotenziale, Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart.
- ERDMANN, L., (2007): Klimawandel und Wald, Treiber, Folgen und Governance. Berlin. <http://www.waldzukuenfte.de>.
- FICHTER, K., BEUCKER, S., CLAUSEN, J., HINTEMANN, R. (2009): Green IT – Zukünftige Herausforderungen und Chancen. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau.
- IPCC (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Forth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policy Makers.
- KLEINHÜCKELKOTTEN, S., WIPPERMANN, C., WIPPERMANN, K. (2007): „Was soll ich im Wald?“. Einstellungen zu einer nachhaltigen Waldwirtschaft. Workshop „Nachhaltigkeit – nützt der forstliche Grundsatz der Gesellschaft?“. 1./2. Februar 2007. Leipzig. http://www.nachhaltige-waldwirtschaft.de/fileadmin/Dokumente/Interner_Bereich/1_Workshop__Nachhaltigkeit_/Praesentation_ECOLOG-Sinus_Einstellungen_zum_Wald1.pdf
- KREIBICH (2008): Zukunftsforschung für die gesellschaftliche Praxis. In: BRÖCHLER, S., LAUTH, H.-J. Politikwissenschaftliche Perspektiven. S. 3–20. Springer Verlag. Heidelberg. Berlin. New York.

- KREIBICH, R. (2009): CCS-Technologie. Akademie Sankelmark. 15. Oktober 2009.
http://www.wv-nord.de/fileadmin/documents/WASSERZEITUNG_OKT_09.pdf
- LE MONDE DIPLOMATIQUE (HRSG.) (2009): Atlas der Globalisierung. Deutsche Ausgabe. Berlin.
Halimi, S., Bauer, Barbara, Rekacewicz, P. (Bearb.). TAZ-VERLAG.
- UBA (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. Umweltbundesamt (Hrsg.). No. 08/05.
- UBA (2009): Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe. UBA Texte NR. 34/2009. Dessau.
- UNFPA (2007): VEREINTE NATIONEN, World Urbanization Prospects. Revision 2006.
http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf
- VEREINTE NATIONEN (2007): World Population Prospects. <http://www.un.org/esa/population/unpop.htm>.
- WALDZUKÜNFT (2009): Langfristige Perspektiven von Wald und Landnutzung – Entwicklungsdynamiken, normative Grundhaltungen und Governance. Verbundprojekt des BMBF, 2007-2009, www.waldzukuenfte.de, insbesondere: Hirschfeld, J.; Buchholz, F.: Flächennutzungskonkurrenzen, http://www.ioew.net/downloads/download_dateien/Wald_zukuenfte_Basispapier_Flaechennutzungskonkurrenzen_Arbeitsfassung.pdf.
- WEHNERT, T. ETAL (2009): Integrierte Technologie Roadmap Automation 2020+. Energie. ZVEI. Frankfurt/M.
- WORLD WATCH INSTITUTE (2007): Zur Lage der Welt 2007. Frankfurt/M.

Entwicklung von Wald und Landnutzung in Deutschland – Ergebnisse einer Delphi-Expertenbefragung

Siegfried Behrendt

1. Einleitung

Im Rahmen des Projektes „Zukünfte und Visionen Wald 2100“ führten das Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) und das Institut für Forst- und Umweltpolitik der Universität Freiburg zwischen November 2007 und Februar 2008 eine Befragung unter Fachexperten aus der Forst- und Holzwirtschaft, der Waldforschung, Verbänden und Verwaltungen durch. Es ist die erste breit angelegte Delphi-Befragung dieser Art zu den langfristigen Perspektiven von Wald und Landnutzung in Deutschland.

2. Expertendelphi

Die Delphi-Methode stellt eine Form der iterativen Expertenbefragung dar, die maßgeblich dazu beitragen kann, einen Diskurs über Leitbilder und Entwicklungswege anzustoßen. Grundcharakteristika der Methode sind der anonymisierte Diskussionsprozess und die kontrollierte Rückkopplung der Einschätzungen. Üblicherweise wird die Delphi-Methode heute dort angewandt, wo sich die Fragestellung einer präzisen analytischen Behandlung entzieht bzw. Entwicklungsperspektiven zu bewerten sind. Es handelt sich bei der Delphi-Methode um einen vergleichsweise stark strukturierten Gruppenkommunikationsprozess, in dessen Verlauf Sachverhalte, über die unsicheres und unvollständiges Wissen existiert, von Experten beurteilt werden. Dafür wurden in der Walddelphi-Befragung Fachleute aufgrund von professionellen Fachkompetenzen und Status ausgewählt. Die Befragung erfolgte mittels eines standardisierten Fragebogens online, die Einzelantworten sind anonym.

Kennzeichnend für das Delphi-Verfahren ist insbesondere die Rückkopplung wichtiger Ergebnisse in den Kreis der Fachleute und darauf aufbauend die Durchführung einer weiteren Befragungsrunde. Die erste Befragungsrunde fand im November 2007 statt, sie basiert auf den im Projekt erarbeiteten Analyseergebnissen zu wichtigen Zukunftsfeldern der Wald- und Forstwirtschaft¹. An der ersten Befragung nahmen 640 Experten teil. Im Februar 2008 erfolgte eine zweite Befragungsrunde, in der zentrale Aussagen vertieft und Einschätzungen erneut von demselben Expertenkreis bewertet wurden. Zusätzlich wurden offene Fragen zur Wald- und Landnutzung mit dem Zeithorizont 2100 gestellt. Hier konnten die Teilnehmer ihre Erwartungen, Wünsche und Befürchtungen äußern. Insgesamt haben sich an der zweiten Runde 399 Personen beteiligt.

1 Die Analyseergebnisse liegen in Form von Basispapieren vor und sind unter www.waldzukuenfte.de verfügbar.

Das Sample setzte sich wie folgt zusammen:

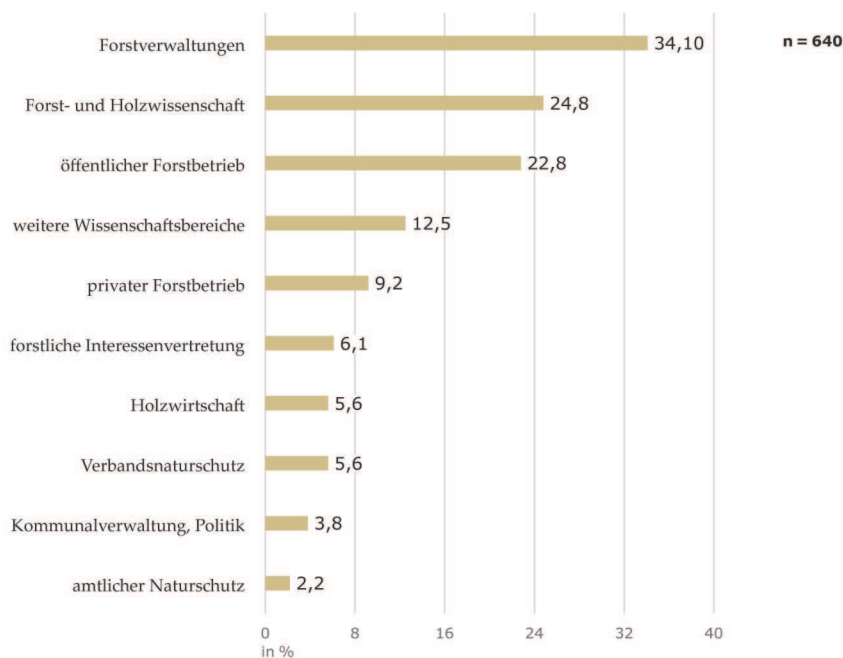


Abbildung 1: Zusammensetzung des Expertenkreises der Befragung
(Quelle: MICKLER ET AL. 2008, S. 12)

Im Folgenden werden Kernergebnisse der Befragung vorgestellt.

2.1 Rohstoffnachfrage, Globalisierung und Klimawandel sind zentrale Herausforderungen für die Waldwirtschaft

Nach Einschätzungen der Experten dominieren drei Herausforderungen. Die Nachfrage nach dem Rohstoff Holz, die Globalisierung der Holzmärkte und der Klimawandel.

Als absolut am bedeutsamsten wurde die Zunahme der Nachfrage nach dem Rohstoff Holz eingestuft. Sie stellt dabei die größte Herausforderung für die Wald- und Forstwirtschaft dar. Für 99 % der Befragten nimmt diese Herausforderung zu, 72 % sind der Meinung, dass sie deutlich zunimmt. Damit verknüpft sind Fragen nach der Rohstoffverfügbarkeit, Versorgungsengpässen, Nutzungskonkurrenzen und der unzureichenden Holzmobilisierung bis hin zur Übernutzung von Wäldern. An nächster Stelle folgt die Globalisierung der Holzmärkte als zentrale Herausforderung. Die Globalisierung wird die deutsche Wald- und Forstwirtschaft umfassend verändern. Mehrere Aspekte lassen sich benennen: Dynamisierung der globalen Marktentwicklungen, Umbruch der Märkte, Verschiebung regionaler Gewichte, Zunahme des Konkurrenzdrucks sowie technologische und marktliche Unsicherheiten.

Mit Blick auf den Klimawandel sagen 93 % der Befragten, dass die Bedeutung dieses Faktors eher zunimmt, 56 % sind der Meinung, dass er deutlich zunimmt. Neben der Unsicherheit, wie sich das Klima regional verändern wird, besteht die Herausforderung in geeigneten Anpassungsleistungen der Wald- und Forstwirtschaft und dem Aufbau eines Risikomanagements.

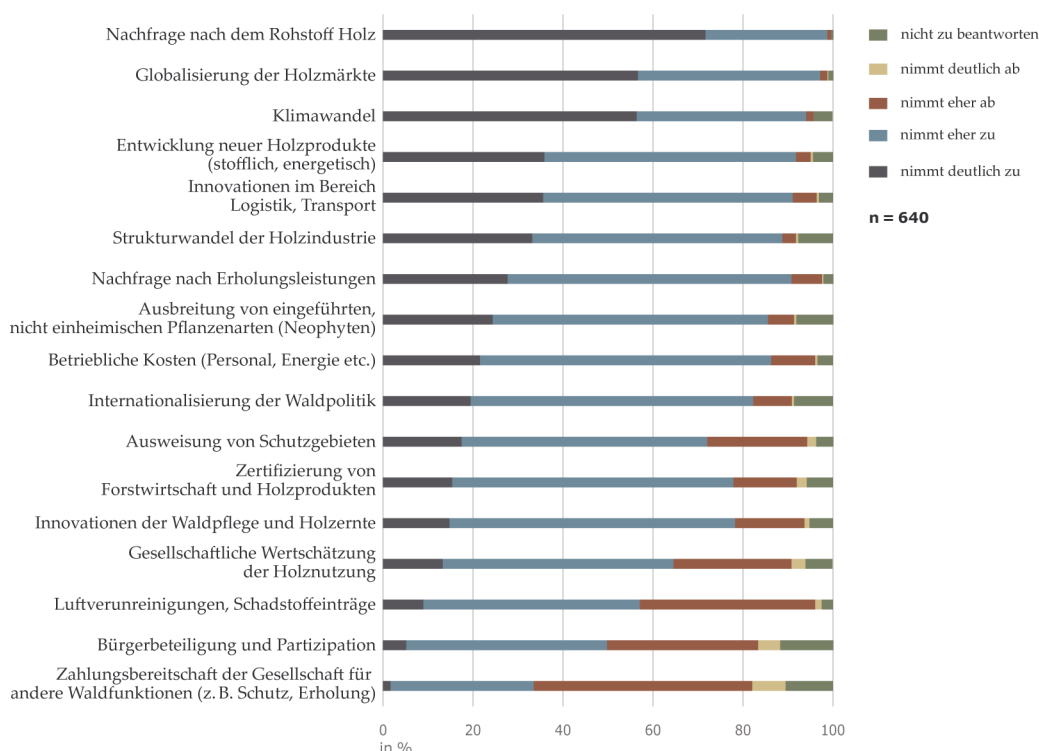


Abbildung 2: Herausforderungen der Wald- und Forstwirtschaft
(Quelle: Mickler et al. 2008, S. 15 ff.)

Mit geringerer Gewichtung wurden die anderen abgefragten Aspekte bewertet. Zwar gehen die Befragten – von zwei Ausnahmen abgesehen – davon aus, dass diese tendenziell als Herausforderung an Relevanz gewinnen werden, sie nehmen aber „nicht so deutlich zu“. Die Zustimmungsquote liegt für die Entwicklung neuer Holzprodukte, Innovationen im Bereich Logistik, Strukturwandel der Holzindustrie, Nachfrage nach Erholungsleistungen, Ausbreitung von Neophyten und betriebliche Kosten zwischen 40 % und 20 %.

Mit unter 20 % wurden die Internationalisierung der Waldpolitik, die Zertifizierung, Innovationen der Waldpflege und Holznutzung, gesellschaftliche Wertschätzung der Holznutzung und Luftverunreinigungen und Bürgerbeteiligung bewertet. Die Zahlungsbereitschaft der Gesellschaft für andere Waldfunktionen wird am geringsten eingeschätzt.

2.2 Die Multifunktionalität des Waldes wird neu austariert und sich zugunsten wirtschaftlicher Akzente verschieben

Die Waldbewirtschaftung ist darauf ausgerichtet, multifunktional wirtschaftliche, ökologische und soziale Leistungen zu erbringen. Auf die Frage, welche Interessen sich in der Waldpolitik bis 2020 eher durchsetzen werden, geben rund 60 % der Befragten ökonomische Interessen an. Dass sich ökologische Interessen eher durchsetzen werden, nehmen nur 15 % an.

13 % schätzen, dass gesellschaftliche Interessen bis 2020 einen Bedeutungszuwachs erfahren werden und sich durchsetzen. Die gesellschaftlichen Ansprüche an die Nutzung und an den

Schutz des Waldes werden sich demzufolge zukünftig zugunsten wirtschaftlicher Anforderungen verschieben. Diese Einschätzung ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass ökonomische Faktoren zunehmend für die Wald- und Forstwirtschaft an Bedeutung gewinnen.

Noch vor wenigen Jahren war der Wald-Forst-Holz-Sektor in Deutschland ein vergleichsweise stabiler, statischer Wirtschaftssektor. Angesichts der deutlich steigenden Nachfrage nach Holz, der Entwicklung neuer Absatzmärkte für Holzprodukte in Europa, Asien und Nordamerika und der drastisch gestiegenen Nachfrage nach Holz für die energetische Nutzung wird die Wald- und Forstwirtschaft durch die Globalisierung und die energetische Verwertbarkeit von Holz jetzt immer stärker mit äußerst dynamischen Märkten gekoppelt. Somit wird der Wald-Forst-Holz-Sektor insgesamt selbst zu einem dynamischen Wirtschaftsbereich, dessen Entwicklung zukünftig vor dem Hintergrund sich verändernder Marktfaktoren stattfindet und eine verstärkte Ausrichtung der Forstbetriebe auf die Holzproduktion und auf monetäre Ziele erwarten lässt („Primat der Ökonomie“). Die steigende Nachfrage nach Holz wertet die ökonomische Funktion des Waldes auf und setzt somit andere Funktionen wie die Schutz- und Erholungsfunktion unter Druck. Zielkonflikte könnten dadurch zunehmen, die Multifunktionalität der deutschen Waldwirtschaft gefährden, zumindest zu einer Neujustierung führen. Gefragt, welche Funktionen zukünftig stärker gefördert werden sollten, sind rund 40% der Auffassung, dass ökologische Funktionen stärker zu unterstützen sind. Jeweils 25% sehen in der Förderung ökonomischer und gesellschaftlicher Funktionen des Waldes einen Bedarf.

2.3 Segregation: Die Nutzung der Waldflächen differenziert sich aus

Knapp über 70% der Antwortenden erwarten, dass die multifunktionale Waldwirtschaft weiterhin das dominierende Leitbild der Forstwirtschaft sein wird (bestimmt: 22%). Allerdings wird die Multifunktionalität nach Auffassung einer deutlichen Mehrheit der Experten nicht mehr integrativ auf der Fläche, sondern differenziert auf verschiedenen Flächen gewährleistet (Segregation). Rund zwei Drittel der Antwortenden gehen davon aus, dass sich die Nutzung der Waldflächen bis 2050 nach Funktionen stark ausdifferenziert haben wird (bestimmt: 15%). 28% erwarten, dass dies nicht eintreffen wird. 78% erwarten, dass große Waldflächen 2050 vornehmlich der Holzproduktion gewidmet sein werden (bestimmt: 18%). Auch rechnen über 70% damit, dass die Bedeutung von Wald als Erholungs- und Freizeitraum größer wird. Aber nur knapp 30% sind der Ansicht, dass Waldflächen aufgrund ihres Status als Schutzgebiet der forstwirtschaftlichen Nutzung entzogen werden (bestimmt: knapp 5%). Über 65% rechnen nicht damit. Ein ähnliches Bild ergibt sich hinsichtlich des Walds als Wildnis. Vor allem die Flächenzunahme von Schutzwäldern wird die funktionale Trennung von Waldgebieten vorantreiben. Auch zunehmende Nutzungskonflikte treiben die Segregation voran. In der Frage, ob Segregation eher kleinflächig oder großflächig auftritt, liefert die Befragung keine eindeutige Einschätzung.

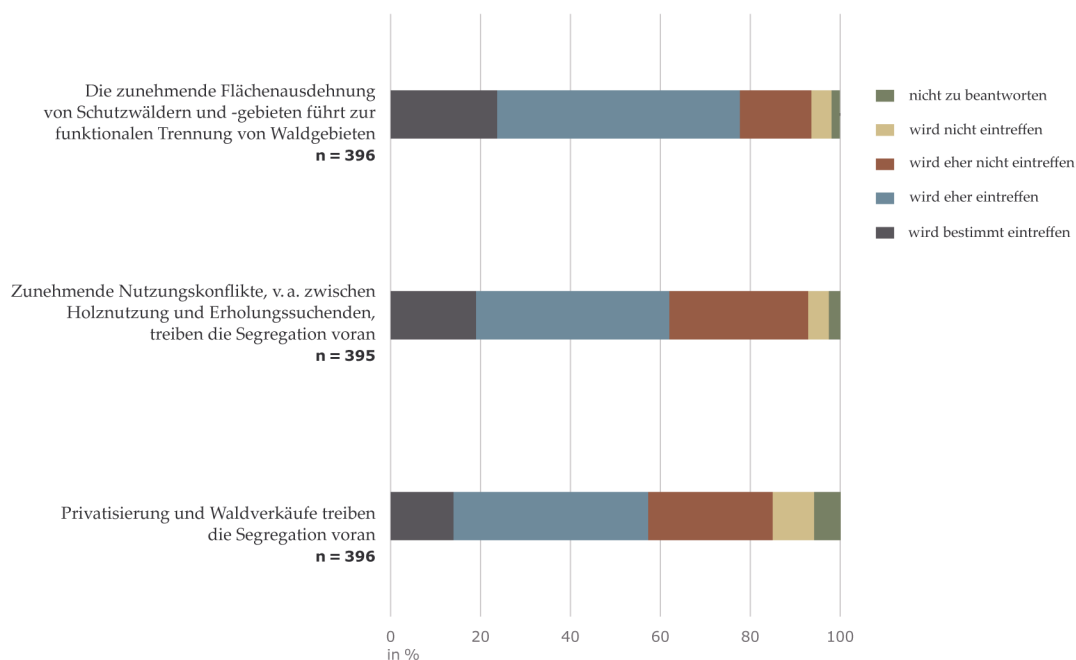


Abbildung 3: Entwicklung der Segregation bis 2050

(Quelle: MICKLER ET AL. 2008, S. 78 ff.)

3. Deutschlands Forst wächst nicht zu Lasten landwirtschaftlicher Flächen

In der aktuellen Diskussion um Holzengpässe und -nutzungskonkurrenzen wird die Umwidmung ehemals landwirtschaftlich genutzter Flächen als ein Ausweg zur Deckung der gestiegenen Holznachfrage benannt. Die befragten Experten teilen diese Auffassung mehrheitlich nicht. Knapp zwei Drittel antworteten auf die Zukunftsaussage „Bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen wurden in erheblichem Umfang bis 2050 aufgeforstet“ mit „wird nicht eintreffen“ (15,4%) oder „wird eher nicht eintreffen“ (48,3%). Die Skepsis der Experten gegenüber neuen Bewirtschaftungsformen und -flächen kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass sie die Erhöhung des Anteils von Kurzumtriebsplantagen oder die Herabsetzung der Umtriebszeiten im Wald als wenig geeignet erachten, um den Waldumbau voranzutreiben.

Die Eignung von Kurzumtriebsplantagen als strategische Option des Waldumbaus wird nur von gut 40% der Befragten gesehen, während sogar mehr als 50% die Herabsetzung von Umtriebszeiten als ungeeignet einstufen. Auch wenn die Landwirtschaft keine Flächen bis 2050 zur Aufforstung von Wald freigibt, wird der Anbau von Schnellwuchsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen nach Auffassung der Befragten zukünftig forciert. Den temporären Anbau von Kurzumtriebsplantagen nach Sturmschäden auf gelichteten Waldflächen erwartet fast jeder Zweite. In diesem Zusammenhang lassen sich auch Einschätzungen der Experten hinsichtlich von Agroforstsystemen und der Bedeutung von Schnellwuchsplantagen für die Deckung der inländischen Nachfrage nach Holz bis 2050 einordnen. In beiden Fällen sind die Befragten geteilter Meinung. Eine knappe Mehrheit von 52% geht nicht davon aus, dass Agroforst sich als Alternative zu den bislang räumlich getrennten land- bzw. forstwirtschaftlichen Nutzungsformen entwickelt. Dass Schnellwuchsplantagen einen nennenswerten Anteil der inländischen Nachfrage nach Holz decken, erwarten knapp 40% der Befragten. Die Mehrheit (etwa 60%) glaubt dies nicht.

3.1 Veränderte Verfügungsrechte und neue Waldbesitzverhältnisse

Die Verfügungsrechte für Wald in Deutschland werden sich langfristig verändern. So erwartet die Mehrheit der befragten Experten, dass bis 2050 holzverarbeitende Unternehmen in großem Umfang „Holz auf dem Stock“ sowie Waldflächen erworben haben werden. Auch Finanzinvestoren werden langfristig in erheblichem Maße Wald ankaufen. Es ist zu vermuten, dass dadurch die Nutzungsintensität zunimmt.

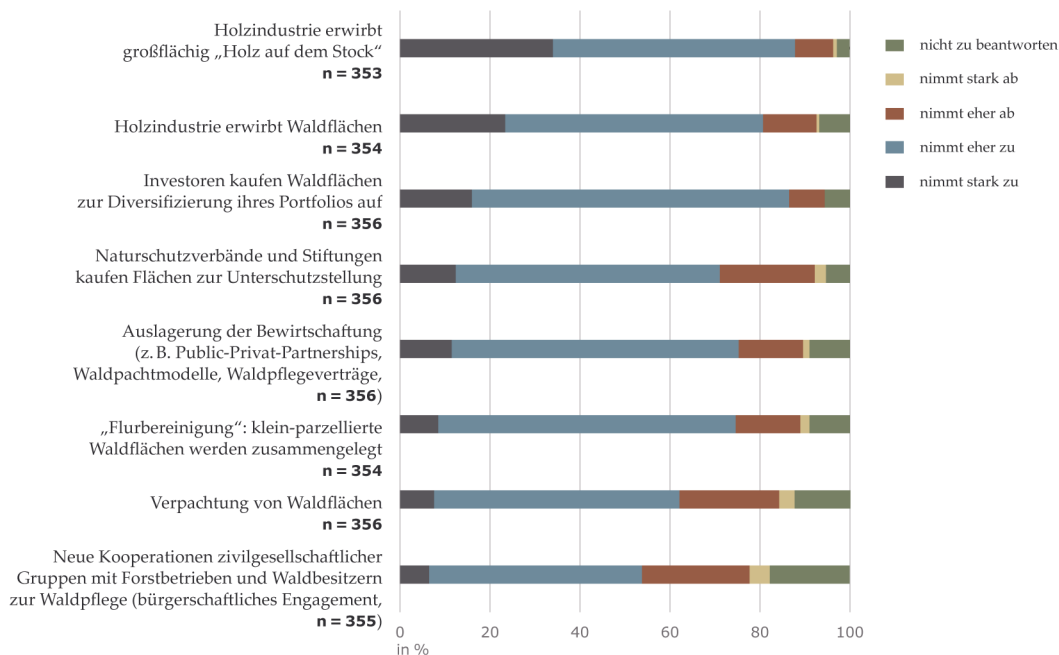


Abbildung 4: Veränderung der Verfügungsrechte und Besitzstrukturen
(Quelle: MICKLER ET AL. 2008, S. 51 ff.)

3.2 Nutzungsintensität des Waldes in Deutschland nimmt zu

Obwohl der Zuwachs im deutschen Wald größer ist als die Nutzung, kann die Nachfrage nach Holz aus einheimischen Beständen nicht ausreichend befriedigt werden. Die Holzmobilisierung ist ein Engpassfaktor vor allem im Kleinprivatwald. Die Holzvorräte im Landes- und Körperschaftswald und großen Privatwaldbesitzern werden hingegen weitgehend ausgeschöpft. Bei bestimmten Baumarten oder in einzelnen Regionen werden die Zuwächse voll geerntet, teilweise sogar über die Nachhaltigkeitsgrenze hinaus. Es gibt Hinweise auf eine Übernutzung. Ob sich diese Entwicklung fortsetzt und angesichts einer zunehmenden Holz-nachfrage verstärkt, ist unter den befragten Experten strittig: 49% der Befragten stimmen der Aussage zu, dass im Jahr 2050 „die rasant steigende Nachfrage nach Holz zu einer Übernutzung des Waldes geführt haben wird“. Diese wird sich in einer temporären Übernutzung des Nachhaltigkeitsatzes sowie im Abbau von Holzvorratsreserven bemerkbar machen. Auch die Aufweichung internationaler Nachhaltigkeitsstandards wird infolge einer global steigenden Holznachfrage von den meisten Experten für wahrscheinlich gehalten.

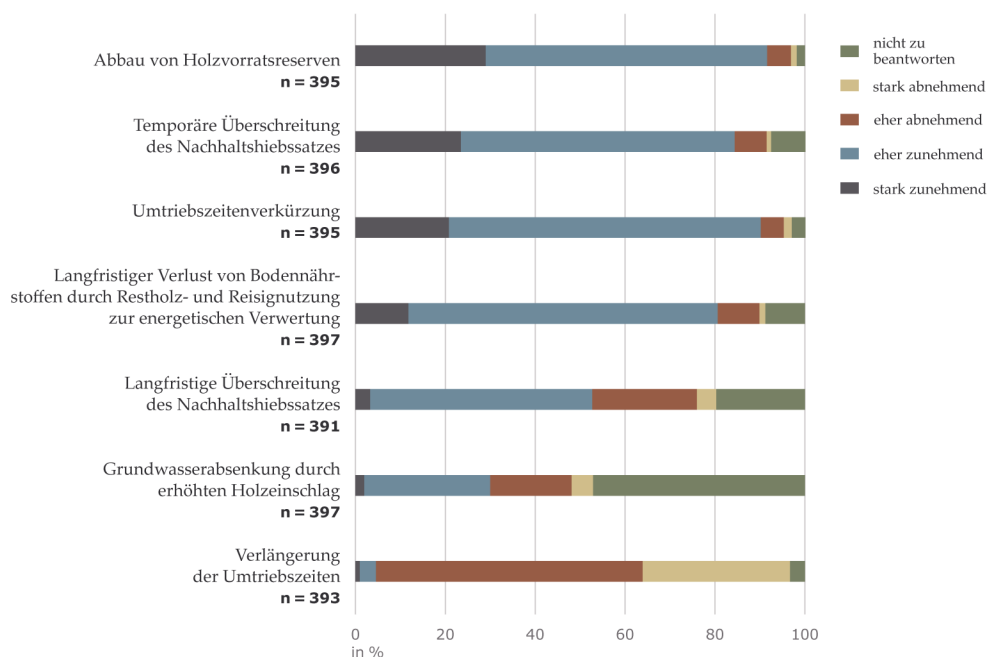


Abbildung 5: Nutzungsformen der Waldbewirtschaftung
(Quelle: MICKLER ETAL. 2008, S. 75 ff.)

3.3 Wald wird als Erholungs- und Freizeitraum noch an Bedeutung gewinnen

Schutz- und Erholungsfunktionen sind allgemein anerkannte Leistungen des Waldes. Für mehr als zwei Drittel der Befragten wird der Wald als Erholungs- und Freizeitraum noch an Bedeutung gewinnen. Gleichzeitig gehen sie davon aus, dass die Wertschätzung für den Wald nicht zunimmt.

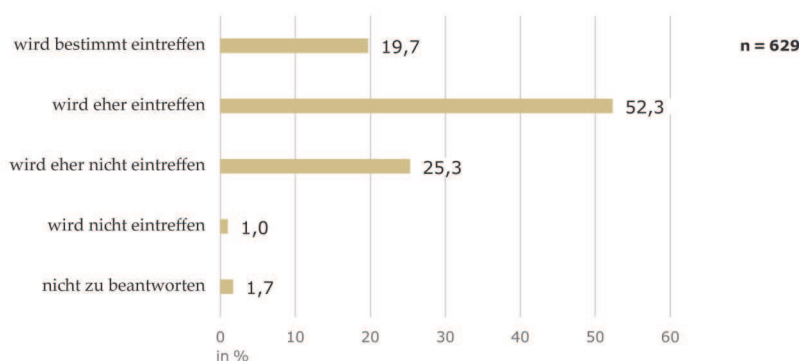


Abbildung 6: Wald als Erholungs- und Freizeitraum
(Quelle: MICKLER ETAL. 2008, S. 55)

4. Ökologische Leistungsfähigkeit des Waldes gefährdet

Durch anthropogene und natürliche Störungen wird das Ökosystem Wald einer Reihe von Belastungen ausgesetzt, wodurch dessen Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird. Die befragten Experten stufen insbesondere drei Faktoren als besonders bedeutend für die Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Waldes bis 2050 ein. Windwurf, Dürre bzw. temporärer Wassermangel sowie Borkenkäferbefall werden durch mehr als drei Viertel der Befragungsteilnehmer als starke Beeinträchtigung empfunden. Hervorzuheben ist, dass ungefähr ein Viertel dieser Befragungsteilnehmer von einer sehr starken Beeinträchtigung ausgeht. Damit dominieren Störfaktoren, die direkt oder indirekt als Folge des Klimawandels auf den Wald einwirken.

Die Nutzung von Waldresthölzern, die Einwanderung neuer Waldschädlinge und der Nährstoffaustrag werden durch zwei Drittel bzw. mehr als die Hälfte der Befragten ebenfalls als bedeutend für eine starke Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit des Waldes bis 2050 eingestuft. Bemerkenswerterweise wird die Bodenversauerung durch Schadstoffeinträge aus der Luft nicht so stark als Beeinträchtigung wahrgenommen, gleichwohl sie in der Forschung als schleichendes Problem diskutiert wird, das langfristig irreversible Schäden zur Folge haben könnte.

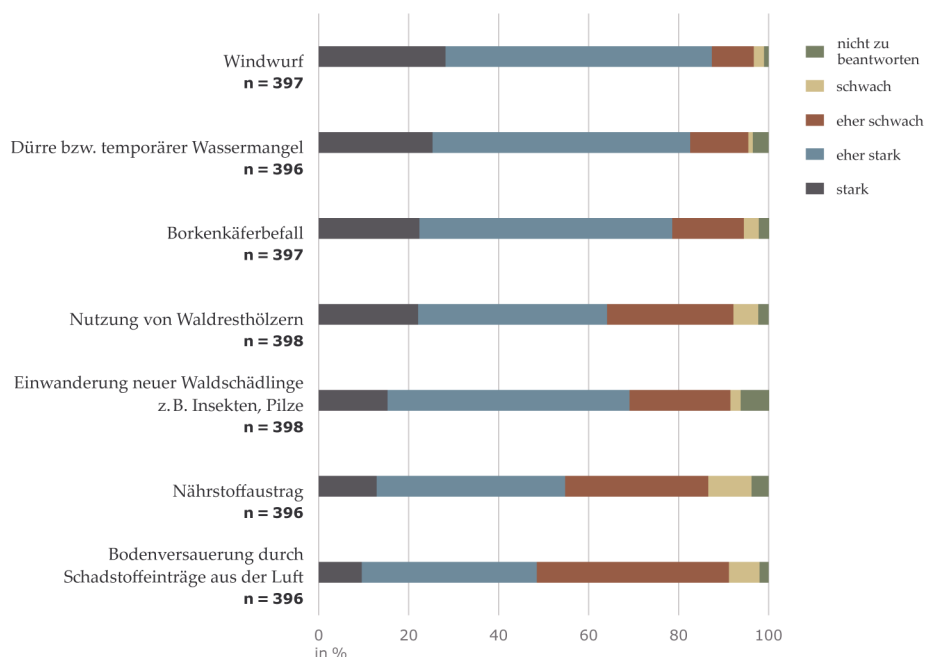


Abbildung 7: Leistungsfähigkeit des Waldes
(Quelle: MICKLER ET AL. 2008, S. 84 ff.)

4.1 Die genetische Vielfalt in Waldökosystemen wird abnehmen

Eine hohe genetische Vielfalt sichert die Anpassungsfähigkeit der Baumarten an sich ändernde Umweltbedingungen. Jeder Zweite der Befragten erwartet, dass die genetische Vielfalt in Waldökosystemen abnehmen wird.

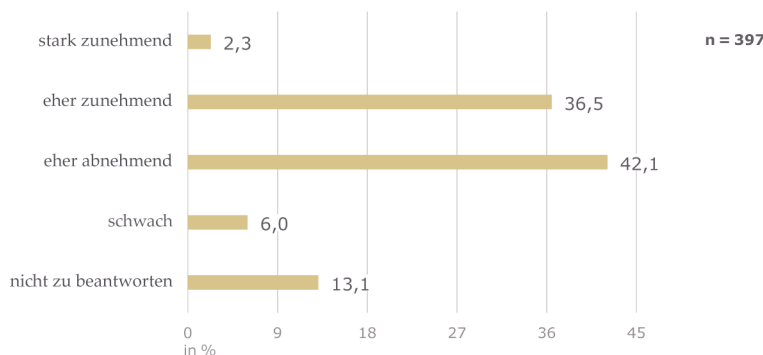


Abbildung 8: Genetische Vielfalt in Waldökosystemen

(Quelle: MICKLER ET AL. 2008, S. 85)

4.2 Skepsis an der Eignung der Gentechnik für den Waldbau

Durch gentechnische Modifikation des Erbgutes lassen sich potenzielle Eigenschaften von Pflanzen gezielt manipulieren und optimieren. Wie in anderen Wirtschaftssektoren wie z.B. der Landwirtschaft, herrscht auch im Waldbau breite Skepsis in Bezug auf den Einsatz von Gentechnik. Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen wird von über 60% der Antwortenden als deutlich ungeeignet angesehen. Einschließlich der Angabe „eher ungeeignet“ sind es gar weit über 80%, die diese Strategie ablehnen. Knapp 60% sind der Ansicht, dass 2050 gentechnisch verändertes Pflanzenmaterial (eher) nicht verstärkt zum Einsatz kommt (nicht: 17%). Nur 5% halten den Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzenmaterials für sicher, gut 30% rechnen aber tendenziell damit.

4.3 Die Baumartenzusammensetzung wird sich deutlich verändern

Die heutige Baumartenzusammensetzung ergibt sich aus den Angaben der Bundeswaldinventur II. Insgesamt dominiert die Fichte (29%), gefolgt von der Kiefer (23%). Damit stellen die beiden Nadelbäume mehr als die Hälfte der Bäume im deutschen Wald. Die Douglasie, deren natürliches Verbreitungsgebiet der Westen Nordamerikas ist, ist bislang in Deutschland mit 2% kaum zu finden. Buche und Eiche, die beiden stärksten Vertreter der Laubbäume, nehmen gemeinsam ein Viertel der Baumarten ein. Zukünftig wird sich vor dem Hintergrund der Trends und Herausforderungen, denen die Forstwirtschaft gegenübersteht, die Waldstruktur in Deutschland langfristig verändern.

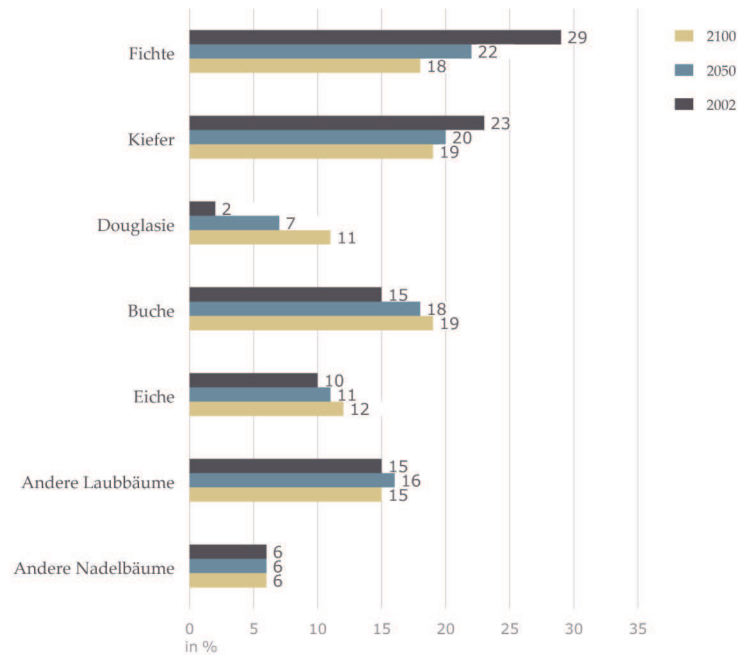


Abbildung 9: Entwicklung der Waldstruktur in Deutschland bis 2100 (in Prozent)
(Quelle: MICKLER ET AL. 2008, S. 61 ff.)

Ein wesentlicher Treiber wird der Klimawandel und die Anpassungsstrategien der Forstwirtschaft sein. Das Expertenbild spiegelt in hohem Maße die aktuellen Diskussionen wieder: Die Kühle und Feuchte liebende Fichte verliert deutliche Anteile, die Kieferanteile gehen geringer zurück, wohingegen die trockenresistentere Douglasie deutlich zulegt. Auch die moderaten Zuwächse bei Eiche und Buche lassen sich auf die künftigen Effekte der in die Wege geleiteten Waldbauprogramme zurückführen.

5. Literatur

- MICKLER, T.; BEHRENDT, S. ET AL. (2008): Delphi-Report: Die Zukunft der Waldnutzung in Deutschland. <http://www.waldzukuenfte.de/index.php?id=26>
- ZUKÜNFT UND VISIONEN WALD 2100 (HRSG.) (2009): Waldzukünfte: Herausforderungen für eine zukunftsfähige Waldpolitik in Deutschland. Policy Paper. <http://www.waldzukuenfte.de/index.php?id=26>

Konsequenzen des Klimawandels für den Naturschutz

Horst Korn

1. Einleitung

Die Anzeichen für spürbare Veränderungen in der belebten Natur als Folge eines vom Menschen verursachten Klimawandels haben sich in den letzten Jahrzehnten vermehrt – und das nicht nur in weit entfernten arktischen oder tropischen Regionen, sondern auch in Mitteleuropa (IPCC 2007, BFN 2008).

Von der Ausbreitung von Palmen in den Wäldern der Südschweiz und dem Vordringen mediterraner Arten, wie dem Bienenfresser oder der Feuerlibelle nach Mitteldeutschland (BFN 2004), bis zum Rückzug des Wärme scheuenden Wasserpiepers und des Kuckucks in höher gelegene und kühlere Regionen – die Liste der Symptome ist lang und die damit verbundenen Veränderungen ökologischer Zusammenhänge sind noch kaum absehbar (vgl. WALTHER ET AL. 2002).

Gleichzeitig wird immer deutlicher, dass die internationalen Bemühungen um den Klimaschutz selbst bei einem entschlossenen und gut abgestimmten Vorgehen aller Beteiligten den Schaden nur noch auf ein tolerierbares Maß begrenzen, aber nicht mehr völlig verhindern können. Dazu sind die bereits eingetretenen Veränderungen in der Zusammensetzung der Erdatmosphäre zu groß und die Reaktionen des Klimasystems zu langsam (EEA 2004).

Der Naturschutz muss sich daher mit den neuen Anforderungen bei der Erhaltung der biologischen Vielfalt in einer Zeit rapider Veränderungen auseinandersetzen und geeignete Strategien für den Umgang mit den auftretenden Risiken und Unwägbarkeiten entwickeln. Dabei sind auch die gesellschaftlichen Ansprüche an den Naturschutz und seine möglichen Beiträge zum Klimaschutz und zum Schutz des Menschen vor den Auswirkungen von Extremereignissen und Naturkatastrophen zu beachten. Die Diskussion zu diesem Thema steht in Deutschland, wie in vielen anderen Ländern, noch am Anfang und muss in Zukunft verstärkt geführt werden.

2. Entwicklung des Klimas in Europa

Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass sich das Klima der Erde derzeit erwärmt. Die durchschnittliche bodennahe Lufttemperatur ist im letzten Jahrhundert weltweit um ca. 0,7 °C und in Europa sogar um 0,95 °C angestiegen (EEA 2004). Dadurch ergibt sich im rechnerischen Mittel eine Verschiebung der Temperaturzonen um mehr als 100 km nach Norden (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004). Im Zusammenhang damit waren auch Veränderungen weiterer Klimaparameter zu verzeichnen. Anders als die Temperaturtrends weisen die Niederschlags-trends innerhalb Europas deutliche regionale Unterschiede auf. Die jährlichen Niederschlagsmengen sind in Nordeuropa von 1900 bis zum Jahr 2000 um 10–40 % gestiegen, während sie in Südeuropa um bis zu 20 % abgenommen haben (EEA 2004).

In Deutschland war im vergangenen Jahrhundert vor allem im Westen eine signifikante Zunahme der Regenfälle um 10–20 % zu beobachten, die auf erhöhten Niederschlagswerten im Winter und Frühling beruht, während die Sommerniederschläge leicht zurückgingen. Die vermehrten Niederschläge im Winterhalbjahr gingen tendenziell mit häufigeren Starkregen-

ereignissen einher. Für den Osten Deutschlands war im Jahresmittel kein eindeutiger Trend festzustellen, während der Rückgang der Regenfälle im Sommer hier noch stärker ausgeprägt war (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, SCHÖNWIESE 2003).

Die Klimaerwärmung wird allgemein auf den anthropogen verursachten Anstieg der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre seit Beginn des Industriezeitalters zurückgeführt. Gängige Szenarien gehen für Europa bis zum Jahr 2100 von einer weiteren Erwärmung um 2,0–6,3°C aus. Es wird vermutet, dass sowohl Hitzewellen und Dürren als auch Starkregenereignisse häufiger auftreten werden. Die relative breite Spanne der Prognosewerte ergibt sich einerseits durch die verschiedenen Möglichkeiten der politischen, demographischen und wirtschaftlichen Entwicklung, andererseits durch noch bestehende Unsicherheiten in den Klimamodellen (EEA 2004, IPCC 2007).

Wegen der langen Verweildauer der Treibhausgase in der Atmosphäre kann selbst im Fall einer drastischen Reduzierung der Emissionen ein weiterer Temperaturanstieg in den nächsten Jahrzehnten nicht verhindert werden. Obwohl international abgestimmte Anstrengungen zur Verlangsamung des Klimawandels weiterhin oberste Priorität haben sollten, sind Maßnahmen zur Anpassung an die nicht mehr zu verhindernden Auswirkungen des Klimawandels erforderlich.

3. Welche Folgen hat der Klimawandel für Natur und Naturschutz?

Die belebte Natur spielt in vielen klimarelevanten Prozessen eine wichtige Rolle (z.B. Bindung und Freisetzung von CO₂ und anderen Treibhausgasen, Wasserkreislauf, Absorption der Sonneneinstrahlung). Veränderungen der Biosphäre haben daher immer auch Folgen für das Klimasystem. Gleichzeitig hat der Klimawandel sowohl direkte als auch indirekte Auswirkungen auf die Natur, die bei Bemühungen zum Schutz der biologischen Vielfalt beachtet werden müssen (IPCC 2007).

3.1 Direkte Auswirkungen

Die geographische Verbreitung der Tier- und Pflanzenarten auf der Erde wird ganz wesentlich vom Klima bestimmt. Veränderungen in den Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen sowie in der Häufigkeit von Extremereignissen haben einen direkten Einfluss auf Jahresrhythmus, Verhalten, Fortpflanzung, Konkurrenzfähigkeit und Nahrungsbeziehungen von Arten. Hierdurch kann es zu starken Verschiebungen in deren Verbreitungsgebieten sowie in der Artenzusammensetzung und Struktur ganzer Ökosysteme kommen.

Bereits jetzt sind entsprechende Entwicklungen durch zahlreiche Beobachtungen aus allen Weltregionen und aus verschiedensten Lebensraumtypen vom Meer bis ins Hochgebirge belegt, obwohl die bisher nachgewiesenen Klimaveränderungen noch deutlich geringer sind, als jene, welche für die nächsten Jahrzehnte erwartet werden (BFN 2004, EEA 2004, IPCC 2001, IPCC 2007, NNA 2000, WALTHER ET AL. 2002).

Den Prognosen zufolge werden sich für viele der in Deutschland vorkommenden Arten die klimatisch geeigneten Lebensräume nach Norden und Osten, in höhere Lagen der Gebirge oder entlang von Feuchtegradienten verschieben.

Arten können durch den Klimawandel in ihrer Existenz bedroht sein, wenn ihr potenzielles Verbreitungsgebiet schrumpft oder ganz verloren geht, beziehungsweise wenn die Art neue

Lebensräume wegen einer geringen Ausbreitungsfähigkeit, natürlicher oder anthropogener Barrieren oder aufgrund veränderter Konkurrenz- und Nahrungsbeziehungen nicht besiedeln kann (THOMAS ET AL. 2004).

Auf Grundlage der vorliegenden Modellrechnungen und angesichts des hohen Fragmentierungsgrades der Landschaft sowie des hohen Anteils bereits gefährdeter Arten kann ein durch den Klimawandel verursachter Verlust von 5–30 % aller Pflanzen- und Tierarten in den nächsten Jahrzehnten für das Gebiet der Bundesrepublik als wahrscheinlich angesehen werden. Bei Arten, die in ihrem Bestand zurückgehen, ist darüber hinaus mit einem Verlust genetischer Vielfalt zu rechnen. Gleichzeitig erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich bislang gebietsfremde Arten durch natürliche Einwanderung oder menschliches Zutun ausbreiten (LEUSCHNER & SCHIPKA 2004, BfN 2004).

Aussagen darüber, welche der heimischen Arten und Lebensgemeinschaften durch den Klimawandel am stärksten gefährdet sind, sind bislang schwierig, da die zugrunde liegenden Zusammenhänge komplex sind und erst seit kurzem erforscht werden (THOMAS ET AL. 2004).

3.2 Indirekte Auswirkungen

Indirekte Auswirkungen auf die biologische Vielfalt ergeben sich durch die Reaktionen des Menschen auf den Klimawandel, sei es durch Anpassung der Landnutzungsformen, Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Extremereignissen oder Maßnahmen zur Verringerung der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen. Die Veränderungen können tief greifend sein und große Flächen betreffen. Je nachdem, wie sie gestaltet werden, können sie positive und/oder negative Folgen für den Naturschutz haben (KORN ET AL. 2003).

Ein Beispiel ist die land- und forstwirtschaftliche Praxis, die sich unter dem Einfluss des Klimawandels erheblich verändern wird. In der Landwirtschaft erwartet die Europäische Umweltagentur für einige Regionen (insbesondere Teile Südeuropas) Ertragsverluste durch Wassermangel, in weiten Teilen Europas dagegen mittelfristige Ertragssteigerungen bei gleichzeitig erhöhten Ernteverlusten durch Extremereignisse wie Hochwasser, Dürreperioden, Sturm und Hagelschlag sowie vermehrtes Auftreten von Schädlingen und Krankheiten. Eine Ausweitung der Landwirtschaft (insbesondere Ackerbau) nach Norden wird als wahrscheinlich eingeschätzt (EEA 2004). Darüber hinaus ist mit Änderungen in der Bewirtschaftungspraxis und der Wahl der Feldfrüchte zu rechnen.

Für die Forstwirtschaft werden insbesondere in Nordeuropa positive Effekte durch den Temperaturanstieg und die Verlängerung der Vegetationsperiode erwartet, während in Südeuropa die Bestände einzelner Baumarten durch die zunehmende Trockenheit bedroht sein könnten (PIK 2004). In vielen Bundesländern Deutschlands werden bereits Anpassungen an mögliche Folgen des Klimawandels, wie größere Schwankungen der Witterungsbedingungen, erhöhte Sommertrockenheit und Waldbrandgefahr oder häufigeres Auftreten von Stürmen und Schädlingskalamitäten, im Sinne eines Waldumbaus hin zu anderen Baumarten und Waldstrukturen diskutiert. Viele Überlegungen sprechen dafür, die Umstellung auf einen naturnahen Waldbau auch aus Gründen der Anpassung an den Klimawandel verstärkt zu betreiben (vgl. z.B. BRECKLE 2005, HANKE 2005).

Als Folge der Entwicklungen in Land- und Forstwirtschaft wird es insgesamt zu einer Veränderung des Natur- und Wasserhaushaltes sowie des Landschaftsbildes kommen. Diese potenziellen Auswirkungen sind allerdings derzeit in ihrer Gesamtdimension kaum abzuschätzen.

Ein weiterer Sektor, in dem große Veränderungen zu erwarten sind, ist der Tourismus. Schon sehr deutlich sind derzeit die Umwälzungen im Wintersport (BLAB 2004). Die durchschnittli-

che Höhenlage von Skigebieten mit einer bestimmten Schneesicherheit hat sich bereits um 100 Meter nach oben verschoben. Nach einer Studie von UNEP (2003) wird die Grenze, ab der ein wirtschaftlicher Betrieb von Wintersportanlagen möglich ist, in den nächsten 30 bis 50 Jahren in den nördlichen Alpen von heute etwa 1200 m auf 1500 bis 1800 m ansteigen. Wenn gleich die Alpenkonvention eine Neuerschließung von Hochlagen ausschließt, gibt es in mehreren Alpenanrainerstaaten und in Deutschland Erschließungsabsichten. Beschränkungen des Einsatzes von Beschneiungsanlagen wurden vielerorts bereits gelockert.

Im Sommertourismus wird für Europa, aufgrund häufigerer Hitzewellen im Mittelmeerraum, ebenfalls mit regionalen Einbußen und einer Verlagerung von Reisezielen gerechnet.

Weitere Anpassungen an die jahreszeitlichen Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sind im Energie- und Verkehrssektor (z. B. Wasserkraftnutzung, Passierbarkeit von Schifffahrtswegen) zu erwarten.

Im Zusammenhang mit dem bereits eingetretenen und noch erwarteten Anstieg des Meeresspiegels und den erhöhten Anforderungen im Hochwasserschutz werden in näherer Zukunft umfangreiche Maßnahmen zur Hochwasservorsorge eingeleitet werden, die, je nach Ausgestaltung (z. B. Erhöhung von Deichen oder Wiederherstellung von Retentionsräumen in Flussauen), starke Auswirkungen auf Natur und Landschaft haben können.

Auch im Bereich des Klimaschutzes gibt es zahlreiche Handlungsoptionen, die mit Folgen für den Naturschutz verbunden sind. Um ihren Verpflichtungen aus der Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll nachzukommen, hat die Bundesregierung in ihren Nationalen Klimaschutzprogrammen Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in Deutschland festgelegt. Hier werden für verschiedene Sektoren (private Haushalte, Industrie und Energiewirtschaft, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft sowie Abfallwirtschaft) Handlungsbedarf sowie klare Zielvorgaben definiert. Dabei ist der Ausbau der erneuerbaren Energien ein wesentlicher Baustein. Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen (u. a. Windenergie, Biomasse, Wasserkraft, Sonnenenergie, Wellen-, Gezeiten- und Strömungsenergie) ist mit Eingriffen in den Naturhaushalt verbunden, deren Auswirkungen zum Teil bereits erforscht, zum Teil aber auch noch wenig bekannt sind.

Besonders auf internationaler Ebene wird die Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Ökosystemen als Maßnahme zur Verlangsamung des Klimawandels diskutiert. Die Aufmerksamkeit gilt dabei vor allem Aufforstungsprojekten, da diese zur Erfüllung von Verpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll angerechnet werden können. Hier werden in den nächsten Jahren deshalb voraussichtlich erhebliche Mittel investiert werden. Unter günstigen Bedingungen können solche Projekte aus Naturschutzsicht durchaus vorteilhaft sein (z. B. wenn eine Wiederaufforstung mit heimischen Arten für den Biotopverbund genutzt werden kann oder die fortschreitende Degradation von Böden durch Erosion verhindert wird), andererseits können sie sich auch stark negativ auswirken (z. B. Anpflanzung von Plantagen mit schnellwüchsigen exotischen Baumarten in ursprünglichen Steppen- und Savannengebieten). Weitere Optionen werden in der Veränderung von Bewirtschaftungstechniken in Land- und Forstwirtschaft gesehen (KORN ET AL. 2003). Ansätze zur Nutzung mariner Ökosysteme für die Festlegung von Treibhausgasen, etwa durch die Düngung des Phytoplanktons, werden aufgrund des geringen Kenntnisstandes über Potenzial und Auswirkungen derzeit nicht als empfehlenswert betrachtet (BASU 2007, WBGU 2000, IPCC 2000, IPCC 2001).

3.3 Handlungsbedarf

Um die Aussichten für das Überleben von Arten unter sich verändernden klimatischen Bedingungen zu verbessern, sind in erster Linie die Erhaltung ausreichend großer Populationen und ihrer genetischen Vielfalt sowie die Schaffung von Wanderungsmöglichkeiten durch die Vernetzung von Habitaten erforderlich. Nur durch die Verbindung der Lebensräume können Arten, die von der Verschiebung von Klimazonen betroffen sind, neue und für sie geeignete Lebensräume finden und ihr Areal, gemäß ihren Ansprüchen an die Umweltbedingungen, verlagern. Solche Biotopverbundsysteme können aber auch Wiederbesiedlungsprozesse bei starken klimatischen Schwankungen unterstützen und damit die langfristigen Überlebenschancen anspruchsvoller Arten, Lebensgemeinschaften und Ökosysteme verbessern. Neben der Sicherung und Entwicklung naturschutzfachlich wertvoller Flächen, die als Verbundachsen und Trittsteinbiotope fungieren können, muss auch eine Verringerung der Barrierewirkung von Verkehrswegen, Fließgewässerverbauungen und intensiv land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen (z.B. durch Erhöhung der Nischen- und Strukturvielfalt) erreicht werden.

Da Prognosen über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf der Ebene einzelner Arten und im Hinblick auf die Struktur und Funktion von Lebensgemeinschaften in Deutschland bisher fehlen, ist die Verbesserung der Informationsgrundlage von großer Bedeutung, um gezielt auf Veränderungen in Gefährdungssituation und Managementanforderungen reagieren zu können.

Bei der Ausgestaltung von Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, zur Nutzung regenerativer Energiequellen, zur Verringerung von Treibhausgasemissionen in anderen Sektoren und zur Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Ökosystemen müssen die Belange des Naturschutzes berücksichtigt und Möglichkeiten für ein positives Zusammenwirken genutzt werden. Dieses Ziel sollte auch auf internationaler Ebene weiter verfolgt werden, insbesondere im Rahmen der Zusammenarbeit zwischen den drei Rio-Konventionen (der Biodiversitätskonvention (CBD), der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und der Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD) (CHOUDHURY ET AL. 2004, IPCC 2002, KORN ET AL. 2001, SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY 2003).

Bei allen Aktivitäten ist es jedoch sehr wichtig zu beachten, dass vordergründige Maßnahmen gegen den Klimawandel nicht zwangsläufig positive Effekte sowohl im Bereich Klimawandel als auch für die biologische Vielfalt haben, wie das Thema „Biofuels“ (Biokraftstoffe) deutlich zeigt. Zahlreiche Palmölplantagen und Zuckerrohrfelder für die Produktion von Biokraftstoffen (z.B. Biodiesel und Bioethanol) entstanden und entstehen dort, wo zunächst Urwälder abgeholzt oder Moore entwässert werden mussten. Es wurde nicht nur biologische Vielfalt direkt zerstört, sondern es wurde auch noch CO₂ in großen Mengen freigesetzt! Die vordergründige Einsparung von CO₂ in Europa führt so zu weitaus größeren CO₂ Emissionen andernorts.

In Europa selbst wird es wieder lukrativ, landwirtschaftliche Flächen zur Erzeugung von Energiepflanzen zu bewirtschaften, die bislang zur Nahrungsmittelerzeugung unrentabel waren (und sich zu wertvollen Lebensräumen für die Tier- und Pflanzenwelt entwickeln konnten). Ein ähnliches Beispiel findet sich in den heimischen Wäldern und Forsten – der Markt für Brennholz ist in jüngster Zeit deutlich gewachsen und es lohnt sich, auch krummes und schwaches Holz zu ernten, das früher im Wald verblieb und dort als „Totholz“ einen wichtigen Lebensraum für zahlreiche Pilze und Tiere bot. Als letztes Beispiel sei die bereits erwähnte Aufforstung und Schaffung neuer Wälder genannt. Werden statt heimischer Arten, schnell wachsende exotische Baumarten angebaut, so sind zwar CO₂ Einsparungen gegeben – die Auswirkungen auf die natürlicherweise vorkommende biologische Vielfalt sind jedoch negativ.

4. Literatur

- BASU, SOURISH (2007): „Oceangoing Iron: A venture to profit from a CO₂-eating algae bloom riles scientists“. *Scientific American* (Scientific American, Inc.) 297 pp. 23–24.
- BfN (2004): Klimawandel und Biologische Vielfalt. In: BfN: Daten zur Natur 2004. 378–389.
- BfN (2008) (HRSG.): Klimawandel und Biodiversität: Monitoring und Indikatoren. Daten zur Natur 2008. 304–314.
- BLAB, J. (2004): Schnee in Deutschland bald Schnee von Gestern? *Nationalpark* 4/2004. 8–11.
- BRECKLE, S.-W. (2005): Möglicher Einfluss des Klimawandels auf die Waldvegetation Nordwestdeutschlands? In: *LÖBF-MITTEILUNGEN* 2/2005: 19–24.
- CHOUDHURY, K. ETAL. (2004): Integration of Biodiversity Concerns in Climate Change Mitigation Activities – A Toolkit. – Berlin (Umweltbundesamt).
- EEA – EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2004): Impacts of Europe's changing climate. An indicator-based assessment. EEA REPORT 2004 (2), 100 p.
- HANKE, G. (2005): Klimawandel. Herausforderung aus waldökologischer und waldbaulicher Sicht. In: *LÖBF-MITTEILUNGEN* 2/2005: 25–28.
- IPCC (2000): Land Use, Land Use Change and Forestry. Special Report. Geneva.
- IPCC (2001): Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Three volumes and Synthesis Report. 4 Bände, zusammen ca. 4000 Seiten.
- IPCC (2002): Climate Change and Biodiversity. IPCC Technical Paper V. Geneva. 45 Seiten + Anhänge.
- IPCC (2007): Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- KORN, H.; NTAYOMBYA, P.; BERGHÄLL, O.; COTTER, J.; LAMB, R.; RUARK, G.; THOMPSON, I. (2003): Climate Change Mitigation and Adaptation Options: Links to, and Impacts on, Biodiversity. CBD Technical Series No. 10: 48–87.
- KORN, H.; STADLER, J.; GEORGI, B.; MAHRENHOLZ, P. (2001): Climate Protection and Conservation of Biodiversity – How to solve possible conflicts and find win-win-solutions. Report of the European Expert Workshop 9.–11. Dez. 2001. Insel Vilm.
- LEUSCHNER, C., SCHIPKA, F. (2004): Vorstudie Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. BfN-Skripten 105. 33 Seiten.
- NNA – NORDDEUTSCHE NATURSCHUTZAKADEMIE (HRSG.) (2000): Klimaveränderungen und Naturschutz. – NNA-Berichte 13 (2), 121 S., <http://opac/cgi-bin/aDISCGI/w3/lib/adis.htm?ADISDB=AK&ADISOI=00065106>
- PIK (2004): ATEAM Final report 2004. Section 5 and 6 and Annex 1 to 6.
- SCHÖNWIESE, C.-D. (RED.) (2003): Klimastatement der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft, der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie und der Schweizerischen Gesellschaft für Meteorologie.
- SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (SCBD) (2003): Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on

Climate Change and its Kyoto Protocol. Montreal, SCBD, 154 p. (CBD Technical Series no. 10).

THOMAS, C. D., CAMERON, A., GREEN, R. E., BAKKENES, M., BEAUMONT, L. J., COLLINGHAM, Y. C., ERASMUS, B. F. N., DE SIQUEIRA, M. F., GRAINGER, A., HANNAH, L., HUGHES, L., HUNTLEY, B., VAN JAARSVELD, A. S., MIDGLEY, G. F., MILES, L., ORTEGA-HUERTA, M. A., PETERSON, A. T., PHILLIPS, O. L. WILLIAMS, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature* 427, 145–148.

UNEP (2003): Many Ski Resorts Heading Downhill as a Result of Global Warming. <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=363&ArticleID=4313&l=en>.

WALTHER, G.-R. POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESAN, C.; BEEBEE, T.J.C.; FROMENTIN, J.-M; HOEGH-GULDBERG, O.; BAIRLEIN, F. (2002): Ecological responses to recent climate change. – *Nature* 416: 389–395.

WBGU (2000): Welt im Wandel: Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre. – Berlin, Heidelberg.

Indirekte und direkte Auswirkungen des Klimawandels auf die Landschaft

Gerhard Overbeck

1. Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels werden vielfach auch zu Veränderungen unserer (Kultur-)Landschaften führen. Dies betrifft einzelne Landschaftselemente, Nutzungsmöglichkeiten oder Schutzgüter, die – regional in unterschiedlicher Stärke – direkt oder indirekt vom Wandel der klimatischen Verhältnisse betroffen sind. Daneben kommt auch den Bemühungen des Klimaschutzes eine hohe landschaftliche Relevanz zu – v.a. durch die erheblich steigende Inanspruchnahme von Flächen für die Energieerzeugung, mit der Folge vermehrter Nutzungskonkurrenzen sowie von weiteren Auswirkungen auf Raum und Umwelt (z.B. Windkraft: Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Fauna, Biomasse: Landschaftsbild, Flora und Fauna, Landschaftswasserhaushalt). Die räumliche Steuerung erneuerbarer Energien (z.B. SCHULZE & KÖPPEL 2007) sowie der Umgang mit den Auswirkungen des anthropogenen Klimawandels werden entsprechend als wichtige Aufgabe auch von Naturschutz und Landschaftspflege (z.B. HEILAND ET AL. 2007, JESSEL 2009) und der Raumplanung (z.B. OVERBECK ET AL. 2008, ARL 2009) betrachtet.

Die beiden Aufgabenfelder Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel hängen eng miteinander zusammen. Das Ausmaß, in dem Anpassung betrieben werden muss, hängt entscheidend davon ab, inwieweit es – im globalen Maßstab – gelingt, den Klimawandel zu begrenzen. Dem entspricht, dass beide Bereiche in der öffentlichen Diskussion wie in der Planung häufig gemeinsam betrachtet werden (z.B. in der Regionalplanung; OVERBECK ET AL. 2009). In der Tat zeigt sich bei der Betrachtung von Anpassungserfordernissen und -strategien, dass die beiden Bereiche Klimaschutz und Anpassung vielfältige Wechselwirkungen besitzen, wie auch die einzelnen sektoralen Handlungsfelder in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel. Aus „landschaftlicher“ Sicht ist daher – trotz der unterschiedlichen Ziele, Maßnahmen und Steuerungsansätzen in beiden Bereichen – eine integrierte Betrachtung sinnvoll.

Ziel dieses Beitrags ist es, nach einem knappen einleitenden Blick auf die Auswirkungen des Klimawandels selbst und auf generelle Ansätze der Anpassung, die Wechselwirkungen zwischen einzelnen Handlungsbereichen und Problemfeldern bzw. deren Landschaftsrelevanz exemplarisch aufzuzeigen und darzulegen, warum eine übersektorale Sichtweise bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien notwendig erscheint. Der Bereich des Klimaschutzes bzw. der erneuerbaren Energien wird dabei trotz der angesprochenen Zusammenhänge nicht explizit behandelt. DOYLE und PETERS (beide in diesem Band) gehen detailliert auf (raumrelevante) Probleme in diesem Zusammenhang und auf entsprechende Steuerungsmöglichkeiten ein. Abschließend werden die Auswirkungen, die sich durch den Klimawandel und durch Anpassungsmaßnahmen auf die Landschaft ergeben, im Verhältnis zu anderen Veränderungsprozessen betrachtet.

2. Klimawandel in Deutschland – ein Überblick

Grundsätzlich gilt, dass das Ausmaß der anthropogenen Klimaveränderungen nicht genau vorhergesagt werden kann. Dies liegt allein schon darin begründet, dass die zukünftige sozio-ökonomische Entwicklung und damit die zukünftigen Treibhausgasemissionen nicht genau bekannt sind (neben weiteren Unsicherheitsfaktoren, z. B. bei der Entwicklung regionalisierter Klimamodelle; vgl. WALKENHORST & STOCK 2009). In der Klimafolgenforschung hat sich daher die Arbeit mit einem Set unterschiedlicher Emissionsszenarien eingebürgert, das die Bandbreite der möglichen Emissionspfade darstellt¹.

Für Deutschland werden – je nach Szenario der Treibhausgasentwicklung – bis 2100 (gegenüber der Vergleichsperiode 1961–1990) ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur um bis zu 4 °C sowie Verschiebungen im Niederschlagsregime erwartet. Regional und saisonal können die Temperaturen auch um mehr als 4 °C steigen (beispielsweise im Süden und Südosten Deutschlands im Winterhalbjahr). Bei insgesamt in etwa gleich bleibenden Jahresniederschlägen wird gegenwärtig davon ausgegangen, dass die Niederschläge in Deutschland im Sommer abnehmen (um bis zu 40 %), im Winterhalbjahr jedoch zunehmen, letzteres v. a. im Süden und Südosten Deutschlands (vgl. JACOB ET AL. 2008; JACOB 2009). Gleichzeitig sind mehr Extremwetterereignisse, wie Starkregen, Stürme und Hitzewellen, zu erwarten. In anderen Teilen Europas – beispielsweise im Mittelmeerraum – wird es voraussichtlich zu weit gravierenderen Auswirkungen kommen, z. B. in Bezug auf den Wasserhaushalt in Südeuropa (vgl. z. B. die kartographische Darstellungen in BMBVS & BBR 2007). Generell gilt dabei, dass die Unsicherheit bei der Projektion der Niederschlagsentwicklung höher ist, als bei derjenigen der Temperaturentwicklung.

Entsprechend können auch die aus der Veränderung einzelner meteorologischer Parameter folgenden Auswirkungen des Klimawandels in ihrem Ausmaß nicht genau bestimmt werden. Dennoch lassen die vorliegenden Ergebnisse in der Regel klare Trends der zukünftigen Entwicklung erkennen und weisen auf z. T. erhebliche Veränderungen hin (vgl. z. B. ZEBISCH ET AL. 2005).

3. Anpassung an den Klimawandel

Die zu erwartenden Klimaveränderungen werden – direkt oder indirekt – Auswirkungen auf eine Vielzahl von Handlungsfeldern haben. Eine Reihe dieser Handlungsfelder ist unmittelbar landschaftsrelevant. KORN (in diesem Band) stellt die Folgen des Klimawandels für die Biodiversität und den Natur- und Artenschutz dar. Gerade für den Naturschutz zeigt sich, dass der Klimawandel nicht nur bio-physikalischen Änderungen und Folgen für die Schutzgüter mit sich bringt, sondern auch die Anpassung von Zielen und Strategien notwendig wird (z. B. HEILAND ET AL. 2008), da sich Rahmenbedingungen für Landschaftsfunktionen, -potenziale und -nutzungen ändern. Anpassungsbedarf ergibt sich auch in Bezug auf einen sich ändernden Wasserhaushalt. Reagiert werden muss einerseits auf die in vielen Flussgebieten erwartete Zunahme von Überflutungen und Flusshochwassern sowie auf zunehmende Risiken im Küstenschutz. Andererseits können in einzelnen Regionen aber auch periodische Trockenpe-

1 Üblich sind die sog. SRES-Szenarien, die als Basis für die Klimaprojektionen im „Special Report on Emissions Scenarios“ des IPCC verwendet wurden (NAKICENOVIC ET AL. 2000) und als Berechnungsgrundlage für die Klimamodelle dienen (s. im Detail WALKENHORST & STOCK 2009).

rioden (sinkende Grundwasserstände) für einzelne Raumnutzungen Probleme bereiten. Änderungen sind auch zu erwarten in Bezug auf die Gewässerökologie, die Möglichkeiten für land- und forstwirtschaftliche Nutzung (aufgrund von Veränderungen der klimatischen Standortbedingungen), die landschaftliche (touristische) Attraktivität von Regionen und die sommerliche Hitzebelastung in Verdichtungsräumen (mit Folgen z. B. für die Gesundheit der Menschen) – um nur einige der wichtigsten raum- bzw. landschaftsrelevanten Handlungsfelder zu nennen. Eher indirekte Auswirkungen ergeben sich jedoch auch in vielen weiteren Sektoren, bis hin zum Versicherungssektor oder der Finanzwirtschaft (vgl. BUNDESREGIERUNG 2008).

Betroffen von den Folgen des Klimawandels sind somit sowohl natürliche (z. B. Ökosysteme, Artengemeinschaften, Grundwasserverhältnisse) als auch technische (z. B. gebaute Infrastrukturen wie Siedlungen, Kraftwerke) Systeme, daneben auch anthropogene Systeme, die auf natürlichen Grundlagen beruhen (z. B. Land- und Forstwirtschaft) oder zum Teil die Bevölkerung selbst (die von Extremereignissen oder steigender klimatischer Belastung betroffen ist). Indirekt ergeben sich auch Auswirkungen auf gesellschaftliche Systeme oder Zusammenhänge.

Die auf die jeweiligen Systeme einwirkenden Klimaänderungen können sowohl kurzfristige, plötzlich wirkende Extremereignisse darstellen (z. B. von Starkregenereignissen hervorgerufene Überflutungen), deren Häufigkeit und Stärke durch den Klimawandel in vielen Fällen zunimmt, oder aber langsame, „schleichende“ Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen für bestimmte Nutzungen (z. B. langfristige klimatische Veränderungen). Die Folgen beider Prozesse dürften überwiegend negativ sein – schon aus dem Grund, dass sowohl die natürlichen als auch anthropogenen Systeme überwiegend an die derzeitigen klimatischen Rahmenbedingungen angepasst sind. Besonders deutlich wird dies bei Landnutzungen, die direkt von klimatischen Bedingungen abhängen (z. B. bestimmte landwirtschaftliche Kulturen oder naturnahe Ökosysteme).

Anpassung hat grundsätzlich das Ziel, diese negativen Auswirkungen (Schäden) zu vermeiden oder zu verringern bzw. zielt sie auf die Erhöhung der Widerstandskraft oder Regenerationsfähigkeit des jeweiligen Systems ab (z. B. BIRKMANN & FLEISCHHAUER 2009). Anpassung kann dabei auf sehr unterschiedliche Weise erfolgen. In allen durch menschliche Nutzung beeinflussten Systemen können Anpassungsprozesse i. d. R. geplant, entweder vorbeugend (z. B. Schaffen von Retentionsraum; Sicherung von Flächen für bestimmte Arten, Veränderung des Spektrums von Anbaupflanzen) oder in Reaktion auf Schadensereignisse, erfolgen (vgl. SMIT ET AL. 1999). In natürlichen Systemen kommt jedoch auch der sog. „autonomen“ Anpassung, also der ungeplanten, spontan stattfindenden Anpassung eine große Bedeutung zu, so z. B. im Falle von Tier- oder Pflanzenarten, die entsprechend der klimatischen Veränderungen ihre räumliche Verbreitung ändern. Allerdings können derartige Anpassungsprozesse durch externe Faktoren erheblich eingeschränkt sein, z. B. wenn Ökosysteme bereits durch andere Umweltveränderungen belastet sind. Somit muss auch für autonome Anpassung ein entsprechender „Rahmen“ bestehen, indem beispielsweise entsprechend geeignete Flächen vorausschauend planerisch gesichert und vor zusätzlichen Belastungen geschützt werden.

Ein grundsätzliches Problem ergibt sich bei der Planung von Anpassungsmaßnahmen durch die Unsicherheiten bzgl. der zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels (WALKENHORST & STOCK 2009), einerseits aufgrund der Unsicherheiten der Klimamodelle, andererseits jedoch wegen der vielfältigen und häufig nicht genau absehbaren Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Systemen. Dies gilt auch in zeitlicher Dimension: In der Regel ist nicht bekannt, wann genau bestimmte Veränderungen eintreten oder gar Schwellenwerte überschritten werden. Vor diesem Hintergrund wird vielfach gefordert, dass Anpassungsstrategien das sog. „no-regret“-Kriterium berücksichtigen sollen, das heißt, dass sie derart ausgestaltet werden, dass sie für eine Bandbreite möglicher Entwicklungen sinnvoll sind.

Ein wichtiger Ansatzpunkt zum Umgang mit dem Klimawandel ist die Ermittlung der Anfälligkeit (Verwundbarkeit) der jeweils betroffenen Systeme (vgl. BIRKMANN 2008; STOCK ET AL. 2009). Diese ist zunächst unabhängig von der genauen Auswirkung bzw. Stärke des Klimawandels zu sehen und kann daher als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Anpassungsstrategien dienen, mit dem Ziel, das jeweilige System möglichst resilient (im Sinne von widerstandsfähig) gegenüber den möglichen Klimawandelfolgen zu gestalten (z. B. BIRKMANN 2008; BIRKMANN & FLEISCHHAUER 2009). Der Begriff der „Resilienz“ ist allerdings nicht eindeutig definiert und kann in unterschiedlichen Handlungsfeldern unterschiedliche Eigenschaften bedeuten. Ebenso stellt sich die Frage, welche Funktionen angesprochen werden – in der Regel sind dies Funktionen, die für die menschliche Gesellschaft von Bedeutung sind.

In Abbildung 1 wird schematisch dargestellt, dass Anpassungsprozesse sowohl am jeweils vom Klimawandel („Klimastimulus“) betroffenen System, an den dieses z. T. entscheidend prägenden Rahmenbedingungen (insbesondere anthropogene Einflüsse, z. B. Vorbelastungen) oder auch – falls möglich – an den Auswirkungen selbst (durch Anpassung der Raumnutzungen) ansetzen können. Beachtet werden sollte immer, dass vielfältige Wechselwirkungen mit anderen Systemen bestehen (s. auch Kap. 4).

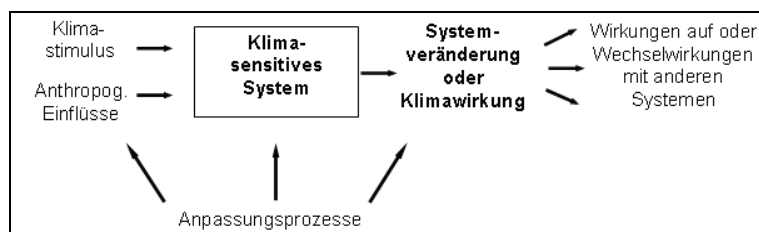


Abbildung 1: Wirksamkeitsschema des Klimawandels (verändert in Anlehnung an STOCK ET AL. 2009)

4. Indirekte Wirkungen des Klimawandels durch Anpassungsmaßnahmen – Wechselwirkungen zwischen Handlungsfeldern

Wie bereits angesprochen, besitzen einige Handlungsbereiche der Anpassung eine besondere Raumrelevanz bzw. Relevanz für das Erscheinungsbild und die Nutzungsmöglichkeiten unserer Kulturlandschaft. Im Folgenden werden beispielhaft einige landschaftsrelevanten Folgen des Klimawandels angesprochen; der Schwerpunkt liegt auf der Darstellung der Wechselwirkungen von Anpassungsmaßnahmen in einem Bereich mit anderen Handlungsfeldern. Aus Platzgründen können die jeweiligen Problembereiche nur knapp skizziert werden.

4.1 Sinkende Wasserverfügbarkeit im Sommerhalbjahr

Für den Nordosten Deutschlands werden starke Rückgänge der jährlichen Niederschlagssummen erwartet (z. B. für weite Teile Brandenburg um 50–100 mm, in einigen Landesteilen auch um 200 mm bis Ende des 21. Jhds.; vgl. GERSTENGARBE ET AL. 2003), bei bereit heute für Deutschland vergleichsweise niedrigen Niederschlagswerten (deutlich unter 600 mm/Jahr, z. T. unter 500 mm/Jahr). Der Rückgang fällt dabei im Sommer (also in der Vegetationsperiode) stärker aus als im Winterhalbjahr. Folgen ergeben sich für sämtliche Systeme, die stark von den natürlichen (Grund-)Wasserverhältnissen abhängig sind, also die flächenhaften

Landnutzungen Land- und Forstwirtschaft sowie den Naturschutz; daneben aber auch für die Verfügbarkeit von Trinkwasser². Gleichzeitig bestehen hier bereits – unabhängig vom Klimawandel – erhebliche weitere anthropogene Einflüsse: Die Brandenburg-Studie des PIK (vgl. GERSTENGARBE ET AL. 2003) zeigt, dass die Grundwasserstände in weiten Teilen des Landes bereits heute fallen, was z. T. auch der Landnutzung zugeschrieben wird.

Bei kaum einer Klimawandelfolge zeigt sich so deutlich, dass die unterschiedlichen Landnutzungen und die möglichen Anpassungsstrategien und -maßnahmen nicht isoliert voneinander betrachtet werden können, wie beim projizierten Rückgang der Niederschläge. Sinkende Niederschlagssummen und zurück gehende Grundwasserstände sind unmittelbar relevant für Land- und Forstwirtschaft einerseits, die natürliche Vegetation andererseits: Eine vermehrte Nutzung in einem Bereich (z.B. Ausbau der Bewässerung zur Sicherung der Anbaumöglichkeit bestimmter Kulturen) führt zu einem Rückgang der verfügbaren Wassermenge in anderen Bereichen. Häufigere Trockenperioden in den Sommermonaten können darüber hinaus zur verstärkten Austrocknung von Feuchtgebieten und Mooren führen, so dass sich deren Fähigkeit verringert, plötzlich auftretende Starkregenereignisse – die auch bei im Schnitt zurück gehenden Niederschlagsmengen möglich sind – abzupuffern. Klimawandel und Landnutzung sind hierbei parallel wirkende Prozesse, welche die Verfügbarkeit ein und derselben Ressource (Grundwasser) beeinflussen und somit nicht isoliert voneinander betrachtet werden können.

Langfristiges Ziel sollte es somit generell sein, Wasser sparende Bewirtschaftungsweisen sowie Möglichkeiten des Wasserrückhalts in der Fläche zu entwickeln – z.B. auch, um nach Möglichkeit Wasserüberschüsse im Winter (s. Kap. 4.2) möglichst lange zurückzuhalten (z.B. durch den Rückbau von Drainagegräben) und für Trockenzeiten später im Jahr verfügbar zu machen. Dies kann nur unter gemeinsamer Berücksichtigung der Ziele, Möglichkeiten und auch Schwierigkeiten in Land- und Forstwirtschaft und Naturschutz geschehen und erfordert letztlich die Entwicklung eines übersektoralen, vorsorgeorientierten und langfristigen Leitbildes für die zukünftige Nutzung des jeweiligen Raumes.

4.2 Steigende Hochwassergefahren

Insbesondere in Südwest- und Süddeutschland wird durch den Klimawandel eine Zunahme von Niederschlägen im Winterhalbjahr erwartet; daneben dürften lokal bis regional auftretende Starkregenereignisse zunehmen. Die Folge sind steigende Risiken von Flusshochwassern im Winterhalbjahr (v.a. in Süd- und Westdeutschland) sowie von kleinräumigen Überflutungen als Folge von Starkregenereignissen. Klimasensitive Systeme sind somit zu einen (in räumlicher Hinsicht) Flusseinzugsgebiete und Überflutungsbereiche der Gewässer selbst, vor allem jedoch alle Landnutzungen in Überschwemmungsbereichen oder von Hochwassern betroffenen Räumen, die gegenüber steigender Hochwassergefahr vulnerabel sind. Dies betrifft insbesondere Siedlungs- und Infrastrukturen (hoher Versiegelungsgrad und damit Verschärfung der Probleme bei gleichzeitig hohem Schadenspotenzial) und zeigt auch auf, dass die steigenden Schadenspotenziale v.a. auch eine Folge nicht angepasster Siedlungsflächenentwicklung in der Vergangenheit sind.

Die Hochwasserereignisse der letzten Jahre haben – zunächst unabhängig von der erwarteten Verschärfung der Problematik in einigen Flussgebieten durch den Klimawandel – gezeigt,

2 Parallel kann es in von Trockenheit betroffenen Gebieten auch zum Rückgang von Wasser für die Nutzung in Industrie oder zur Kühlung von Kraftwerken oder zu Einschränkungen der Flussschifffahrt kommen.

dass technische Maßnahmen (z. B. Deiche) vielfach nicht ausreichend Schutz vor Extremereignissen bieten können. Nicht-strukturelle Maßnahmen des Hochwasserschutzes, wie die Entwicklung von Flutpoldern, das Freihalten von Flächen von Bebauung, Bauvorsorge und Auflagen zur Landnutzung in Hochwasserentstehungsgebieten, nehmen vor dem Hintergrund steigender Hochwasserrisiken an Bedeutung zu und können sowohl das Ausmaß der Hochwasserereignisse selbst beeinflussen, als auch dazu beitragen, das Schadenspotenzial nicht weiter zu erhöhen (ausführlich vgl. SCHANZE in Druck). Gleichzeitig lassen sich durch die Reaktivierung von Flusssystemen und durch Änderungen der Landnutzung vielerorts auch Synergieeffekte mit dem Naturschutz erzielen. Allerdings sind die Spielräume zur Verstärkung der Retentionsleistung in vielen dicht besiedelten Gebieten aufgrund bestehender Siedlungsstrukturen relativ beschränkt; im Siedlungsbestand stoßen derartige Ansätze somit auf Grenzen. Zur Entwicklung der jeweils für das betreffende Flussgebiet geeigneten Kombination unterschiedlicher Maßnahmen der Hochwasservorsorge ist es somit notwendig, die unterschiedlichen Landnutzungen, ihre Vulnerabilität und ihre Anpassungsflexibilität übergreifend zu berücksichtigen.

4.3 Veränderungen in Tourismusregionen

Die touristische Attraktivität vieler Regionen bzw. die Eignung für die Erholungsnutzung hängt stark von der landschaftlichen Attraktivität ab. Dabei sind die klimatischen Bedingungen insbesondere für den Wintertourismus entscheidend. Wintersportgebiete in niedrigen Lagen werden vom Klimawandel besonders stark betroffen sein, bzw. sind dies aktuell schon. So zeigt SEIFERT (2004) für das Fichtelgebirge, dass sich die Schneesicherheit seit Anfang der 70er-Jahre deutlich verringert hat (zitiert in BEIERKUHNLEIN & FÖKEN 2008). Für den Schwarzwald wird eine starke Abnahme der Anzahl natürlicher Schneetage pro Jahr bereits bis 2025 angenommen: Mehr als 14 Schneetage pro Saison sind unter einer Höhenlage von 1200 – 1300 m „regelmäßig nicht mehr zu erwarten“ (WM BW 2005). Ähnliche Entwicklungen dürften auch für weitere Skigebiete in Deutschland, auch im Alpenraum, zu erwarten sein und stellen bisherige touristische Nutzungsmöglichkeiten zunehmend in Frage.

Gerade in tiefer liegenden Regionen, in denen der Wintertourismus heute ein wichtiger Wirtschaftssektor ist, wird daher ein Umbau der Infrastrukturen bzw. der touristischen Angebote unumgänglich sein. Vorübergehend mag ein Rückgang an Schneetagen durch künstliche Beschneidung noch ausgeglichen werden können, unter längerfristiger Betrachtung dürfte dies jedoch in vielen Wintersportgebieten auch ökonomisch keine sinnvolle („nachhaltige“) Anpassungsstrategie darstellen, von den negativen Umweltauswirkungen der Beschneidung ganz abgesehen (für einen Überblick vgl. z. B. LUTZ 2001). Vielmehr werden dadurch der Umbau der Tourismusinfrastrukturen und somit Investitionen in andere – schneelagenunabhängige – Tourismuspotenziale verhindert.

Für den Sommertourismus liegen beispielsweise Untersuchungen zum Badetourismus am Bodensee und Wandertourismus im Schwarzwald vor (WOLFF ET AL. 2005). Für beide Bereiche wird durch den Klimawandel grundsätzlich eine positive Entwicklung gesehen – dies betrifft beispielsweise die Zunahme der Badetage und Verlängerung der Badesaison am Bodensee sowie leichte Verbesserung der Witterungsbedingungen für den Wandertourismus im Schwarzwald (EBD.). Zwei Punkte sind in diesem Zusammenhang jedoch von Bedeutung: Zum einen wird das tatsächliche Nachfrageverhalten von Urlaubsgästen durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt (z. B. Attraktivität anderer Destinationen – auch in preislicher Hinsicht, (Mobilitäts-)Kosten, gesellschaftliche Trends), zum anderen kann eine starke Zunahme des Tourismus in einzelnen Regionen auch negative Auswirkungen auf Schutzgüter wie Natur und Landschaft oder Wasser mit sich bringen. Bei Anpassungsmaßnahmen (häufig

Infrastrukturentwicklung) im Tourismus müssen somit sowohl die Auswirkungen des Tourismus auf die Umweltschutzgüter betrachtet werden, als auch berücksichtigt werden, dass wohl kaum sicher davon ausgegangen werden kann, dass die Nachfrage durch den Klimawandel zunehmen wird. Dies relativiert die manchmal überraschend positive Deutung des Klimawandels für touristische Nutzungsmöglichkeiten.

4.4 Veränderungen der Areale von Tier- und Pflanzenarten

Durch den Klimawandel verändern sich die Lebens- bzw. Wachstumsbedingungen für Tiere und Pflanzen. Dies hat Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft sowie auf die natürlichen Lebensgemeinschaften. Das Vorkommen von Arten ist grundsätzlich an das Vorhandensein der jeweiligen „passenden“ Umweltfaktoren gebunden. Ändert sich das Klima, so ändern sich entsprechend die Verbreitungsgebiete von Tieren und Pflanzen. Gemäß Modellierungen von POMPE ET AL. (2009) könnte es – auch unter einem relativ „gemäßigten“ Klimaszenario – für etwa 60 % der untersuchten 550 Pflanzenarten in Deutschland aufgrund des Klimawandels zu einer Verkleinerung des Areals kommen. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass sich einzelne Arten ihre Areale zum Teil auch ausdehnen werden sowie Arten wärmerer Gebiete, die bislang in Deutschland nicht vorkommen, unter sich ändernden Klimabedingungen einwandern werden. Insgesamt wird sich die Artenzusammensetzung in vielen Regionen somit relativ stark ändern (s. auch POMPE ET AL. 2008). Auch Lebensräume und Artengruppen, die von den Veränderungen besonders betroffen sein dürften, können bereits identifiziert werden, so. z.B. Lebensgemeinschaften, die an kühle Klimabedingungen und an bestimmte Niederschlagsbedingungen gebunden sind, z.B. Moore (zugleich ein Lebensraumtyp, der auch unabhängig vom Klimawandel durch menschliche Nutzung stark verändert wurde) oder Arten höherer Lagen, die keine Möglichkeit zur Anpassung ihrer Areale besitzen.

Für den Naturschutz ergeben sich aus dieser Situation eine Reihe von Konsequenzen (z.B. HEILAND ET AL. 2008, JESSEL 2009, vgl. KORN in diesem Band). Standen bisher im Naturschutz v.a. Bemühungen im Vordergrund, bestimmte Arten oder Lebensgemeinschaften an ihren jeweiligen Standorten zu erhalten oder an ehemaligen Standorten wieder zu etablieren, so werden sich hier durch den Klimawandel Veränderungen ergeben müssen. Die bisher in langer Sicht mehr oder weniger konstanten Standortbedingungen werden sich ändern, was bisherige Naturschutzstrategien zwar nicht völlig in Frage stellt, aber neue Fragen aufwirft (z.B. Umgang mit neu einwandernden Tier- und Pflanzenarten; Verwendung autochthonen Pflanzenmaterials) und Weiterentwicklungsbedarf nach sich zieht. Der Forschungsbedarf erscheint hier allgemein noch als sehr groß; aufgrund der Unsicherheit bzw. des Unwissens über die künftige Entwicklung der Natur – eben z.B. zur Frage, welche Areale heute als bedroht oder schutzwürdig eingeschätzte Arten in 50 oder 100 Jahren einnehmen werden – auch in Bezug auf Leitbilder und Ziele des Naturschutzes (vgl. HEILAND ET AL. 2008).

Dennoch lässt sich – aus der landschafts- oder raumplanerischer Sicht – eine einfache Aussage treffen: Für die Zielarten des Naturschutzes und für zu sichernde Ökosystemfunktionen müssen auch weiterhin ausreichend geeignete Flächen zur Verfügung stehen. Prinzipiell besteht die Möglichkeit, dass die vom Klimawandel betroffenen Arten mit den klimatischen Bedingungen „mitwandern“. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass die jeweiligen Arten ausreichend mobil sind, dass es geeignete „Zielhabitate“ in hinreichender Entfernung gibt und dass keine Ausbreitungsbarrieren bestehen. Diese existieren jedoch in vielen Regionen, zum Beispiel im Falle von isoliert liegenden Schutzgebieten oder intensiv besiedelten, also stark durch Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen zerschnittenen Gebieten (vgl. z.B.

WALZ & SCHAUER 2009). Der verbesserten Vernetzung von Biotopen bzw. Schutzgebieten kommt somit vor dem Hintergrund des Klimawandels eine besondere Bedeutung zu.

Selbst wenn es in bestehenden Schutzgebieten zu Veränderungen kommt, die beispielsweise auch zu Verlusten einzelner derzeit vorkommender Arten oder bestimmter Ausprägungen von Lebensgemeinschaften führen – an die möglicherweise der Schutzzweck gebunden ist (z.B. in FFH-Gebieten; vgl. zur rechtlichen Problematik KÖCK 2007) – handelt es sich in der Regel dennoch aus naturschutzfachlicher Sicht um die „besten“ Flächen, die es in unserer Landschaft noch gibt, und damit um höchst schützenswerte Flächen. Den bereits bestehenden Schutzgebieten bzw. naturnahen Flächen dürfte daher auch in Zukunft eine zentrale Bedeutung für die Erhaltung der natürlichen Vielfalt zukommen, wobei, mit Blick auf die räumlichen Anpassungsbedarfe von Arten, der Beachtung von Vernetzungsgrad und -qualität eine noch bedeutendere Rolle zukommen dürfte.

4.5 Der Klimawandel – nur eine Triebkraft der Landschaftsentwicklung

Strategien der Klimaanpassung müssen in den einzelnen Handlungsfeldern bzw. Fachpolitiken zielgerichtet entwickelt werden. Dabei ist es von großer Bedeutung, Wechselwirkungen zwischen sektoralen Handlungsfeldern bzw. Anpassungsstrategien zu berücksichtigen – um so mehr, da vielfach durch den Klimawandel und die Anpassung bestehende Flächenkonkurrenzen verstärkt oder neue erzeugt werden. Hierzu zählt beispielsweise ein steigender Raumbedarf für vorsorgenden Hochwasserschutz, für den Biotopverbund, zur Sicherung von guten landwirtschaftlichen Nutzflächen oder ggf. auch zur Verlagerung sensibler Infrastrukturen aus von Naturgefahren bedrohten Gebieten. Gleichzeitig stellt sich die Herausforderung, komplexe Zusammenhänge mit dem Ziel langfristiger Vorsorge und trotz der Unsicherheiten bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels zu berücksichtigen. Insgesamt dürfte vor diesem Hintergrund v.a. die Bedeutung multifunktionaler Lösungen zunehmen, durch die Synergieeffekte zwischen unterschiedlichen Bereichen genutzt werden können. Der Abstimmung und Koordination unterschiedlicher Anpassungsstrategien kommt somit eine große Bedeutung zu, auch wenn davon ausgegangen werden muss, dass nicht immer alle Aspekte bzw. die Erfordernisse aller Landnutzungen miteinander in Einklang gebracht werden können.

Intensiv diskutiert wird derzeit, inwieweit das bestehende planerische Instrumentarium den Anforderungen, die sich durch den Klimawandel ergeben, gewachsen ist bzw. welcher Weiterentwicklungsbedarf besteht (z.B. BIRKMANN & FLEISCHHAUER 2009). Strategische Planungsansätze auf der regionalen Ebene, bei denen die unterschiedlichen regionalen Akteure eingebunden und hoheitliche Instrumente sowie kooperative Ansätze miteinander kombiniert werden, dürften für die Anpassung an den Klimawandel von großer Bedeutung sein (vgl. ARL 2009). Untersuchungen zu den Möglichkeiten hierzu werden z.B. im Rahmen des unter „klimazwei“ geförderten Vorhabens „Netzwerk zur KLimaAdaption in der Region Starkenburg (KLARA-Net)“ oder in den einzelnen Regionen der Fördermaßnahme „Klimazug“ des BMBF, in denen für konkrete Räume und unter Einbindung unterschiedlicher Akteursgruppen regionale Anpassungsstrategien an den Klimawandel entwickelt werden, durchgeführt.

Landschaften sind von jeher durch Veränderungsprozesse – vorwiegend anthropogen bestimmt – geprägt. Der derzeitige Klimawandel vollzieht sich in einer verglichen mit bisherigen Klimaveränderungen sehr hohen Geschwindigkeit. Dennoch dürften sich viele direkte Veränderungen der klimatischen Parameter mittelfristig (also z.B. bis 2030) noch vergleichsweise wenig direkt in der Landschaft niederschlagen; die projizierten Änderungen klimati-

scher Parameter sind für diesen Zeitraum noch relativ moderat (vgl. z.B. die Auswertung des DWD in BUNDESREGIERUNG 2008). Extremereignisse (z.B. Hochwasser) können aber natürlich bereits auftreten – und müssen auch gar nicht unbedingt mit dem Klimawandel in Zusammenhang stehen: Auch in der Vergangenheit bestand das Risiko des Auftretens von Extremereignissen mit geringer statistischer Wahrscheinlichkeit. Zu oft wurde dies – v.a. wenn das letzte große Schadensereignis lange zurück lag – bei der Siedlungsentwicklung trotz theoretisch vorhandenen Wissens nicht ausreichend berücksichtigt und führte damit letztlich zu einer Erhöhung der Schadenspotenziale durch unangepasste Flächennutzung und häufig ebenfalls zur Einschränkung der Möglichkeiten eines vorsorgenden Hochwasserschutzes.

Langfristig, also z.B. bis 2100, dürften viele Veränderungen durch den Klimawandel bedeutend schwerwiegender sein, so dass dann bestimmte Landnutzungen in anfälligen Gebieten – z.B. bestimmte Formen der landwirtschaftlichen Nutzung in von Trockenheit betroffenen Regionen – eingeschränkt werden könnten oder bestimmte Biotoptypen (z.B. Feuchtgebiete) starken Veränderungen unterliegen. Hier wird es nicht immer möglich sein, die bestehenden Nutzungsweisen zu erhalten – wobei auch hier gilt, dass zahlreiche andere Rahmenbedingungen ebenfalls eine Rolle spielen (z.B. ökonomische Rahmenbedingungen, die bestimmte Nutzungen rentabel werden lassen oder nicht). Auch die Gefahr von Extremwetterereignissen (z.B. Hochwasser, gravitative Massenbewegungen oder Sturmfluten) dürfte in vielen Regionen zunehmen, so dass ggf. – auch vor dem Hintergrund von Kosten-Nutzen-Entscheidungen zu Schutz- oder Anpassungsmaßnahmen – für Siedlungen und Infrastrukturen in besonders gefährdeter Lage Entscheidungen zu Änderungen oder Aufgabe der Nutzung getroffen werden müssen. In einzelnen, besonders betroffenen Regionen könnte diese Situation aber auch bereits deutlich früher als im o.g. Zeitraum eintreten. Beispiele, in denen Siedlungsbereiche nach Extremereignissen nicht wieder aufgebaut wurden, gibt es bereits (z.B. nach dem Murgang im schweizerischen Brienz im August 2005; vgl. SCHNEIDER 2006).

Der „Boom“ von Erneuerbaren Energien, insbesondere von Biomasse und Windkraft, ist in seiner Landschaftsrelevanz zumindest bislang noch als wesentlich bedeutsamer einzustufen, als die Auswirkungen des Klimawandels selbst. Die Entwicklung der vergangenen Jahre macht aber vor allem auch deutlich, dass die Entwicklung der Kulturlandschaft vor allem von bewussten Entscheidungen zu Landnutzungen abhängt, die ihrerseits wiederum durch Förderpolitiken (z.B. durch das EEG) bzw. die dahinter liegenden Ziele (beispielsweise die insgesamt unstrittigen Klimaschutzziele) bestimmt werden. Veränderungen in der Agrarpolitik bzw. auf den globalen Märkten und der weitere Umbau unserer Energiesysteme dürften in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu wesentlich schnellere Veränderungen der Landnutzungen führen als der Klimawandel (vgl. z.B. auch die Beiträge von LUICK und OSTERBURG in diesem Band), zumindest, was die flächenhaften Landnutzungen (land- und forstwirtschaftliche Produktion, inkl. Erzeugung von Biomasse für energetische Nutzung) betrifft. Diese „Rahmenbedingungen“ müssen auch bei der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel berücksichtigt werden. Nur dann, und nur wenn alle Maßnahmen zugeschnitten auf die jeweiligen Standorte und auch regionale Wirtschaftsstrukturen erfolgen, lassen sich auch die Chancen für einzelne Regionen, die in Veränderungsprozessen liegen, erkennen und nutzen. Insofern kommt es bei der Entwicklung angepasster Landschaften grundsätzlich darauf an, sämtliche Triebkräfte der Landschaftsentwicklung zumindest in ihrer grundsätzlichen Richtung so weit wie möglich zu berücksichtigen – mit all ihren Unsicherheiten. Dies bezieht auch die direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels mit ein. Das planerische Instrumentarium selbst muss anpassungsfähig gestaltet werden, um mit diesen Veränderungsprozessen umgehen zu können.

5. Literatur

- ARL – AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (2009): Klimawandel als Aufgabe der Regionalplanung. – Hannover (Akademie für Raumforschung und Landesplanung). – Positionspapier aus der ARL, Nr. 81.
- BEIERKUHNLEIN, C., FOKEN, T. (2008): Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. – Bayreuth (Bayreuther Forum Ökologie Vol. 113: 501 S.
- BIRKMANN, J. (2008): Globaler Umweltwandel, Naturgefahren, Vulnerabilität und Katastrophenresilienz. – Raumforschung und Raumordnung 66 (1): 5–22.
- BIRKMANN, J., FLEISCHHAUER, M. (2009): Anpassungsstrategien der Raumentwicklung an den Klimawandel: „Climate Proofing“ – Konturen eines neuen Instruments. – Raumforschung und Raumordnung 67 (2): 114–127.
- BMVBS & BBR – BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU & STADTENTWICKLUNG; BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (2007): Karten zur Europäischen Raumentwicklung. – Bonn (BMVBS; BBSR) – Download: http://www.bbsr.bund.de/cdn_016/nn_23566/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2007/KartenEuropa.html.
- BUNDESREGIERUNG (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. – Download: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf
- GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHRNER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F., WERNER, P. C. (2003): Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. – Potsdam (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) – PIK Report 83: 82 S.
- HEILAND, S., GEIGER, B., RITTEL, K., STEINL, C., WIELAND, S. (2008): Der Klimawandel als Herausforderung für die Landschaftsplanung. Probleme, Fragen und Lösungsansätze. – Naturschutz und Landschaftsplanung 40 (2): 37–41.
- JAKOB, D., GÖTTEL, H., KOTLARSKI, S., LORENZ, P., SIECK, K. (2008): Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland. – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland. – Dessau (Umweltbundesamt) – Climate Change 11/08: 154 S.
- JACOB, D. (2009): Regionalisierte Szenarien des Klimawandels. – Raumforschung und Raumordnung 67 (2): 89–96.
- JESSEL, B. (2009): Biodiversität und Klimawandel – Forschungsbedarfe im Rahmen nationaler Handlungsstrategien. – Natur und Landschaft 1: 32–38.
- KÖCK, W. (2007): Klimawandel und Recht – Adaption an Klimaänderungen: Auswirkungen auf den Hochwasserschutz, die Bewirtschaftung der Wasserressourcen und die Erhaltung der Artenvielfalt. In: Tetzlaff, G.; Karl, H. & Overbeck, G. (Hrsg.): Wandel von Vulnerabilität und Klima: Müssen unsere Vorsorgewerkzeuge angepasst werden? – Bonn (Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.) – Schriftenreihe des DKKV, Nr. 35: 63–77.
- LUTZ, G. (2001): Beschneiungsanlagen in Bayern – Stand der Beschneigung, potenzielle ökologische Risiken. – Augsburg (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz) – Download unter: http://www.lfu.bayern.de/publikationen/doc/lfu_all_00011_tb_2000/beschneigung.pdf.

- NAKICENOVIC, N., ALCAMO, J., DAVIS, G., ET AL. (2000): IPCC Special Report: Emissions Scenarios. Summary for Policymakers. Download unter: www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.htm.
- OVERBECK, G., HARTZ, A., FLEISCHHAUER, M. (2008): Ein 10-Punkte-Plan „Klimaanpassung“. Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel im Überblick. – Informationen zur Raumentwicklung 6/7.2008: 363–380.
- OVERBECK, G., SOMMERFELDT, P., KÖHLER, S., BIRKMANN, J. (2009): Klimawandel und Regionalplanung. – Raumforschung und Raumordnung 67 (2): 193–203.
- POMPE, S., BERGER, S., WALTHER, G.-R., BADECK, F., HANSPACH, J., SATTLER, S., KLOTZ, S., I. KÜHN (2009): Mögliche Konsequenzen des Klimawandels für Pflanzenareale in Deutschland. – Natur und Landschaft 84 (1): 2–7.
- POMPE, S., HANSPACH, J., BADECK, F., KLOTZ, S., THUILLER, W., I. KÜHN (2008): Climate and land use change impacts on plant distributions in Germany. – Biology Letters 4: 564–567.
- SCHANZE, J. (IN DRUCK): Hochwasserrisikomanagement nach der HW-RL. In: von Haaren, C. & Galler, C. (Hrsg.): Zukunftsfähiger Umgang mit Wasser im Raum. – Hannover (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) – Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL).
- SCHNEIDER, S. (2006): Brienzen und die Unwetter vom August 2005. – Schweizer Gemeinde 6/7/06: 20–23.
- SCHULTZE, C., KÖPPEL, J. (2007): Gebietskulissen für den Energiepflanzenanbau? Steuerungsmöglichkeiten der Planung. – Naturschutz und Landschaftsplanung 9/2007: 269–273.
- SEIFERT, W. (2004): Klimaänderungen und Tourismus im Fichtelgebirge. – Bayreuth (Universität Bayreuth: Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie; Eigenverlag) – Arbeitsmaterialien zur Raumordnung und Raumplanung 233. 206 S.
- SMIT, B., BURTON, I., KLEIN, R. J. T., STREET, R. (1999): The Science of Adaptation: a Framework for Assessment. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 4/1999: 199–213.
- STOCK, M., KROPP, J. P., WALKENHORST, O. (2009): Risiken, Vulnerabilität und Anpassungserfordernisse für klimaverletzliche Regionen. – Raumforschung und Raumordnung 67 (2): 97–113.
- WALKENHORST, O., STOCK, M. (2009): Regionale Klimaszenarien für Deutschland. Eine Leseanleitung. – Hannover (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) – E-Paper der ARL 6: 15 S.
- WALZ, U., SCHAUER, P. (2009): Unzerschnittene Freiräume als Schutzgut? Landschaftszerschneidung in Deutschland mit besonderem Fokus auf Sachsen. In: Siedentop, S. & Egermann, M. (Hrsg.): Freiraumschutz und Freiraumentwicklung durch Raumordnungsplanung. – Hannover (Akademie für Raumforschung und Landesplanung) – Arbeitsmaterial der ARL 349: 46–70.
- WM BW – WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (2005): Nachhaltige Entwicklung des Schneesports und des Wintersporttourismus in Baden-Württemberg – Stuttgart (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg): 105 S.
- WOLFF, M., WALKENHORST, O., STOCK, M. (2005): Tourismus. In: STOCK, M.: KLARA. Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung. – Potsdam (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) – PIK-Report 99: 107–131.

ZEBISCH, M., GROTHMANN, T., SCHRÖTER, T., HASSE, C., FRITSCH, U., CRAMER, W. (2005): Klimawandel in Deutschland – Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. – Dessau (Umweltbundesamt) – Climate Change 08/05: 205 S.

Erneuerbare Energien – Fortentwicklung und neue Technologien

Matthias Reichmuth

1. Erneuerbare Energien für Strom, Wärme und Verkehr

1.1 Themenabgrenzung

Die Forschungs- und Beratungsgesellschaft Leipziger Institut für Energie GmbH (IE Leipzig) befasst sich mit technischen, ökonomischen und ökologischen Fragen im nationalen und internationalen Energiemarkt. Dies beinhaltet die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung, über die Verteilung bis hin zur effizienten Nutzung sowohl fossiler als auch regenerativer Energien. Dabei werden auch die Auswirkungen auf die Umwelt und volkswirtschaftliche Effekte analysiert.

Der Beitrag wird sich nicht mit technischen Einzelheiten aus der Forschung oder Entwicklung befassen, sondern eine Übersicht über die absehbare Rolle erneuerbarer Energien in Deutschland liefern, ausgehend von den aktuellen Tendenzen bei den heute eingesetzten erneuerbaren Energieträgern. Das Energiesystem in Deutschland wird derzeit nach und nach von zentral erzeugten und fossilen Energieträgern auf überwiegend dezentral erzeugte und erneuerbare Energieträger umgestellt. Diese Umstellung hat auch Auswirkungen im Energiesystem auf die Bereiche Energiespeicherung und Energietransport, weshalb in den Kapiteln 3 und 4 auch auf diese eingegangen wird.

Genaue Zeitangaben für die zukünftigen Entwicklungen sowie Spekulationen über zukünftig noch mögliche Erfindungen im Bereich der erneuerbaren Energien sollen auch nicht Gegenstand dieses Beitrages sein – hierbei existieren zu viele Unsicherheiten, um seriöse Aussagen treffen zu können.

Gegenstand der Betrachtungen ist die Energieerzeugung in Deutschland. Die Alternative Energieimport würde ggf. die Beanspruchung inländischer regenerativer Energiequellen vermindern, wird aber bei regenerativen Energien nicht so große Bedeutung haben wie dies heute bei den fossilen Energien (Öl-, Kohle- und Gasimport) der Fall ist. Technologien, die nur außerhalb von Deutschland anwendbar sind, z.B. solarthermische Stromerzeugung, werden daher nicht näher analysiert.

Betrachtet wird die Perspektive für das Jahr 2030: Eher spekulative Formen der Energiegewinnung, die in 21 Jahren noch nicht marktreif sind, bleiben ausgenommen. Auch dauerhafte Nischenmärkte wie Hausdachanlagen für Windenergie bleiben ausgenommen.

Betrachtet werden vor allem diejenigen Energieträger mit relevanten Auswirkungen auf die Landschaft. Soweit Energieträger mit minimalen Auswirkungen auf die Landschaft (z.B. Verbrennung organischer Abfälle, Geothermie) verfügbar sind, sind diese aus Sicht des Landschaftsschutzes vorzuziehen.

Schließlich sollen Dopplungen zu anderen Beiträgen in diesem Band vermieden werden. Frau Dr. Doyle geht auf das Themenfeld Biomasse ein, Herr Prof. Dr. Peters behandelt das Thema des spezifischen Flächenbedarfs. Diese Fragen werden daher im Nachfolgenden nicht näher betrachtet.

1.2 Gesamt-Energiesystem

Das Gesamtenergiesystem umfasst:

- Energieerzeugung, d.h. Umwandlung der Primärenergie (z.B. Holz oder Sonnenstrahlung) in Endenergie (z.B. Strom oder Wärme), also die Kraftwerke, Öfen, Motoren etc.
- Energietransport (in Hochspannungsleitungen, Gasrohren, Tanklastzügen usw.)
- Energiespeicherung (z.B. in Batterien oder Pumpspeicherstauseen) und
- Energieverbrauch (in den Siedlungen, im Verkehr, in der Industrie usw.)

Einige Teile des Energiesystems unterscheiden sich deutlich je nach Energieträger (z.B. Windenergieanlagen von Kohlekraftwerken), andere Teile haben im konventionellen Energiesystem das gleiche Aussehen wie bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger (z.B. Hochspannungsmasten).

1.3 Strom

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien ist in Deutschland seit 2000 erheblich angestiegen, was v.a. auf das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zurückzuführen ist, das die Netzbetreiber zur Abnahme des erzeugten regenerativen Stroms verpflichtet und den Anlagenbetreibern solche Preise garantiert, dass die jeweiligen Anlagen auch wirtschaftlich rentabel betrieben werden können. Der dafür aufgewendete Mehrpreis wird nach einem Wälzungsverfahren anschließend auf fast alle Stromkunden Deutschlands umgelegt, so dass der Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland weitgehend ohne staatliche Subventionen auskommt. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung von 1990 bis 2008.

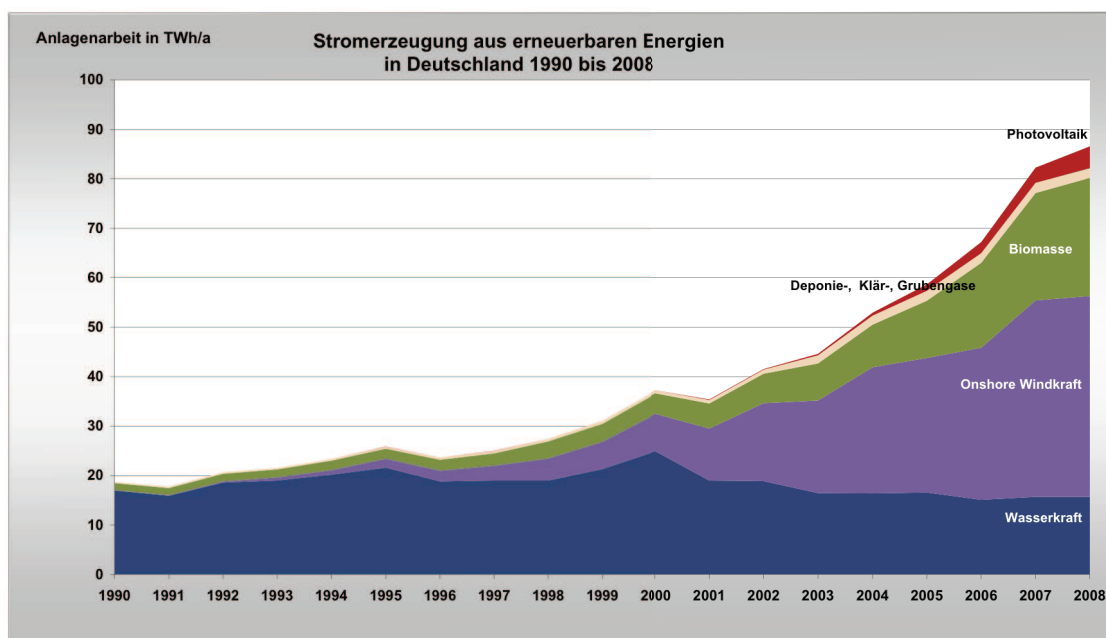


Abbildung 1: Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Deutschland 1990 bis 2008, (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BMU 2009)

Unter den Energieträgern zur Stromerzeugung wirken sich einige auf die Landschaft großräumig aus:

- Onshore-Windkraft: Weithin sichtbare hohe Windparks verändern das Landschaftsbild.
- Biomasse: Zum Anbau der Biomasse sind große Flächen erforderlich, aber die Anlagen (z.B. für Biogas) bleiben überschaubar, d.h. die Anlagen haben nur eine punktuelle Auswirkung.
- Photovoltaik: Dachflächen in Siedlungen wirken sich zwar optisch auf die Stadtlandschaft aus, benötigen aber keine zusätzliche Fläche, Freiflächen auf Äckern und Konversionsflächen können dagegen je nach Größe der Anlage deutliche Veränderungen im Landschaftsbild bewirken.

Andere Energieträger haben kleinere, meist nur punktuelle Auswirkungen auf die Landschaft:

- Wasserkraft: Stauseen verändern die Landschaft zwar erheblich, aktuell werden in Deutschland neue Anlagen aber i. d. R. nur an vorhandenen Staustufen errichtet.
- Offshore-Windkraft, Meeresenergien: Von der Küste aus sind die Anlagen ggf. sichtbar, sie werden aber gerade in Deutschland überwiegend küstenfern geplant, so dass sich keine wesentlichen visuellen Auswirkungen auf die Landschaft ergeben.
- Geothermie: Nach Abschluss der Bohrungen verbleiben oberirdisch eher kleine Anlagen sichtbar.
- Klärgas, Deponiegas: Hier findet die Verstromung der Gase im Rahmen der vorhandenen Betriebsflächen der Kläranlagen und Deponien statt.

1.4 Wärme und Kraftstoffe

Unter den Primärenergieträgern, aus denen erneuerbare Wärmeenergie oder Kraftstoffe erzeugt werden, wirkt sich allein die Biomasse großräumig auf die Landschaft aus: Große Flächen sind zum Anbau erforderlich, während die Anlagen zur Ethanol- und Biodieselproduktion Industriebetriebe darstellen, die landschaftlich nicht anders wirken als andere Gewerbebetriebe und oft auch in Gewerbegebieten angesiedelt sind.

Effektiv ist die Kraft-Wärme-Kopplung: Da die Gewinnung von Wärme und Elektrizität in der gleichen Anlage erfolgt, wird ein höherer Anteil der Primärenergie in Endenergie umgewandelt, also weniger Primärenergie insgesamt benötigt. Dies ist bei allen Verbrennungsprozessen möglich sowie bei der geothermischen Stromerzeugung.

Minimale Auswirkungen auf die Landschaft haben dagegen die Nutzung solarthermischer Kollektoren, die nur Teilflächen der Dächer in Anspruch nehmen (dort in Konkurrenz zur Photovoltaik) sowie die oberflächennahe Geothermie, da die Wärmepumpen in die betroffenen Gebäude von vornherein integriert sind und damit von außen unsichtbar bleiben.

2. Potenziale für Deutschland 2030

2.1 Strom

Unter den erneuerbaren Energieträgern zur Stromerzeugung hat der Energieträger, der schon am längsten genutzt wird, sein Potenzial bereits zum größten Teil ausgeschöpft, nämlich Wasserkraft. Umgekehrt sind die noch unerschlossenen Potenziale bei denjenigen Energieträ-

gern besonders hoch, die erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen (v.a. Geothermie und Offshore-Windkraft, auch Photovoltaik). Bei der Windenergie an Land (onshore) ist das Potenzial in bereits ausgewiesenen Flächen bereits stärker ausgeschöpft, allerdings ist in Abbildung 2 berücksichtigt, dass noch zusätzliche Flächen für die Windenergienutzung erschlossen werden dürften. Das Potenzial der Biomasse ist etwa zur Hälfte ausgeschöpft, bei der Photovoltaik sind lediglich die Dachflächen als Potenzial angegeben, wo allein noch das 25fache der bisher installierten Leistung erreicht werden kann, wenn die (eher vorsichtige) Schätzung des BMU zu Grunde gelegt wird. Die Nutzung der Offshore-Windkraft begann in Deutschland erst 2009, bei der Geothermie liefern die vorhandenen Anlagen so wenig Strom, dass sie in der Grafik optisch verschwinden.

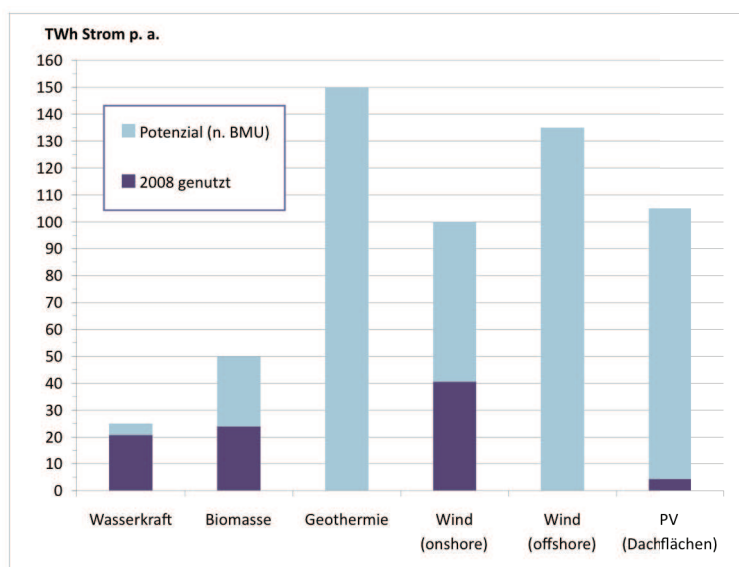


Abbildung 2: Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland und deren bisherige Ausnutzung (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: BMU 2009)

2.2 Wärme

Bei der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien dominiert die Biomasse, deren Potenzial für diesen Zweck bereits mehr als zur Hälfte ausgenutzt wird, bei der Solarthermie und der Geothermie existieren noch große unerschlossene Potenziale.

2.3 Kraftstoffe

Für die Erzeugung von Kraftstoffen als erneuerbare Endenergieträger und Alternative zu Öl und Gas beruhen alle derzeit verfügbaren Konzepte auf Biomasse (Raps, Zuckerrüben, Holz usw.). Bezüglich der verfügbaren Anbaufläche würde das Potenzial maximal noch eine Ver- vierfachung der derzeit genutzten Mengen gestatten.

2.4 Endenergieverbrauch gesamt

Im Vergleich zu dem tatsächlichen Endenergieverbrauch in Deutschland von 2008 zeigt sich, dass bei der Stromerzeugung das langfristig erschließbare Potenzial etwa für die Bedarfsde- ckung ausreicht, sofern der Strombedarf nicht ansteigt (z.B. durch eine Umstellung auf Elek-

tromobilität). Im Wärmesektor lag die Nachfrage 2008 am höchsten, von dieser ließe sich etwa 55 % regenerativ decken, die Kraftstoffe ließen sich dagegen bestenfalls zu einem Viertel durch regenerative Energien ersetzen, wie Abbildung 3 zeigt.

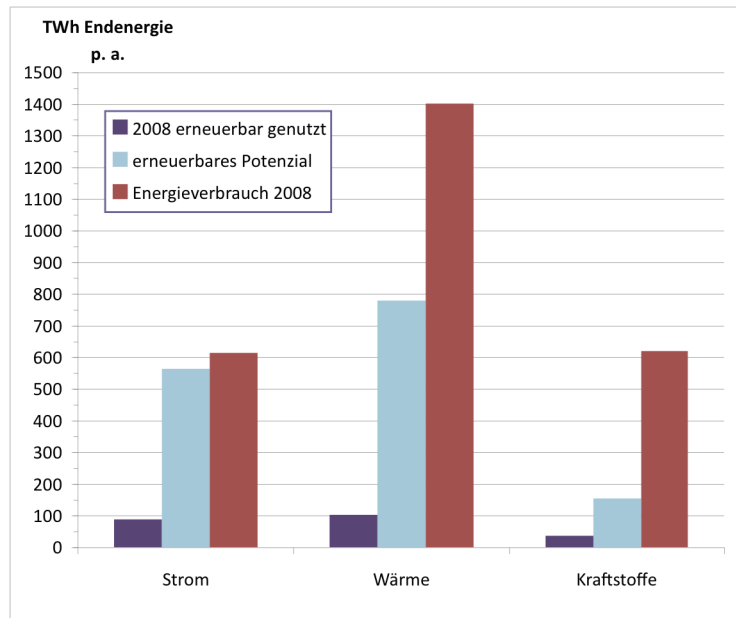


Abbildung 3: Endenergieverbrauch in Deutschland 2008 nach Sektoren und Potenziale zu dessen Deckung durch erneuerbare Energien (Quelle: eigene Darstellung)

Für das Gesamtsystem ergibt sich daraus die Schlussfolgerung, dass der Energiebedarf weiterhin teilweise durch fossile Energien, Kernkraft oder durch importierte erneuerbare Energien gedeckt werden muss, sofern es nicht gelingt, den Verbrauch stark abzusenken.

3. Energiegewinnung

3.1 Wasserkraft

Für die Nutzung der Wasserkraft haben sich die Technologien bewährt: Großkraftwerke produzieren Wasserkraft an Staudämmen, kleinere nutzen die Energie der fließenden Gewässer. Die Zahl der Kraftwerke war vor dem zweiten Weltkrieg größer als heute, da seinerzeit auch Wasserkraft an Standorten genutzt wurde, die später unrentabel wurden. Da die vorhandenen Kraftwerke teilweise schon 100 Jahre alt sind, besteht im Bereich der Turbinentechnik noch Optimierungspotential, um die Energieausbeute zu steigern. Speziell im Bereich der Kleingefälleturbinen wurden neue Technologien entwickelt, die auch die Reaktivierung bisher unrentabler Kleinanlagen ermöglichen. Aktuell finden an den Wasserkraftanlagen vielerorts ökologische Verbesserungen statt (Fischtreppen, bessere Durchgängigkeit der Gewässer), da das EEG eine höhere Stromeinspeisevergütung bei Modernisierungen von solchen Verbesserungen abhängig macht. Im Zuge der ökologischen Verbesserungen kann die Stromausbeute jedoch auch sinken. Insgesamt sind also noch Weiterentwicklungen bei der Nutzung der Wasserkraft zu erwarten, allerdings nur in einem relativ eng begrenzten Rahmen, da das EEG keine neuen Staustufen begünstigt, sondern lediglich die Ausnutzung der vorhandenen Querverbauungen.

3.2 Photovoltaik

Aktuell haben sich monokristalline, polykristalline und amorphe Silizium-Module unterschiedlicher Dicke sowie Dünnschichtmodule aus anderen Materialien auf dem Markt bewährt.

Technische Entwicklungen gehen hin zu flexiblen Solarzellen, die keine ebenen Unterlagen mehr voraussetzen, diese sind in Kleinanwendungen (z.B. Winterjacke mit Solarzellen zum Aufladen von Akkus) bereits auf dem Markt. Unterschiedliche Farben für Solarmodule sind möglich, was architektonisch für gebäudeintegrierte Anlagen von Bedeutung sein kann, die Wirkungsgrade sind jedoch bei den schwarzen bzw. dunkelblauen Modulen weiterhin am höchsten.

Bei Freiflächenanlagen, die die stärksten landschaftlichen Auswirkungen haben, dominieren Dünnschichtmodule, da diese besonders kostengünstig sind, zugleich aber einen spezifisch höheren Flächenbedarf haben. Die technische Entwicklung führt in der Photovoltaik zu steigenden Wirkungsgraden. So kann langfristig auf der gleichen Fläche mehr Energie erzeugt werden, so dass das Stromerzeugungspotenzial ansteigt.

Für die Landschaft im Jahr 2030 stellt sich die Frage, was dann mit den Freiflächenanlagen geschieht, von denen in Deutschland 2009 mehr neu errichtet wurden als je zuvor, Ende 2009 belegen diese Anlagen in Deutschland rund 3.000 bis 4.000 Hektar. Nach dem EEG haben neue Freiflächenanlagen nur noch dann einen Vergütungsanspruch, wenn diese bis zum Jahr 2014 in Betrieb gehen und bestimmten Flächenkriterien genügen (z.B. Acker oder Industriebrache). Der Vergütungsanspruch gilt für 20 Jahre, so dass die Frage entstehen wird, ob alte Anlagen nach Ablauf dieser Zeit durch Austausch der Module modernisiert werden dürfen oder renaturiert werden müssen. Die lange Haltbarkeit der Module (nur geringe Verwitterung, keine beweglichen Teile) spricht dafür, vorhandene Module darüber hinaus weiter zu nutzen, so lange Strom erzeugt wird, der technische Fortschritt spricht eher für eine Modernisierung. Sofern die Pachtverträge mit den Grundeigentümern allerdings auf 20 Jahre begrenzt sind, könnten in 20 Jahren auch Abriss und Recycling der Altanlagen anstehen.

Neu sind Überlegungen, Freiflächenanlagen auch schwimmend auf Binnengewässern zu platzieren, die Gesamtfläche von Kiesgruben und anderen relativ stillen Binnengewässern hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Eine Bewertung der Umweltauswirkungen solcher Anlagen steht noch aus.

Durch höhere Wirkungsgrade und durch Freiflächenanlagen auf Äckern, Konversionsflächen oder Binnengewässern wird das in Kapitel 2.1 dargestellte Potenzial jeweils noch ansteigen.

3.3 Windenergie onshore

Der wesentliche technische Trend bei Windenergieanlagen geht dahin, stetig höhere Anlagen zu bauen, da mit jedem zusätzlichen Meter Nabenhöhe der Anlagenertrag am gleichen Standort ca. 1 % mehr Stromertrag erwarten lässt. Damit werden auch immer größere Rotoren errichtet, so dass beim Repowering die Tendenz dahin geht, mehrere kleine Anlagen, die sich schnell drehen, durch wenige große Anlagen mit geringerer Drehgeschwindigkeit zu ersetzen und dabei den Stromertrag zu steigern. Weil vielerorts Konflikte mit der Flugsicherheit auftreten, müssen besonders hohe Anlagen nachts inzwischen befeuert werden (meist mit roten Lampen), die Regeln dafür sind jedoch noch regional unterschiedlich.

Der Trend zu immer größeren Anlagen findet allerdings oft in der Logistik seine Grenzen, da im Verkehrsnetz keine beliebig großen Einzelteile (Rotoren, Turmteile u.a.) transportiert werden können: Brücken haben Lastbeschränkungen und maximale Durchfahrtshöhen, Spe-

zialtransporter können nicht alle kurvigen Straßen nutzen. Für geeignete Standorte werden die Turmteile und Rotoren heute bereits oft mit dem Binnenschiff transportiert, damit der Spezialtransport über Land nicht zu aufwändig wird.

Besonders hohe Erträge versprechen Anlagen in den Kammlagen der Mittelgebirge, dort sind sie jedoch aus Gründen des Landschaftsschutzes in der Regel nicht erwünscht – abgesehen von den genannten logistischen Problemen.

Neuerdings in der Diskussion befinden sich auch Windenergieanlagen in Wäldern (außerhalb von Landschaftsschutzgebieten), die dort den Wind weit oberhalb der Baumkronen ausnutzen. Für die Bauphase werden dann allerdings Schneisen im Wald benötigt.

Die aktuellen technischen Neuregelungen zum Einspeisemanagement wirken sich auf die Stabilität der Stromnetze, aber nicht direkt auf das Landschaftsbild aus.

Um ihre Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien erreichen zu können, wollen die Länder rund 1 % ihrer Fläche für Windparks ausweisen (teils weniger, teils auch mehr: In Brandenburg sind z. B. 2 % vorgesehen).

3.4 Windenergie offshore

Die Stromerzeugung aus Offshore-Windenergie begann in Deutschland 2009 mit der Inbetriebnahme der ersten Anlagen des Offshore-Windparks „Alpha ventus“ nordwestlich von Borkum. Im Vergleich zu Nachbarländern, in denen es bereits Offshore-Windparks gibt, werden die Windparks in Deutschland (v. a. in der Nordsee) aus Gründen des Landschaftsschutzes deutlich küstenferner errichtet und daher auch meist in größerer Wassertiefe. Damit werden die Windparks sowie deren Kabelanbindung zum Festland aufwändiger und teurer. In der Nordsee führen die Kabel zudem durch den Nationalpark Wattenmeer.

Da die Anlagen von den Herstellern an der Küste bis zum Ziel mit Schiffen transportiert werden, können größere Anlagen als auf dem Festland eingesetzt werden, üblich sind Anlagen mit 4 bis 5 MW Leistung und Nabenhöhen zwischen 85 und 102 Metern.

Langfristig ist damit zu rechnen, dass Offshore-Windkraft auch in tieferen Gewässern möglich wird, dafür werden derzeit schwimmende Fundamente entwickelt.

3.5 Meeres- und Gezeitenenergien

Zur Nutzung von Meeres- und Gezeitenenergien sind mehrere Technologien in der Entwicklung. Ausgereift ist bislang das Gezeitenkraftwerk, das durch einen Staudamm einen Meereszufluss an dessen Mündung aufstaut und das Wasser gezeitenabhängig abwechselnd land- und seewärts durch die Turbine strömen lässt. In der Bretagne ist ein solches Kraftwerk seit 1966 in Betrieb (Barrage de la Rance). Es funktioniert allerdings nur an Standorten mit besonders starkem Tidenhub, für Deutschland existiert kein vergleichbar geeigneter Standort. Solche Kraftwerke stellen einen erheblichen Eingriff in die Landschaft dar.

Um die Energie des strömenden Wassers mit geringeren ökologischen Eingriffen zu nutzen, wurde ein Meeresströmungskraftwerk entwickelt, das unter Wasser vergleichbare Rotoren nutzt wie Windenergieanlagen. Eine Pilotanlage befindet sich seit 2003 vor Cornwall.

Zur Nutzung der Wellenenergie zeichnen sich technologisch zwei Grundideen ab: Einerseits Anlagen an Land, bei denen die Wellen an der Küste aufgefangen werden. Im Gehäuse ändert sich der Luftdruck und treibt eine kleine Windturbine an der Oberseite des Gehäuses an, der Prototyp einer solchen Anlage befindet sich in Schottland. Das zweite Prinzip nutzt die Be-

wegungsenergie der Wellen auf der Wasseroberfläche. Dafür werden Stahlrohrsegmente mit Gelenken verbunden, in denen hydraulischen Pumpen enthalten sind, der Einsatz erfolgt vor den Küsten mit hohem Seegang. Ein erstes Kraftwerk wurde in Portugal errichtet, ist aber z. Zt. außer Betrieb, die Kosten ermöglichen noch keinen kommerziellen Betrieb.

Für die deutsche Nord- und Ostsee ist bis zum Jahr 2030 noch nicht mit einer Nutzung der Meeresenergien in größerem Maßstab zu rechnen.

4. Energietransport

4.1 Bedeutung für die Landschaft

Landschaftlich relevant sind v. a. Hochspannungsleitungen für den Stromtransport, während Rohrleitungen für den Fernwärmetransport oder Gaspipelines (auch für Biogas nutzbar) heute überwiegend unterirdisch verlegt sind, so dass die Landschaft nur während der Bauphase in Anspruch genommen wird.

4.2 Stromtransport

Da erneuerbare Energien – außer Biomasse – nicht lagerbar sind, können sie meist nicht in der Nähe der Verbraucher erzeugt werden. Im Energiesystem werden daher mehr Stromleitungen erforderlich. Besonders zum Anschluss von Windparks in dünn besiedelten Regionen (z. B. Uckermark) oder auf hoher See müssen bereits heute zusätzliche Hochspannungstrassen errichtet werden. Dieser Trend wird weitergehen. Erdkabel sind deutlich teurer als Freileitungen und daher aus Kostengründen keine flächenhafte Alternative – auch wenn heute Hochspannungstrassen oft auf örtlichen Protest stoßen.

Da die erneuerbaren Energien zudem dezentraler erzeugt werden, muss das Stromnetz hierfür auch entsprechend angepasst werden, vom reinen Verteilnetz zum intelligenten Stromnetz, diese Veränderungen sind allerdings nicht landschaftsrelevant.

4.3 Wärmetransport

Die Kraft-Wärme-Kopplung, z. B. bei Biogas, erfordert Wärmeabnehmer in der Nähe der Anlagen (oder Biogaseinspeisung ins Erdgasnetz), andernfalls muss Wärme mit erheblichen Verlusten über größere Entfernungen transportiert werden.

Die dezentralere Erzeugung erfordert eher Nahwärmenetze (z. B. zur Beheizung eines Baublocks) als Fernwärmenetze (wie etwa bei der Nutzung der Abwärme von Braunkohlekraftwerken für nahe Großstädte). Kürzere Entfernungen vermindern die Transportverluste.

Eine neue Technologie zur Wärmespeicherung stellt der Zeolith dar: Dieser Stein speichert Wärme und kann dann als Feststoff transportiert werden. Diese Technik ist vorhanden, aber noch nicht als Massengeschäft wirtschaftlich.

Da Wärmeleitungen bevorzugt unterirdisch verlegt werden, wird der Wärmetransport in der Regel nicht landschaftsrelevant.

4.4 Kraftstofftransport

Die Biokraftstoffe Ethanol und Biodiesel, auch Biokraftstoffe der zweiten Generation, können die gleichen Transportsysteme wie konventionelle Kraftstoffe nutzen (z.B. Produktpipelines, Kesselwagen der Bahn, Tanklaster bis zur Tankstelle mit Zapfsäule).

Wird Wasserstoff als Energiespeicher eingesetzt, kommen Transportsysteme ähnlich wie bei Erdgas in Frage: Erst Verflüssigung und Kühltransport oder Pipelinetransport – vorhandene Erdgasleitungen sind allerdings für den anschließenden Transport von Wasserstoff nicht dicht genug.

Allgemein sind keine anderen Auswirkungen auf die Landschaft als heute zu erwarten.

5. Energiespeicherung

Die Speicherung von Energie hat für erneuerbare Energien, v.a. im Strombereich, eine hohe Bedeutung, da deren Erzeugung in vielen Fällen witterungsabhängig fluktuiert:

- Windenergie (sehr kurzfristige Fluktuation)
- Solarenergie (Tagesgang mit der Sonne und Abschwächung bei Bewölkung)
- Wasserkraft (Laufwasserkraftwerke: Im Jahresverlauf mit dem Wasserstand der Flüsse fluktuierend, generell aber grundlastfähig)
- Evtl. Meeresenergien (zukünftig vom Wellengang abhängig)

Die fluktuierenden Energieträger speisen Strom ein, egal wie viel zum gleichen Zeitpunkt benötigt wird. Andere Kraftwerke können durch Lastabsenkung dies teilweise ausgleichen (z.B. Gaskraftwerke). Dominieren die fluktuierenden Energieträger, werden aber Speicher (bzw. ergänzend eine Steuerung des Verbrauchs) nötig.

Dagegen sind folgende erneuerbare Energieträger grundlastfähig, d.h. sie können ganzjährig gleichbleibende bzw. bedarfsgerechte Strommengen erzeugen:

- Bioenergie (Biogasanlagen, Biomasseheizkraftwerke)
- Geothermie (Wärme und Stromerzeugung)
- Klärgas, Deponiegas, Wasserkraft aus Stauseen

5.1 Stromspeicherung

Zur Speicherung von Strom werden fünf Arten von Speichern unterschieden:

- Mechanisch-potenzielle Energiespeicher, z.B. Pumpspeicherkraftwerke (effizient, aber großer Eingriff in die Landschaft, bis 2030 mangels geeigneter Standorte in Deutschland kein Zubau zu erwarten) oder Druckluftspeicher (Verdichtung von Luft in unterirdische Kavernen und Stromgewinnung aus ausströmender Luft, hoher technischer Aufwand, Wirkungsgrad selten über 50 %)
- Mechanisch-kinetische Energiespeicher, z.B. Schwungradspeicher (kurzfristige Energiespeicherung, etwa in Straßenbahnnetzen)
- Elektrochemische Energiespeicher, z.B. Akkus und Batterien (bislang teuer und nur in kleinen Mengen, aber erhebliche Fortschritte im Gang, neue Technologien z.B. für Elektrofahrzeuge, in Sicht) oder Speicherung als Wasserstoff (Zerlegung von Wasser durch Elektrolyse, anschließend Stromerzeugung aus Wasserstoff)

- Elektrostatische/elektromagnetische Energiespeicher (Doppelschichtkondensatoren)
- Thermische Energiespeicher (nur für anschließende Wärmenutzung, Stromrückgewinnung noch nicht ausgereift)

Weiter entwickelte Druckluftspeicher könnten mittelfristig noch an Bedeutung gewinnen und werden ggf. auch oberflächennah gebaut (z.B. Druckröhren für Windparks), was sich v.a. während der Bauphase in der Landschaft bemerkbar machen kann. Alle anderen Formen sind landschaftlich und/oder technisch kaum relevant.

5.2 Wärmespeicherung

Für die thermische Solarenergie ist die Wärmespeicherung eine Herausforderung, Erdwärme kann gleichmäßig zu allen Jahreszeiten genutzt werden. Die Speicherung des Brennstoffs bei Biomasse ist generell einfacher (Lagerung der Feststoffe in landwirtschaftlichen Gebäude) als die der erzeugten Wärme. Zur Wärmespeicherung kommen v.a. Warmwassertanks oder große erwärmte Festkörper in Betracht. Bei Gebäuden entsteht so zusätzlicher Platzbedarf, die indirekte Auswirkung auf die Landschaft könnten etwas größere Siedlungsflächen sein. Für Salzspeicher oder Zeolith-Steine (s. auch Kap. 4.3) ist bis 2030 keine große Verbreitung absehbar. Auswirkungen auf die Landschaft sind nicht zu erwarten.

5.3 Kraftstoffspeicherung

Flüssige Biokraftstoffe werden wie konventionelle Kraftstoffe in Tanks gelagert. Bei Verwendung von Wasserstoff als Speichermedium sind Druckbehälter üblich. Auswirkungen auf die Landschaft sind nicht zu erwarten.

6. Fazit

Es ist damit zu rechnen, dass die erneuerbaren Energien, die 2030 in Deutschland benötigt werden, auch überwiegend im Inland gewonnen werden. Bei den heutigen fossilen Energieträgern ist dies anders, hier begünstigt die hohe Energiedichte von Kohle und Öl das Transportieren und Lagern der Primärenergieträger. Bei den meisten regenerativen Energieträgern (außer Biomasse) liegt dagegen die Endenergie direkt als Energiefluss vor und lässt sich schlecht lagern und transportieren. Durch die Gewinnung erneuerbarer Energien im Inland kann damit auch die Importabhängigkeit gesenkt werden.

Die Energieträger mit den geringsten landwirtschaftlichen Auswirkungen kommen am langsamsten. Wasserkraft und Windenergie sind ausgereift und werden auch bereits in großem Maßstab genutzt, wirken sich durch Stauwehre und hohe Windräder jedoch auf die Landschaft aus. Auch der Anbau der Biomasse hat großflächige Auswirkungen auf das Landschaftsbild. Die Tiefengeothermie befindet sich dagegen noch in einer frühen Entwicklungsphase, so dass ihr großes Potenzial überwiegend erst nach 2030 erschließbar sein wird.

Erzeugung, Transport und Speicherung müssen im Zusammenhang gesehen werden. Da der Energieverbrauch und die dafür benötigte Erzeugung erneuerbarer Energien auch künftig räumlich und zeitlich auseinanderfallen werden, gewinnen Transport und Speicherung dieser Energieträger eine zunehmende Bedeutung. Hier gehen die Tendenzen zu Kombikraftwerken aus mehreren Technologien bzw. zu Hybridsystemen (etwa aus Windpark und Stromspeicher).

Ohne Senkung des Verbrauchs bleibt die Abhängigkeit von fossilen Energien bestehen.

Die mittelfristig erschließbaren Potenziale der einheimischen erneuerbaren Energien reichen nicht für den Energiebedarf des Jahres 2008 aus. Besonders hohe Sparpotenziale hat der Wärmesektor (Entwicklung zum Nullenergiehaus), durch Wärmedämmung könnten sich auch die Stadtlandschaften verändern (dicke Außendämmungen). Die Senkung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor ist besonders schwer umsetzbar, da sie von der individuellen Verkehrsmittelwahl abhängig ist.

7. Literatur

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2009): Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung. – Bonn (BMU): 80 S.

Erneuerbare Energien – die Zukunft des Biomasseanbaus

Ulrike Doyle, Kolja Schümann

1. Einleitung

Seit jeher unterliegen die gesellschaftlichen Anforderungen an Natur und Landschaft einem ständigen Wandel. Der anthropogene Einfluss auf die Landschaftsentwicklung war und ist dabei von einer Vielzahl unterschiedlicher Faktoren abhängig. Technischer Fortschritt und steigende Ansprüche u. a. an die Versorgung mit Nahrungsmitteln, industriellen Rohstoffen und Energie spiegeln sich jedoch mehr oder weniger unmittelbar in der land- und forstwirtschaftlichen Landnutzung wider.

Die aktuellen Ziele der Bundesregierung zum Ausbau der erneuerbaren Energien (NITSCH & WENZEL 2009) lassen einen weiteren Zuwachs der Biomasseanbauflächen erwarten. Vor dem Hintergrund der bisher bilanzierten Auswirkungen des Biomasseanbaus und möglicher Gestaltungsspielräume zu Gunsten einer naturverträglichen Biomassegewinnung können die Effekte dieser Zielstellungen auf die Landschaften in Deutschland im Jahr 2030 sehr unterschiedlich aussehen.

2. Klimaschutz und Energiebedarf: das Leitszenario der Bundesregierung

Der Anteil der erneuerbaren Energien (EE) am Primärenergiebedarf betrug im Jahr 2009 9,1 %. Während der Gesamtenergieverbrauch durch die gesamtwirtschaftliche Entwicklung gegenüber dem Vorjahr um 6,5 % gesunken ist, konnten die erneuerbaren Energien ihren Beitrag zur Deckung des Energieverbrauchs um knapp einen Prozentpunkt erhöhen. Zuwächse ergaben sich vor allem aus der Biomasse und der Photovoltaik (AGEB 2009). Der Anteil der Biomasse an der Primärenergiebereitstellung aus EE betrug 2008 rund 70 %.

Das Leitszenario 2009 stellt für die Energiebereiche Strom, Wärme und Treibstoffe dar, wie die Treibhausgas-Emissionen in Deutschland bis 2050 auf rund 20 % des Werts von 1990 gesenkt werden können; dabei wird am gesetzlich festgelegten Ausstieg aus der Kernenergie festgehalten (NITSCH & WENZEL 2009). Den höchsten Beitrag im Energiemix werden die erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung liefern, wie auch bereits heute (Tabelle 1). Im Leitszenario sinkt der Bruttostromverbrauch zwischen 2010 und 2030 etwas ab, steigt dann aber wieder, da ein erhöhter Bedarf im Verkehrssektor angenommen wird. Insgesamt liegt die Strom-Nachfrage 2050 nur um etwa 6 % unter der von 2008.

Der Bedarf an Biomasse für die Stromerzeugung wird wie folgt prognostiziert: Gegenüber dem Jahr 2008 (27 TWh; inkl. biogener Reststoffe) soll die Stromerzeugung aus Biomasse bis zum Jahr 2020 auf insgesamt 51 TWh/a nahezu verdoppelt und bis zum Jahr 2050 auf 57 TWh/a gesteigert werden. Im Bereich der Wärmebereitstellung deckte die Biomasse im Jahr 2008 mit 97 TWh 94 % des Gesamtbeitrags der erneuerbaren Energien. Das Leitszenario 2009 des BMU sieht vor, dass der Beitrag der Biomasse zur Wärmeversorgung bis zum Jahr 2020 auf 148,2 TWh weiter ansteigt. Die weitgehende Nutzung aller biogenen Rest- und Abfallstoffe vorausgesetzt, müssten im Jahr 2020 für die stationäre Verwendung von Biomasse weitere landwirtschaftliche Nutzfläche beansprucht werden. Das Leitszenario veranschlagt

entsprechend, dass 2020 auf 0,55 Mio. ha der Anbau von Kurzumtriebsplantagen (KUP) und auf 0,70 Mio. ha der Anbau von Pflanzen für die Vergärung in Biogasanlagen erfolgt. Weiterhin wird in den Szenarien davon ausgegangen, dass Energiepflanzen bis zum Jahr 2050 für die stationäre Strom- und Wärmeerzeugung auf einer Fläche von 1,85 Mio. ha angebaut werden. Dies entspräche dann einem Flächenanteil von knapp 10 % der gesamten Fläche an Acker- und Dauergrünland (EBD.).

Für biogene Kraftstoffe wird prognostiziert: „Aus ‚ökologischen‘ inländischen Potenzialen steht in der im aktualisierten Leitszenario vorgenommenen Nutzungsaufteilung für den Verkehrssektor eine verfügbare Anbaufläche für Biokraftstoffe von maximal 2,35 Mio. ha zu Verfügung“ (NITSCH & WENZEL 2009, S. 15).

Aus der Darstellung im Leitszenario ergibt sich, dass im Jahr 2050 rund 25 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) für den Anbau von Biomasse verplant sind (Tabelle 2).

Tabelle 1: Eckdaten des aktualisierten LEITSZENARIOS 2009, speziell Beiträge der erneuerbaren Energien (nach NITSCH & WENZEL 2009, Tabelle 1, 2, 4)

	2008	2010	2020	2030	2040	2050
Anteil EE am Primärenergieverbrauch	7,0 %	9,5 %	17,6 %	28,8 %	39,3 %	49,4 %
Anteil EE am Endenergieverbrauch	9,5 %	11,1 %	20,1 %	31,7 %	42,9 %	54,3 %
Anteil EE an Strom-Endenergie	17,5 %	19,9 %	40,4 %	63,7 %	82,5 %	90,1 %
in TWh/a	92,8	109,3	196,0	317,0	426,5	502,6
davon Biomasse; in TWh/a	27,0	32,1	50,6	55,3	56,3	56,6
Anteil EE an Wärme-Endenergie	8,6 %	10,4 %	17,5 %	26,1 %	36,1 %	49,4 %
in TWh/a	103,7	127,5	191,5	249,8	300,6	356,4
Anteil EE an Kraftstoff-Endenergie	5,2 %	5,9 %	9,8 %	16,0 %	20,4 %	28,8 %
in TWh/a	36,7	41,1	62,5	90,3	107,4	140,3
davon Biomasse bei der Wärme- und Kraftstoff-erzeugung; in TWh/a	97,1	117,1	148,2	156,8	159,1	159,7
Biomasse gesamt; in TWh/a	124,1	149,2	198,8	212,1	215,4	216,3

Tabelle 2: Flächenbedarf für den Biomasseanbau im LEITSZENARIO 2009 (NITSCH & WENZEL 2009)

Flächennutzung und pflanzliche Erzeugung 2009 (STATISTISCHES BUNDESAMT 2009; FNR 2010)	Fläche in Mio. Hektar	Fläche in Prozent	Biomasseanbau 2050 (NITSCH & WENZEL 2009)
Ackerland	11,95	70,7 %	1,85 Mio. Hektar oder 10 % der gesamten Fläche an Acker- und Dauergrünland für Strom und Wärme + 2,35 Mio. Hektar für biogene Kraftstoffe = 4,2 Mio. Hektar oder 24,7 % der gesamten Fläche an Acker- und Dauergrünland
davon Biomasse (für Strom und biogene Kraftstoffe)	1,7	14,2 %	
Dauergrünland (Wiesen und Weiden)	4,74	28,1 %	
Sonstige (Rebland, Obstplantagen, Baumschulen, Weihnachtsbaumkulturen, Korbweiden-, Pappelanlagen)	0,2	1,2 %	
Gesamt	16,9	100 %	

Um den Nutzungsdruck auf Acker- und Grünlandflächen zu reduzieren, sollten künftig verstärkt die energetischen Potenziale bisher ungenutzter Rest- und Abfallstoffe genutzt werden (SRU 2007; PETERS ET AL. 2010). Auch hierbei sind Nutzungsgrenzen und konkurrierende Nutzungen zu beachten. So müssen bei der Ermittlung der energetischen Nutzungspotenziale von Biomasse aus Abfällen und Reststoffen zum Beispiel stoffliche Nutzungen in der Spanplatten- oder Papierindustrie oder ökologisch sinnvolle Nutzungen zur Bodenverbesserung (organischer Dünger, Mulchmaterial) berücksichtigt werden. Für das Bezugsjahr 2000 wurde das technische Potenzial der Reststoffe mit 145 bis 252 TWh/a angegeben, das entspricht 3,7 % bis 6,4 % des derzeitigen Primärenergieverbrauchs (SRU 2007, Kap. 2.3.1). Den größten Anteil an den Reststoffpotenzialen haben die holzartigen Reststoffe. Diese machen ungefähr die Hälfte aus. Ausgehend von dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2030 werden in allen vom SRU untersuchten Szenarien nur geringe Änderungen der Potenziale beschrieben. Eine Zunahme des technischen Potenzials wird im Bereich des Restholzaufkommens, des getrennt gesammelten organischen Hausmüllanteils, des Landschaftspflegematerials und des Klärschlamm-aufkommens angenommen. Die Zunahme hinsichtlich des organischen Hausmülls geht von der Annahme aus, dass eine Vergärung aus Klimaschutzsicht als sinnvoller erachtet wird als eine Kompostierung und dadurch die Vergärung des organischen Hausmülls vorgezogen bzw. im Sinne einer Kaskadennutzung vorgeschaltet wird.

Davon ausgehend, dass auch bei der Nutzung von (Wald-) Restholz und Landschaftspflegematerialien einer übermäßigen Beanspruchung der Potenziale durch angepasste Nutzungsintervalle und klare Nutzungsgrenzen (etwa Mindesttotholzanteil im Wald) vorgebeugt wird, sind direkte Auswirkungen der Biomassegewinnung auf die Landschaft vor allem durch den großflächigen landwirtschaftlichen Biomasseanbau (bis zu 25 % der LN in 2050; s. o.) zu erwarten.

3. Auswirkungen auf Natur und Landschaft (sowie Klimawandel und -anpassung)

Nach Angaben der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR 2010) belief sich die für den Biomasseanbau beanspruchte Fläche 2009 auf 1,7 Mio. ha bzw. 14,2 % der Ackerfläche. Insgesamt ist die für Energie- und Industriepflanzen genutzte Fläche seit drei Jahren relativ konstant (knapp 2 Mio. ha bzw. etwa 17 % der Ackerfläche; Pressemitteilung FNR vom 21.10.2009). Im Bereich der Stromerzeugung verzeichnet der Biogas-Sektor mit einem geschätzten Plus von 30.000 ha ein leichtes Wachstum, das auf die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) und auch den zunehmenden Bau von größeren Anlagen, die auf die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz setzen, zurückzuführen ist.

Aus den oben dargelegten Zielstellungen der Bundesregierung ergibt sich ein weiterer Flächenbedarf vor allem für den landwirtschaftlichen Anbau von Biomasse für die energetische Nutzung. Dabei lassen sich weder der genaue Flächenumfang noch die konkreten Umweltwirkungen sicher prognostizieren.

Dass die künftige Ausweitung der Anbauflächen mit negativen Auswirkungen auf Natur und Landschaft verbunden sein wird, lassen inzwischen zahlreiche Studien zu den bisherigen Effekten des Biomasseanbaus auf die Biodiversität, den Wasserhaushalt und den Boden sowie auf eine Verstärkung der Flächenkonkurrenz erwarten (SCHÜMANN ET AL. 2009; DOYLE ET AL. 2007; SRU 2007; NITSCH ET AL. 2008; THRÄN ET AL. 2009). Der Biomasseanbau wirkt sich unterschiedlich auf verschiedene ökologische Zielgrößen und damit das Schutzgut Biodiversität

aus. Weiterhin kann der Anbau aber auch selbst zum Klimawandel beitragen und Anpassungen an den Klimawandel erschweren (Tabelle 3).

Tabelle 3: Mögliche negative Auswirkungen des Biomasseanbaus auf die Schutzgüter Biodiversität und Klima und die Anpassung an den Klimawandel (eigene Darstellung)

Mögliche Beeinträchtigungen der Biodiversität		Beitrag zum Klimawandel	Verhinderung der Klimaanpassung
Flora, Fauna, Landschaftsbild	Eutrophierung	x	
	verminderte Durchlässigkeit der Landschaft		x
	Verringerung der Strukturvielfalt		x
	Rückläufiger Beikrautanteil		x
	verringerte Arten- und Sortenvielfalt (Feldfrüchte)		x
Wasserhaushalt	geringere Grundwasserneubildung		x
	Schadstoffeinträge		x
Boden	Erosion	x	x
	Eutrophierung	x	x
	rückläufiger Anteil organischen Kohlenstoffs	x	x
Flächennutzung	Rückgang von Stilllegungsflächen	x	x
	Grünlandverlust (Grünlandumbruch)	x	x
	Nutzungsdruck auf Naturschutzgebiete (Natura 2000)	x	x

Prinzipiell sind die genannten Auswirkungen mit denen des konventionellen Anbaus von Futter- und Nahrungsmitteln vergleichbar. In welchem Umfang direkte Beeinträchtigungen ökologischer Zielgrößen durch den Biomasseanbau zu bilanzieren sind, hängt stark von den lokalen Standortbedingungen, der Anbauintensität, der bisherigen Bodennutzung und den angebauten Energiepflanzen ab.

Es ist festzustellen, dass sich der Biomasseanbau in Deutschland auf einige Regionen konzentriert. So wird z. B. in Bayern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein besonders viel Energiemais angebaut (DMK 2009). Dabei sind die Anbauflächen jedoch nicht gleichmäßig über die Bundesländer verteilt, sondern konzentrieren sich auf einzelne Landkreise mit einer besonders großen Anzahl an Biogasanlagen. Innerhalb von Landkreisen kann es wiederum zu Konzentrationseffekten kommen, so dass in einzelnen Landschaftsausschnitten ein Maisanteil an der Ackerfläche von 60 % und mehr angetroffen werden kann (SCHÜMANN ET AL. 2009). Die nachfolgend erläuterten Konfliktpunkte kommen vor allem dort zum Tragen, wo Konzentrationseffekte und eine Überschätzung regionaler Nutzungspotenziale bestehen.

Bisher zeichnet sich der Biomasseanbau trotz erweiterter Nutzungsoptionen durch eine geringe Zahl der Anbauarten und -sorten aus. Vorherrschend angebaute Arten wie Mais und Raps sind besonders gravierend in ihren Auswirkungen (Eutrophierung von Boden und Wasser, artenarme Begleitflora und -fauna). Eine zunehmende Großräumigkeit des Anbaus und eine erhöhte Erntefrequenz verschlechtern die Lebensraumqualität für zahlreiche Ackerland-Arten.

In der Folge der verstärkten Nachfrage u. a. nach Biomasse wurde die Flächenstilllegung in der EU – eingeführt Ende der 1980er Jahre im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik – im Jahr 2009 wieder abgeschafft. Die Stilllegungsflächen (ohne nachwachsende Rohstoffe) verringerten sich in den letzten zehn Jahren in Deutschland um 55,5 % auf 309.500 Hektar (in 2008) (GURRATH 2009). Auch der zunehmende Verlust von Gewässerrandstreifen, Wegsäu-

men, etc. kann mit dem Biomasseanbau in Verbindung gebracht werden (SCHÜMANN ETAL. 2009). Damit verschlechterte sich die Situation für charakteristische Ackerland-Arten zusätzlich. Der verstärkte Anbau von Biomasse trägt auch zum Grünlandverlust und damit zum Verlust von an Grünland gebundenen Arten bei. Im Zeitraum von 2005 bis 2007 wurden mehr als 6.000 Hektar Moorboden von Grünland zu Ackerland umgewandelt, auf mehr als der Hälfte der insgesamt umgebrochenen Grünlandflächen wurde danach Mais angebaut (NITSCH ETAL. 2009).

Auf der Suche nach alternativen Kulturpflanzen für den Biomasseanbau wird mit gebietsfremden Arten experimentiert, bei denen für einige ein gewisses Invasionspotential besteht (z.B. Robinie, Götterbaum, Goldrute oder Topinambur; vgl. SCHÜMANN 2008). Zumindest für bereits als invasiv bekannte Pflanzen sollten einem Anbau fundierte agrarwissenschaftliche und ökologische Analysen vorausgehen, um die Erhaltung der biologischen Vielfalt zu gewährleisten.

Neben der Erhaltung der biologischen Vielfalt ist aber auch der potenzielle Beitrag der Anbaumethoden zum Klimawandel zu bedenken. Der Anbau von Energiepflanzen auf Flächen mit einem hohen Kohlenstoffbestand – insbesondere auf entwässerten Böden oder umgebrochenen Dauergrünland – kann zu Kohlendioxid-Emissionen führen. Überhöhte Stickstoffdüngungen können die klimarelevanten Lachgasemissionen verstärken.

Daneben kann der Biomasseanbau die notwendigen Anpassungen an den Klimawandel behindern. Die Migration von Arten wird durch undurchlässigen und strukturarmen Feldbewuchs eingeschränkt. Der Wasserhaushalt wird entweder direkt oder indirekt über die Bodenqualität (Erniedrigung des Anteils des organischen Kohlenstoffs im Boden) oder durch Erosion beeinflusst. Die Pflanzenverfügbarkeit des Wassers steht in Abhängigkeit von Humusgehalt und Durchwurzelungstiefe des Bodens.

4. Gestaltungsbedarf und angepasste Anbauformen

Generell ist, vergleichbar mit den Anbauverhältnissen der herkömmlichen Landwirtschaft, anzustreben, dass keine großflächigen Monokulturen angelegt werden, sondern dass Sukzessionsflächen, Hecken und sonstige Saumbiotope in das Flächenkonzept integriert werden und die Landschaft strukturieren (SCHÜMANN ETAL. 2009; SRU 2009). Flächendeckend sollte eine standortangepasste Nutzung (Optimierung der Anbaumethoden und des Nutzungsregimes), eine Mindestpflege schutzwürdiger Agrarlebensräume und ein verbesserter Schutz des Dauergrünlands forciert werden (OPPERMANN ETAL. 2009). Der Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln sollte minimiert werden. Positive Auswirkungen können insbesondere

- über Synergien des Biomasseanbaus mit Zielen des Naturschutzes (Landschaftspflegeschnitt nutzen, Paludikultur etc. (AUTORENKOLLEKTIV 2009)) und
- durch den extensiven Anbau ausdauernder Kulturen oder von Wildpflanzen mit einer angepasste Artenwahl (BAUMANN ET AL. 2007)

erreicht werden.

Die energetische Nutzung von Landschaftspflegeschnitt tritt nicht in Konkurrenz zu bestehenden Landnutzungen und das Material steht teilweise sogar „umsonst“ zur Verfügung. Die Klimabilanzen aus dieser Reststoffverwertung sind in Bezug auf CO₂-Äquivalente durch den Wegfall der Anbauphase 2 bis 3mal günstiger, als für Grünschnitt aus Anbau oder Holzhackschnitzel aus Kurzumtriebsplantagen (OEHMICHEN 2010).

Gegenwärtig gibt es nur wenige Pilot- und Demonstrationsflächen, die Kurzumtriebsplantagen betreiben und deren Nutzung erforschen (ca. 1.500 ha bundesweit). Aufgrund unsicherer Rahmenbedingungen und großer Informationsdefizite wurde unter der Leitung des ttz Bremerhaven ein nationales Netzwerk zur effizienten Gewinnung regenerativer Holzenergie etabliert (Pressemitteilung ttz Bremerhaven vom 15.01.2010).

Für den Naturschutz und die Eindämmung des Klimawandels können in der Landwirtschaft weitgehend gleiche Strategierichtungen formuliert werden: Reduktion der Treibhausgasemissionen durch Nutzungsextensivierung (Tabelle 4). Wie das aktuelle Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz zeigt, gibt es zahlreiche Möglichkeiten, den Anbau von Biomasse entsprechend zu gestalten (PETERS ET AL. 2010).

Tabelle 4: Empfehlungen im Biomasseanbau für die Erhaltung der Biodiversität und zum Schutz von Wasserhaushalt und Boden (nach DOYLE ET AL. 2007)

Empfehlungen für die Erhaltung der Biodiversität	
Eutrophierung	extensive Kulturen, dezentrale Biogasanlagen mit der Auflage, Abfall auf Quellfeldern auszubringen
Durchlässigkeit der Landschaft	Einbezug der Landschaftsplanung zur Schaffung von Korridoren, Kurzumtriebsplantagen (KUP) als strukturierende Landschaftselemente in ausgeräumten Agrarlandschaften,
Strukturvielfalt	energetische Nutzung gebietstypischer Wildpflanzen (Aufwuchs von Brachflächen, Ackerrandstreifen, etc.)
Anteil der Beikräuter	Pflanzenschutzmittelanwendung beschränken, mehrjährige/Dauerkulturen
Sortenvielfalt	lokale Varietäten nutzen, heimische Arten gegenüber gebietsfremden bevorzugen
Empfehlungen zum Schutz von Wasserhaushalt und Boden	
Wasserhaushalt	Standortbedingungen in der Förderpolitik berücksichtigen
- Grundwasserspiegel	extensive Kulturen, Anteil der Primärbiomasse in Biogasanlagen begrenzen, dezentrale Biogasanlagen mit der Auflage, Abfall auf Quellfeldern auszubringen
- Schadstoffeinträge	
Boden	keine Dauerkulturen einer Frucht,
- Erosion	Anteil der Primärbiomasse in Biogasanlagen begrenzen
- Eutrophierung	extensive Kulturen, dezentrale Biogasanlagen mit der Auflage, Abfall auf Quellfeldern auszubringen
- Anteil organischen Kohlenstoffs	
	Strohernte begrenzen, ausdauernde Kulturen

5. Steuerungsmöglichkeiten

Der Biomasseaktionsplan der Bundesregierung fordert, auch Kulturlandschaftliche Wirkungen beim Biomasseanbau und bei der Errichtung von Bioenergieanlagen zu berücksichtigen: „In Verbindung mit den naturschutzrechtlichen Anforderungen zur Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft erfährt auch die Berücksichtigung von Auswirkungen auf das Landschaftsbild zunehmende Bedeutung. Dabei geht es auch darum, Strategien zu entwickeln, die den Energiepflanzenanbau besser in ansprechende, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sicherstellende Kulturlandschaften sowie in regionale Wirtschaftskreisläufe integrieren. Dazu ist es erforderlich, die Standortplanung von Bioenergieanlagen und die Flächennutzung in deren Umfeld besser mit den raumbezogenen Planungsinstrumenten der Landes-, Regional- und Flächennutzungsplanung

sowie der landschafts- und agrarstrukturellen Entwicklungsplanung abzustimmen“ (BMELV & BMU 2009, S. 13).

Diese Ziele können durch einen Instrumentenmix erreicht werden:

- Förderinstrumente hinsichtlich der Förderung von Extensivierung und der Nutzung von Synergien mit dem Naturschutz und Klimaschutz spezifizieren: EEG, Biokraftstoffquotengesetz, Agrarumweltprogramme.
- Ordnungsrecht ausschöpfen: Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung spezifizieren, Schutzgebietsverordnungen für den Anbau von Biomasse spezifizieren, Einhaltung der Grenzwerte der Nitratrichtlinie, der Grundwasserrichtlinie.
- Planerische Lenkung im Raum: Ausweisung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten (Regionalplanung, Landschaftsplanung, Raumordnungsgesetz).
- Raum- und energiepflanzendifferenzierte Prämie: Bewertung des Umweltrisikos einer Region durch die gesamte landwirtschaftliche Nutzung differenziert die Prämie (GREIFF ET AL. 2010).
- Förderung der Forschung zum Wissensaufbau über neue naturschutz- und klimaverträgliche Anbauformen und Biomasseverwertungen bzw. die Möglichkeiten der Steuerung mit bestehenden Instrumenten.
- Als „informelle Steuerungsinstrumente“ können Leitfäden für eine realistische Abschätzung nachhaltig verfügbarer Biomassepotenziale und Standortplanungen, eine betriebsbezogene Anbauberatung und regionale sowie kommunale Planungszusammenschlüsse (Interessenabgleich) Konfliktpotenziale im Vorfeld mindern helfen.

Im August 2009 ist die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV) in Kraft getreten, die das EEG 2009 konkretisiert und auf Basis der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2009/28/EG) in Deutschland, der EU und global zum Ausgleich der positiven und negativen Effekte einer verstärkten energetischen Biomassenutzung beitragen soll (EKARDT & HENNING 2009). Sie bestimmt, dass Flächen mit einem hohen Naturschutzwert für die biologische Vielfalt und Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand sowie Flächen, auf denen Torfmoose vorkommen, nicht mehr für den Anbau der Rohstoffe vergütungsfähiger flüssiger Biomasse genutzt werden dürfen. Flüssige Biomasse, die nach dem EEG vergütet wird, muss im Vergleich zu fossilen Energieträgern 35 % weniger Treibhausgase freisetzen. Außerdem wird ein Nachweis- und Kontrollsystem statuiert. Auch wenn dies ein Schritt in die richtige Richtung ist, so bleiben doch eine gewisse Unschärfe der Regelung, das „Verlagerungsproblem“ und damit auch die Ausnahme der Lebensmittelproduktion (EKARDT & HENNING 2009). Die Nachhaltigkeitsverordnung für Biokraftstoffe steht kurz vor der Verabschiedung.

6. Landschaften 2030

Von dem geplanten verstärkten Anbau von Biomasse wird, ohne gezieltes Gegensteuern, eine negative Wirkung auf die biologische Vielfalt auf der (unterartlichen und) Artebene ausgehen. Auch Ökosysteme bzw. Landschaften können verarmen und in Bezug auf Nährstoffe und Strukturen nivelliert werden. Da Anbauflächen nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen, wird die Flächenkonkurrenz zu Grünland- und Brachflächen zunehmen. Naturschutzflächen sollten künftig besser durch spezifizierte Schutzgebietsverordnungen abgesichert werden, um in ihrer Qualität erhalten zu bleiben.

Maßnahme gegen diese ökologisch negativen Folgen sind möglich und sollten politisch forciert werden. Chancen können insbesondere in einem extensiven Anbau oder der Nutzung

von Landschaftspflegeschnitt liegen. Regionale Gegebenheiten und Empfindlichkeiten sollten über die Planung in regionale Strategien einfließen.

Naturschutz kann nicht standardisiert werden, muss aber das Primat einer nachhaltigen Energiepolitik bleiben.

7. Zusammenfassung

Der zunehmende Biomasseanbau führte bislang:

- zum Verlust von Grünland und Brachflächen
- der weiteren Intensivierung der Landwirtschaft und Forstwirtschaft
- regional zur Verengung von Fruchtfolgen bzw. zunehmenden Flächenanteilen einzelner Energiepflanzen und
- der Zunahme von Kurzumtriebsplantagen (Dauerkulturen).

Es gibt eine große Anzahl von Anbauformen und Nutzungspfaden, die eine differenzierte regionale Anwendung im naturräumlichen Kontext möglich machen. Notwendig ist, dass keine einseitige Fokussierung auf die Energieausbeute geschieht, sondern ein Weg gefunden wird, der den geplanten massiven Ausbau in diesem Bereich natur- und klimaverträglich macht und gleichzeitig eine kommunale Wertschöpfung bietet. Deshalb ist es dringend erforderlich:

- Klimaschutzziele und Erhaltung der Biodiversität gemeinsam zu realisieren
- im Rahmen optimierter Planungsprozesse den lokalen Empfindlichkeiten in Bezug auf Biodiversität, Wasserhaushalt, Boden Rechnung zu tragen
- im Anbau zu extensivieren, diversifizieren und ausdauernde Kulturen einzusetzen oder Landschaftspflegegut zu nutzen.

Ohne einen stärkeren in-situ-Schutz der Biodiversität wird Deutschland die Ziele seiner Strategie zur biologischen Vielfalt nicht erreichen. Hier kommt der Landwirtschaft eine besondere Bedeutung zu (BMU 2007).

8. Literatur

- AGEB (ARBEITSGEMEINSCHAFT ENERGIEBILANZEN E. V.) (2009): Daten. [http://www.ag-energiebilanzen.de/\(22.01.2010\)](http://www.ag-energiebilanzen.de/(22.01.2010)).
- AUTORENKOLLEKTIV (UNIVERSITÄT GREIFSWALD DUENE E. V.) (2009): Paludikultur. Perspektiven für Mensch und Moor. Greifswald: Universität Greifswald, Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE E. V.).
- BAUMANN, A., OPPERMAN, R., ERDMANSKI-SASSE, W. (2007): Bioenergie? – Aber natürlich! Ansbach, Berlin: DVL und NABU. DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“ 12.
- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG LANDWIRTSCHAFT UND VERBAUCHERSCHUTZ), BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2009): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung. Berlin: BMU, BMELV.

- BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Vom Bundeskabinett am 07.11.07 beschlossen Berlin: BMU.
- DMK (DEUTSCHES MAISKOMITEE) (2009): Maisanbaufläche Deutschland 2008 und 2009 (vorläufig). Im Internet unter: http://www.maiskomitee.de/web/upload/pdf/produktion/Maisanbauflaeche_D_08-09.pdf (Stand: 05.08.2009).
- DOYLE, U., VOHLAND, K., ROCK, J., SCHÜMMANN, K., RISTOW, M. (2007): Nachwachsende Rohstoffe – eine Einschätzung aus Sicht des Naturschutzes. *Natur und Landschaft* 82 (12), S. 529–535.
- EKARDT, F., HENNING, B. (2009): Die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung: Chancen und Grenzen von Nachhaltigkeits-Kriterienkatalogen. *Zeitschrift für Umweltrecht* 11/2009, S. 543–551.
- FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (FNR) (2010): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Im Internet unter: <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/service/daten-und-fakten/anbau.html?spalte=3> (Stand: 03.03.2010)
- GREIFF, K., WEBER-BLASCHKE, G., FAULSTICH, M., VON HAAREN, C. (2010): Förderung eines umweltschonenden Energiepflanzenanbaus. Vorschlag für eine raum- und energiepflanzendifferenzierte Prämie. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (4), S. 101–107.
- GURRATH, P. (2009): Landwirtschaft in Deutschland und der Europäischen Union 2009. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- OPPERMANN, R., BEIL, M., GELHAUSEN, J., BRUNK, I., HAACK, S., UNSELT, C., HELMECKE, A., HÖTKER, H., RASRAN, L., BLEW, J., VOIGT, N., KOLLMER, P., POSCHLOD, P., RÖMERMAN, C., KÄRCHER, A. (2009): Gemeinsame Agrarpolitik: Cross Compliance und Auswirkungen auf die Biodiversität. Ergebnisse eines Forschungsvorhaben im Auftrag des BfN. Mannheim: Institut für Agrarökologie und Biodiversität (ifab).
- NITSCH, H., OSTERBURG, B., ROGGENDORF, W. (2009): Landwirtschaftliche Flächennutzung im Wandel – Folgen für Natur und Landschaft. Eine Analyse agrarstatistischer Daten. Berlin: NABU, DVL.
- NITSCH, H., OSTERBURG, B., BUTTLAR, B., BUTTLAR, H. (2008): Aspekte des Gewässerschutzes und der Gewässernutzung beim Anbau von Energiepflanzen. Endbericht (Arbeitsberichte aus der VTI-Agrarökonomie 3/2008). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI). Forschungsvorhaben im Auftrag des UBA.
- NITSCH, J., WENZEL, B. (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland. Leitszenario 2009. Berlin: BMU.
- OEMICHEN, K. (2010): Klimabilanzen bei der Reststoffverwertung. Vortrag, Bioenergie aus der Landschaftspflege, 10.02.2010, Berlin.
- PETERS, W., SCHULTZE, C., SCHÜMMANN, K., STEIN, S. (2010): Bioenergie und Naturschutz. Synergien fördern, Risiken vermeiden. Bonn: BfN. Positionspapiere des BfN.
- SCHÜMMANN, K. (2008): Nachwachsende Rohstoffe als nachwachsendes Problem bei invasiven Arten? *Natur und Landschaft* 83 (9/10), S. 438–440.
- SCHÜMMANN, K., WAGNER, F., LUICK, R. (2009): Naturschutzstandards für den Biomasseanbau. Endbericht (Entwurf). Rottenburg: Hochschule für Forstwissenschaft. FKZ 3507 82 150.

SRU (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN) (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten. Berlin: Erich Schmidt.

SRU (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN) (2009): Für eine zeitgemäße Gemeinsame Agrarpolitik (GAP). Berlin: SRU. Stellungnahme 14.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2009): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei – Bodennutzung der Betriebe. – In: Fachserie 3 Reihe 3.1.2. Wiesbaden.

THRÄN, D., EDEL, M., SEIDENBERGER, T., GESEMANN, S., RHODE, M. (2009): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung. 1. Zwischenbericht. Leipzig: Deutsches Biomasseforschungszentrum und Institut für Umweltplanung der Leibnitz Universität Hannover. FKZ 0327 635.

Erneuerbare Energien – Flächenbedarfe und Landschaftswirkungen

Jürgen Peters

1. Einleitung

Schon immer hat die Energieversorgung die Kulturlandschaft geprägt. Die Brennholznutzung der bäuerlichen Gesellschaft hat im Mittelalter das Bild der Wälder verändert und zu einer überwiegend halboffenen Landschaft geführt. Die heutige Ausprägung der Lüneburger Heide ist auf den enormen Energiebedarf der Salzsiederei in Lüneburg im Mittelalter zurückzuführen.

Durch den Braunkohletagebau in der Niederlausitz und im Rheinland wurden ganze Landstriche völlig umgestaltet, mit der Folge der Zerstörung gewachsener Kulturlandschaften.

Windmühlen prägen seit dem 13. Jahrhundert von Spanien bis Holland das Gesicht der europäischen Landschaften.

Am Beispiel des Ausbaus der Windenergie wird aktuell deutlich, dass sich der Ausbau der Erneuerbaren Energien auch heute nicht konfliktfrei vollziehen lässt.

In der Diskussion um das Für und Wider der Erneuerbaren Energien wird allerdings häufig übersehen, dass auch die Nutzung fossiler Energieträger (Kohle, Öl, Erdgas) und des Urans mit erheblichen Wirkungen auf die Landschaft verbunden ist. Nicht immer werden diese unmittelbar am Ort des Energieverbrauchs sichtbar. So wird vor allem bei der Atomenergie das falsche Bild einer vermeintlich „sauberen“ Energie suggeriert, obwohl die Verknappung des Rohstoffs bereits zu umfangreichen Sondierungen in sensiblen Regionen, wie z.B. Lappland, führt. Die Bedingungen der Ölförderung in Russland sind mit katastrophalen Wirkungen auf Umwelt und Gesundheit verbunden. Dem Ölsandabbau fallen in Kanada in den nächsten Jahrzehnten 300.000 Hektar Wald zum Opfer, mit erheblichen Auswirkungen auf das Ökosystem (RESENHOEFT 2010).

Um die Auswirkung einer Energiewende auf die Landschaft zu prognostizieren, sind folgende Fragen relevant:

- Wie wirken sich die Erneuerbaren Energien (EE) im Vergleich zu den bisherigen fossilen und nuklearen Energieträgern aus?
- Welcher Anteil Erneuerbarer Energien ist in Deutschland in welchen Zeitstufen erreichbar?
- Welche Flächen müssen hierfür in Anspruch genommen werden?
- Welche Zielkonflikte sind beim Ausbau der EE im Verhältnis zu anderen Zielen der Landschaftsentwicklung zu erwarten?
- Welche Gestaltungs- und Steuerungsmöglichkeiten gibt es, um die Zielkonflikte zu entschärfen?

Tabelle 1: Konfliktbereiche der Energieträger im Vergleich (Quelle: eigene Darstellung)

	Landschaftsbild	Fauna	menschliche Gesundheit	weitere langfristige Umweltwirkungen	Klima-veränderung	Ressourcen-verbrauch (Generationen-gerechtigkeit)
Windkraft						
Fotovoltaik						
Biomasse						
Geothermie						
Braunkohle						
Uran (Atomkraft)						
Erdöl						
Erdgas						



Die Wirkungen der verschiedenen Energieträger im Vergleich zeigt Tabelle 1 (Konfliktbereiche). Hierbei wird deutlich, dass die Erneuerbaren Energien keine oder nur wenig negative Auswirkungen auf die Indikatoren „menschliche Gesundheit“, „langfristige Umweltwirkungen“ oder „Klimaveränderungen“ haben. Hier liegen bei den „konventionellen“ Energien die großen Konfliktfelder.

Im Bereich der unmittelbaren Wirkungen auf die Kulturlandschaft sind die Auswirkungen auf das Landschaftsbild und auf die Fauna an erster Stelle zu nennen. Hier ist die Windkraft unter den Erneuerbaren Energien besonders konfliktträchtig. Auf die Notwendigkeit und die Möglichkeiten der räumlichen Steuerung wird im Kapitel 2 im Einzelnen eingegangen.

Langfristig muss das Ziel verfolgt werden, möglichst bald die Energieversorgung weltweit auf Erneuerbare Energien umzustellen. Deutschland hat sich für das Jahr 2050 das Ziel gesetzt,

50% des Energieverbrauchs aus Erneuerbaren Energien zu decken. Zur Erreichung dieses Zieles werden regional unterschiedliche Pfade verfolgt: In Norddeutschland ist es in erster Linie die Windenergie, die einen wesentlichen Beitrag zum Energiemix liefern soll. Biomasse kann in den Agrarlandschaften Norddeutschlands, aber auch in den Waldgebieten der Mittelgebirgsregionen einen erheblichen Beitrag zur Energieversorgung liefern. Für Brandenburg sollen Windenergie und Biomasse zusammen immerhin 87% der EE liefern (LANDESREGIERUNG BRANDENBURG 2006).

Ländliche Regionen müssen hierbei einen erheblich höheren Grad der Selbstversorgung leisten, um den Energiebedarf der Ballungszentren mit abzudecken.

2. Landschaftswirkungen und Steuerungsmöglichkeiten

Wie in Tabelle 1 gezeigt, hat jede Form der EE-Gewinnung ungewollte spezifische Wirkungen auf die Umwelt. Auch die Steuerungsmöglichkeiten unterscheiden sich grundlegend. Während die technologischen Formen der Energiegewinnung, wie Windkraft und Fotovoltaik, durch die Ausweisung spezieller Standorte in der Raum- und Bauleitplanung steuerbar sind, gilt dies für die Biomasse nur bedingt. Im Folgenden werden die Flächenwirkungen und Gestaltungsmöglichkeiten im Einzelnen dargestellt. Auf die Geothermie wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen, da deren Bedeutung für die Energieversorgung in Deutschland (bisher) noch gering ist.

2.1 Biomasse

Bei der Nutzung von Biomasse für die Energieerzeugung ist die Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion zu beachten. Hier stellen sich ethische Fragen, die insbesondere von den Kirchen in Deutschland kritisch diskutiert werden (vgl. KATHOLISCHE LANDVOLKBEWEGUNG DEUTSCHLAND 2006).

Derzeit kann man davon ausgehen, dass ca. $\frac{1}{3}$ der Landwirtschaftlichen Nutzfläche von 169 Tsd. km² für die Erzeugung von Biomasse zur Verfügung stehen (PETERS & WACHTER 2007). Dieser Anteil könnte erhöht werden, wenn sich die Ernährungsgewohnheiten verändern. Ein entscheidender Indikator ist der Fleischanteil. GURRATH 2008 gibt für die Bundesrepublik Deutschland einen jährlichen Fleischkonsum von 58,4 kg pro Person an (Stand 2007). WOITOWITZ 2007 nennt einen Konsum von 84 kg pro Person und Jahr und berechnet, dass durch eine Reduzierung dieses Konsums auf 31 kg pro Person und Jahr bei konventioneller Produktion eine Fläche von 28 Tsd. km² freigesetzt würde.

Schwer einschätzbar ist der Einfluss des Klimawandels auf die Biomassepotentiale. Die Verfügbarkeit von Wasser während der Vegetationsperiode wird den Ertrag der Biomasse in den kontinental geprägten Regionen wie Brandenburg in Zukunft limitieren.

Insgesamt sind derzeit drei Tendenzen beim Biomasseanbau zu beobachten:

- Eine Einengung der Fruchtfolgen mit der eindeutigen Dominanz der beiden Hauptenergiepflanzen Mais und Raps. Diese beiden Pflanzen machen in Brandenburg 84 % der ackerbaulichen Energiepflanzen aus (MLUV BRANDENBURG 2009).
- Der Verlust von Brachflächen. Der seit den 1980er Jahren mit Stilllegungsprämien geförderte Zuwachs von Brachflächen auf ein Maximum von 1.438.646 ha bundesweit im Jahre

1994 ist bis 2007 auf 648.229 ha zurückgegangen¹, da der Pflanzenbau sich unter den Bedingungen steigender Weltmarktpreise auch auf geringwertigeren Ackerböden wieder lohnt.

- Ein Verlust von Dauergrünland zugunsten von Ackerland. Im Zeitraum von 2000 bis 2007 nahm der Grünlandanteil in Deutschland um 113.000 ha von 29,6 % auf 28,8 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche ab². Hier ist der lukrative Anbau von Energiepflanzen jedoch nur eine treibende Kraft neben anderen, zu der auch die Inanspruchnahme von Grünland durch Siedlungs- und Verkehrsflächen zählt.

Die raumordnerischen Steuerungsmöglichkeiten des Biomasseanbaus sind begrenzt. Es gibt in der Regionalplanung nur wenige Ansätze, mit dem Instrumentarium von Vorrang- oder Vorbehaltsflächen Beschränkungen vorzunehmen. Allenfalls in naturschutzrechtlichen Schutzgebieten bestehen Auflagen, die bestimmte Intensivierungen untersagen. Aussichtsreicher sind demgegenüber „weichere“ Steuerungsansätze, die in einer Verbindung von Förderung und Verpflichtung bestehen. Prämienzahlungen aus den Mitteln der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union (EU) sind an Umweltleistungen zu koppeln („cross compliance“). Ziel sollte es sein, Naturschutzziele schlagbezogen in die landwirtschaftliche Praxis zu integrieren. Zu nennen wären hier folgende Maßnahmen:

- Vertragsnaturschutzrechtliche Vereinbarungen mit dem Ziel:
 - des Verzichtes der Verwendung gentechnisch veränderter Pflanzen
 - der Begrenzung des chemischen Pflanzenschutzes und der Düngung unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes
 - der Festlegung bestimmter technischer Maßnahmen (z. B. Verschiebung des Mähzeitpunktes unter Berücksichtigung avifaunistischer Aspekte)
- Erhöhung der Anzahl von Trittsteinbiotopen
- Maßnahmen der Biotopverbindung

Eine relativ neue Form der Energiepflanzenproduktion ist die Anlage von Kurzumtriebsplantagen. Nach dem Gesetz zur Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen (FGIG) können Areale für den Anbau von Kurzumtriebswäldern im Rahmen der Flächenstilllegung ausgewiesen werden und gelten dann nicht als Wald im Sinne des Bundeswaldgesetzes.

Die Erwartung, dass Kurzumtriebsplantagen (KUP) in erheblichem Maße das Landschaftsbild bestimmen, hat sich bisher nicht erfüllt. Hierfür dürfte eine gewisse konservative Grundhaltung vieler Landwirte verantwortlich sein. Mit der Anlage von KUP würde eine ackerbauliche Festlegung für viele Jahre erfolgen. Demgegenüber kann der Anbau einjähriger Ackerpflanzen marktorientiert jährlich flexibel entschieden werden. Zudem ergeben sich hinsichtlich der Ernte- und Lagerungstechnik neue Fragen. Trotz dieser Hindernisse ist davon auszugehen, dass sich die Flächenanteile von KUP in den nächsten Jahrzehnten erheblich ausweiten werden.

Aus naturschutzfachlicher Sicht sind KUP im Vergleich zu anderen ackerbaulichen Nutzungen nicht generell günstiger zu beurteilen. In einzelnen Artengruppen (z. B. Laufkäfer) kann die Biodiversität sogar geringer ausfallen als auf Ackerflächen (SCHULZ ET AL. 2009). Für die

1 Quelle: STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2009. Kurzumtriebsplantagen sind nicht als Brachflächen erhoben.

2 Quelle: STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG 2009.

Biodiversität positiv sind hingegen die Randstrukturen im Übergang von Gehölz zu Acker/-Grünland oder auch die Saumstrukturen entlang von Wegen zu beurteilen.

KUP können daher durchaus einen positiven Beitrag zur Biodiversität und für das Landschaftsbild leisten, sofern folgende Regeln beachtet werden:

- Verwendung landschaftstypischer Gehölze
- Vermeidung großflächiger Plantagen/Erhöhung der Saumstrukturierung durch gliedernde Elemente
- Orientierung an landschaftstypischen Raummustern (Höhenlinien, Schlagstrukturen u. dgl. – vgl. Abbildung 1)
- Gestaffeltes Umtriebsmanagement, um großflächige Kahlschläge zu vermeiden



Abbildung 1: Mögliche Anordnung von Kurzumtriebsplantagen in einer holsteinischen Knicklandschaft – links: Ist-Zustand, rechts: mit KUP (Quelle: eigene Darstellung)

Folgende Gebiete sollten für die Anlage von KUP tabu sein:

- FFH-Flächen
- Naturschutzgebiete
- Naturschutzfachlich wertvolle Offenlandgebiete (Magerrasen, Wiesenbrüterflächen, Bachauen, Waldwiesen u. a.)

Besonders geeignet sind ausgeräumte Intensivackerflächen sowie Altlasten- und Konversionsstandorte.

Bei der Anlage von KUP auf Ackerflächen sollten bedeutende Sichtbeziehungen oder kulturhistorische Landschaftselemente mit Abstandsflächen berücksichtigt werden.

Obwohl KUP keine naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen sondern eine wirtschaftlich motivierte Landnutzungsform sind, wäre die Honorierung von Leistungen zur naturschutzfachlichen Ausgestaltung von KUP, etwa durch die Anlage von Rand- oder Binnenstrukturen, angemessen.

Neben der Produktion von Energiepflanzen auf Ackerflächen steht noch die Biomasse aus der Landschaftspflege zur Verfügung, die bisher noch nicht in vollem Umfang genutzt wird. Hier wären zu nennen:

- Waldrestholzverwertung
- Naturschutzmanagement (Schilfmahd u. a.)
- Bankettschnitt von Verkehrswegen

- Gewässerrandstreifen-Pflege
- Schnittgut aus der Pflege öffentlicher Grünanlagen (Parkanlagen, Dorfanger u. a.)
- Private Grünflächen (Hausgärten)

Gerade in der Landschaftspflege lassen sich Synergien zwischen Naturschutz- und Umweltzielen erreichen. So entspricht die Entnahme von Biomasse aus wiedervernässten Moorstandorten dem Ziel einer dauerhaften Etablierung von Großseggenrieden (WICHTMANN ET AL. 2009).

In der nachfolgenden Übersicht sind die verschiedenen Biomasseformen im Vergleich dargestellt.

Tabelle 2: Landschaftliche Wirkungen und Steuerungsmöglichkeiten der Biomasseformen im Vergleich (Quelle: eigene Darstellung)

Biomassetypen	Flächenkonkurrenz Nahrungsmittel- produktion	Wirkungen auf Kulturlandschaft (Landschaftsbild/ Biodiversität)	Steuerungsbedarf	Steuerungs- möglichkeit
Raps, Mais	hoch	mittel	gering	KULAP
Kurzumtriebsplantagen (Holz)	mittel	mittel-hoch	hoch	Informell Vertragsnaturschutz KULAP
Grünanlagen, Gewässerpflege etc.	keine	keine	nein	informell

Neben der rein energetischen Verwertung ist die materielle Verwertung der Biomasse zur Substitution von Erdöl als „Biokunststoff“ ein weiteres Einsatzgebiet in einer postfossilen Gesellschaft. Durch die als „Downcycling“ bezeichnete stufenweise Nutzung der Biomasse mit der Restverwertungsoption „Energie“ lassen sich beide Ziele gleichzeitig verfolgen.

2.2 Windenergie

Die Windenergie hat in den letzten Jahren den stärksten Zuwachs unter den Erneuerbaren Energien erfahren. Bis 2020 wird die Windkraft mit einer prognostizierten installierten Leistung von 28.000 MW zu einem Anteil von 15 % an der Bruttostromerzeugung beitragen. Der weitere Ausbau bis 2050 mit einem Beitrag von 36 % an der Bruttostromerzeugung ist vor allem auf den Ausbau der Off-Shore-Anlagen in Nord- und Ostsee zurückzuführen.

Der Ausbau der On-Shore Windanlagen wird in den norddeutschen Bundesländern bis 2020 eine wesentliche Rolle im EE-Mix spielen. Dies gelingt durch eine Effizienzsteigerung innerhalb der bereits bebauten Windeignungsgebiete mittels „Repowering“³ sowie durch eine Ausweitung der Windeignungsgebiete.

Für Brandenburg soll die Windenergie im Jahre 2020 mit 7.500 kW einen Beitrag von 45 % an den Erneuerbaren Energien leisten (LANDESREGIERUNG BRANDENBURG 2006). Dies setzt voraus, dass die bisherigen Windeignungsgebiete von bisher 330 km² auf 550 km² erweitert werden. Damit wären 1,9 % der Landesfläche mit Windkraftanlagen belegt. Diese Fläche wird jedoch keineswegs der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen: Im Unterschied zur Fotovoltaiknut-

3 Ersatz älterer Anlagen durch neue leistungsstärkere WKA.

zung (s. Kap. 2.3) ist die Windkraftnutzung⁴ auf derselben Fläche mit der Produktion von Biomasse kombinierbar.

Ein Hauptproblem der Windkraftnutzung ist daher nicht die Flächeninanspruchnahme, sondern vielmehr die landschaftsästhetische Wirkung. Die immense Größe führt dazu, dass Windkraftanlagen bis zu einer Entfernung von 5.000 m sichtbar sind (Abbildung 2), unter bestimmten topographischen Bedingungen sogar noch weiter.



200 m



500 m



1000 m



5000 m

Abbildung 2: Sichtbarkeit von Windkraftanlagen (Fotos: S. HEMPP 2009)

Aus sozialempirischen Untersuchungen (u. a. NOHL 1993, WEIGEL 2007) ist bekannt, dass die Wirkintensität nicht einfach einer linearen Funktion folgt, sondern dass offensichtlich im Nahbereich solcher Anlagen bis etwa 1.000 m andere psychologische Aspekte („Bedrohungsgefühl“) eine Rolle spielen als bei größeren Entfernungen. Die Geräuschentwicklung und der Schattenwurf sind in der Nahdistanz ebenfalls wesentliche Störfaktoren. Aus diesen Gründen werden in den Regionalplänen entsprechende Pufferzonen zu Wohngebieten festgesetzt.

Insgesamt ist die Akzeptanz der Windkraft in Deutschland jedoch in den letzten Jahren eher gestiegen. Eine Befragung in Freiburg hat eine 95 %ige Zustimmung zum Ausbau der Windenergie ergeben (vgl. JANZING 2009). Im Widerspruch dazu gab es zum Thema Windkraftanlagen in der Region Uckermark-Barnim jedoch bisher 3.587 Einwendungen gegen die in der

4 Der eigentliche Flächenbedarf einer Windkraftanlage beträgt max. 500 m² pro Anlage (Fundament, Trafostation und Zuwegung).

Regionalplanung verfolgte Neuausweisung von Standorten, davon 1.160 bezogen auf die landschaftliche Wirkung der Anlagen⁵.

Hier zeigt sich das typische NIMBY⁶-Prinzip: Bei aller Akzeptanz im Grundsatz regt sich Widerstand bei persönlicher Betroffenheit.

Die Ausweisung von Windeignungsgebieten gemäß §8 Abs.7(3) ROG im Regionalplan steht daher vor der Aufgabe, die Belange der Bevölkerung vor Ort, den Artenschutz (hier vor allem Avifauna) und den Schutz des Landschaftsbildes ausgewogen zu berücksichtigen. Zum Schutz des Landschaftsbildes genießen besonders die naturnahen oder kulturhistorisch geprägten, bisher wenig technisch überformten Landschaftsräume einen Schutzanspruch.

An der FH Eberswalde wurde im Auftrag der Regionalen Planungsstelle Uckermark-Barnim eine Methodik entwickelt, Landschaftsräume von besonderer Eigenart, Vielfalt und Schönheit bei der Ausweisung der Eignungsgebiete als Taburäume auszuweisen (PETERS ET AL. 2009).

Insgesamt wurden für den Regionalplan Uckermark-Barnim⁷ u.a. folgende Taburäume mit entsprechenden Schutzabständen festgelegt:

- Wohngebiete und Einzelhäuser – 800 m
- Gebiete mit hochwertigem Landschaftsbild – 500 m
- Stehende Gewässer (> 1 ha), Gewässer 1. Ordnung – 500 m
- Waldflächen – 200 m
- SPA und FFH-Gebiete (ohne Pufferung)

Das Ergebnis einer solchermaßen durch Taburäume negativ definierten Ausweisung der Windeignungsgebiete zeigt die nachfolgende Abbildung.

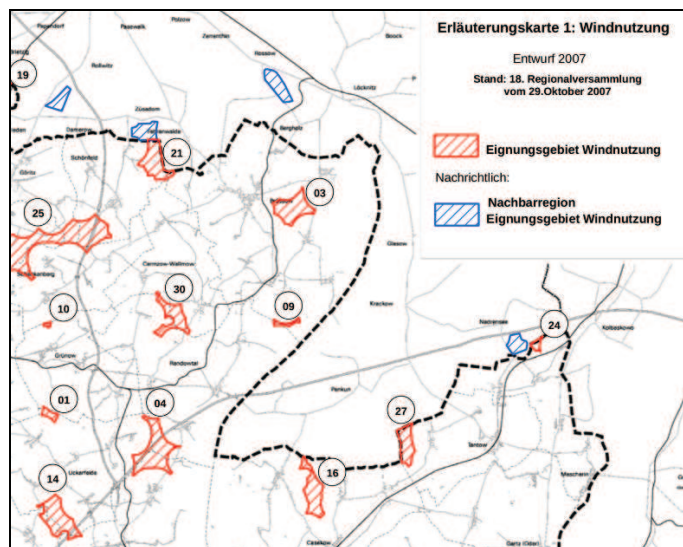


Abbildung 3: Ausweisung von Eignungsgebieten im sachlichen Teilregionalplan „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“, Auszug aus dem Regionalplan Uckermark Barnim (Quelle: REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UCKERMARK-BARNIM 2007)

5 Angabe aus REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UCKERMARK-BARNIM (2008). Stellungnahmen von Trägern öffentlicher Belange und Unternehmen sind hier allerdings mit enthalten.

6 NIMBY = Not In My Backyard

7 REGIONALPLAN UCKERMARK-BARNIM (2004)

Wenn man die landschaftlichen Auswirkungen der Windenergie sachgerecht beurteilen will, muss man auch die naturschutzrechtlichen Kompensationsmaßnahmen gemäß § 18 BNatSchG berücksichtigen.

Für das Bundesland Brandenburg ist eine Ausgleichsabgabe in Höhe von 100 € pro Meter Masthöhe zu zahlen. Für einen Windpark mit 20 Windrädern und einer Nabenhöhe von 120 m ist demnach ein Kompensationsumfang in Höhe von 240.000 € fällig. Dieses Geld kann im Umfeld der Anlage zur Wiederherstellung von Landschaftsstrukturen verwendet werden, die beispielsweise im Zuge der Komplexmelioration zu DDR-Zeiten in den 1970er Jahren beseitigt worden sind. Die technische Anlage lässt sich auf diese Weise zwar nicht kaschieren, jedoch wird das Landschaftsbild dauerhaft – auch nach einem Rückbau der Anlage⁸ – aufgewertet.

Beispiele für mögliche Ausgleichsmaßnahmen in Nordost-Brandenburg können sein:

- Wiederherstellung naturraumtypischer Biotope, wie Sölle, Trockenrasen etc.
- Restaurierung kulturhistorischer Landschaftselemente, wie:
 - Pflasterwege/Feldsteinmauern
 - Gutsparkanlagen
 - Alleen und Hecken

Eine weitere Möglichkeit, die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und des Erholungspotenzials der Landschaft zu minimieren, besteht im gezielten Einsatz von Sichtschutzmaßnahmen durch Gehölzpflanzungen. Hierbei können insbesondere touristisch besonders relevante Blickbeziehungen entlang von Erholungswegen berücksichtigt werden, aber auch Sichtbeziehungen aus Dorflagen (vgl. PETERS ET AL. 2010).

Die fachgerechte Auswahl der Maßnahmen sollte auf der Basis kommunaler Landschaftspläne oder der Pflege- und Entwicklungspläne in den Großschutzgebieten erfolgen.

2.3 Fotovoltaik-Freiflächenanlagen

Hinsichtlich der Nutzung der Fotovoltaik ist zwischen Dachflächennutzung und Freiflächenanlagen zu unterscheiden. Auch wenn die Netzeinspeisung des Solarstroms durch das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG-Gesetz) für gebäudegebundene Anlagen um 20% höher vergütet wird als bei Freiflächenanlagen, sind letztere für größere Investitionsfonds dennoch interessant, da die Flächenverfügbarkeit durch den zusammenhängenden Grundbesitz einfacher realisierbar ist als bei einer Vielzahl kleinteiliger Dachflächen. Derzeit sind Fotovoltaik-Freiflächenanlagen ab einer Größe von 10 ha wirtschaftlich zu betreiben.

Aktuell stellt die Fotovoltaik mit einem Anteil von 0,7% am Bruttostromverbrauch in Deutschland nur ein Nischensegment dar. Allerdings ist nach Prognosen von NITSCH (2008) in den nächsten Jahrzehnten mit durchaus erheblichen Zuwachsraten zu rechnen. Die heutige Stromerzeugung in Höhe von 6 TWh/a wird sich hiernach bis zum Jahre 2050 auf einen Wert von 28 TWh/a fast verfünffachen. Sie würde dann eine höhere Leistung als die Wasserkraft (25 TWh/a) erreichen, läge aber nur bei 13% der durch Windkraft erzeugten Leistung.

8 Die technische Lebensdauer einer WKA beträgt 20 – 30 Jahre. Der Betreiber hat nach § 35 Abs. 5 BauGB die Verpflichtung zum anschließenden Rückbau, wofür er üblicherweise eine Sicherheitsleistung in Form einer Bankbürgschaft oder durch eigene Rücklagen zur Verfügung stellt (BUNDESVERBAND WINDENERGIE E. V. 2008).

Im Vergleich zu Windkraftanlagen haben Fotovoltaikanlagen zwar aufgrund ihrer niedrigen Bauhöhe den Vorteil der geringeren Fernsichtbarkeit, allerdings tritt hier das Problem der Flächenkonkurrenz zur Biomasse auf. Während WKA die bisherige landwirtschaftliche Flächennutzung weiter zulassen, ist eine vergleichbare Unternutzung bei Fotovoltaikanlagen aufgrund der Verschattung und der technischen Anlagenkonstruktion nicht machbar.

Eine Beeinträchtigung der Avifauna ist bei großflächigen Fotovoltaikanlagen durchaus möglich, insofern sind diese Anlagen nicht in jedem Fall faunistisch verträglicher als WKA.

Zur besseren Eingliederung in das Landschaftsbild ist es – ähnlich wie bei den Kurzumtriebsplantagen (s. Kap. 2.1) – auch bei größeren Fotovoltaikanlagen sinnvoll, diese in kleinere Flächeneinheiten zu gliedern und die Gestaltung an die wesentlichen Landschaftsstrukturen (Relief, Schlagstrukturen etc.) anzupassen. Im Unterschied zur Windkraft ist eine Sichtschutzpflanzung in den Randbereichen als naturschutzrechtliche Ausgleichsmaßnahme gut möglich.

GÜNNEWIG ETAL. (2009) haben am Beispiel Brandenburgs nachgewiesen, dass die derzeit verfügbaren Flächen kaum ausreichen, um die EE-Ziele bis zum Jahr 2020 zu erreichen. Hemmnisse sind vor allem die hohen Sanierungskosten für die ehemals militärisch genutzten Areale. Sie fordern dazu auf, konfliktarme Landschaftsräume auf regionaler Ebene zu ermitteln.

Ähnlich wie bei der Windkraft kann es auch für die Bereitstellung konfliktarmer Landschaftsräume bei der Fotovoltaik sinnvoll sein, in den Regionalplänen „Eignungsgebiete“ auszuweisen. Hierdurch wären die außerhalb liegenden Räume als Taburäume geschützt. Nur wenige Planungsregionen haben von diesem Steuerungsinstrument allerdings bisher Gebrauch gemacht. Im Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge (REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT OBERES ELBTAL/OSTERZGEBIRGE 2009) sind „Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Solarenergienutzung“ ausgewiesen. Üblicherweise beschränkt sich jedoch die raumordnerische Reglementierung von Fotovoltaik-Freiflächenanlagen in der Regionalplanung bisher auf die Ausweisung von Ausschlussflächen, wozu Vorranggebiete für andere Nutzungen (Landwirtschaft, Waldmehrung, Rohstoffgewinnung) sowie nach Kriterien des Landschafts- und Kulturdenkmalschutzes ausgewählte Flächen zählen (z. B. in REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT WEST-SACHSEN 2008).

GÜNNEWIG ETAL. (2009) haben für das Land Brandenburg folgende Räume als Tabugebiete definiert:

- aus Sicht der Raumordnung
 - Freiraumverbund im Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg
 - Vorranggebiete für die Gewinnung oberflächennaher Rohstoffe in den Regionalplänen
 - Eignungsgebiete Windnutzung in den Regionalplänen
 - Vorranggebiete Freiraumverbund in den Regionalplänen
 - Vorranggebiete Hochwasserschutz
- aus Sicht des Naturschutzes
 - Natura 2000: FFH-Gebiete und SPA/Vogelschutzgebiete
 - Naturschutzgebiete
 - Nationalparks
 - Kernzonen von Biosphärenreservaten (i. d. R. NSG)
 - Gesetzlich geschützter Landschaftsbestandteil und Biotope gemäß § 32 BbgNatSchG

Auf der Ebene der Bauleitplanung könnte es sinnvoll sein, weitere Kriterien für die Standort-Finplanung heranzuziehen. So wäre es z.B. denkbar, Abstandregelungen zu historischen Landschaftsstrukturen, wie historischen Ortslagen, Alleen oder Gutsparks zu definieren (vgl. PETERS & GRAUMANN 2006).

3. Schlussfolgerungen und Ausblick

Zur Beantwortung der Frage, welche Energieform am besten geeignet ist, um die Energieziele auf regionaler Ebene umzusetzen, ist es wichtig zu wissen, welcher spezifische Flächenbedarf anzunehmen ist.

Abbildung 4 zeigt die jeweiligen Flächenanteile, die zur Elektrizitätsversorgung einer Siedlung mit etwa 250 Haushalten benötigt werden. Es wird deutlich, dass der Flächenbedarf bei den technischen Anlagen Fotovoltaik und WKA mit 4–6 ha für 1 GWh erheblich geringer ist als bei Biogas. Diese Zahlen sind allerdings immer unter dem Vorbehalt des technischen Fortschritts zu sehen, es ist zu erwarten, dass die Energieausbeute pro Flächeneinheit in den nächsten Jahrzehnten stetig steigen wird.

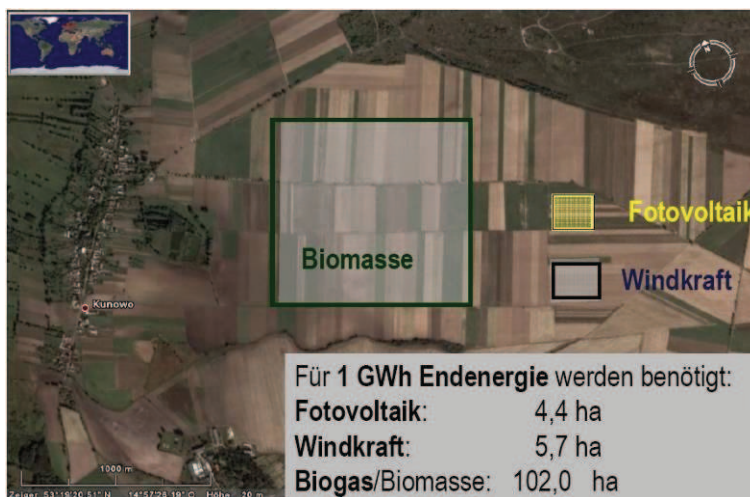


Abbildung 4: Flächenbedarf Erneuerbarer Energien

(Quelle: eigene Darstellung, Kartengrundlage: GOOGLE EARTH)

Würde man unter Weiterführung der in der Leitstudie des BUNR (NITSCH 2008) angenommenen Voraussetzungen eine über das Jahr 2050 hinausgehende 100%ige Deckung des Energiebedarfs der Bundesrepublik Deutschland aus Erneuerbaren Energien verfolgen und einen Energiemix annehmen, der zu 40 % aus nicht-flächenrelevanten Energieformen (Biomasse aus Reststoffen, Geothermie, gebäudegebundene Solarenergie, offshore-Windkraft und Wasserkraft) gedeckt wird sowie die Biomassepotenziale auf etwa $\frac{1}{3}$ der derzeitigen landwirtschaftlichen Nutzfläche ausschöpft, so wäre bei einem Gesamtenergiebedarf von 8.066 PJ/a der forcierte Ausbau der Wind- und Solarenergie erforderlich.

Die Windeignungsgebiete müssten deutlich erweitert werden. Hierfür kämen land- und forstwirtschaftliche Flächen nach dem in Kapitel 2.2 genannten Kriterienkatalog auf relativ konfliktarmen Standorten in Frage.

Ebenso wäre eine deutliche Ausdehnung der Fotovoltaikfreiflächen erforderlich. Hierzu sollten die Flächenpotenziale der militärischen Konversionsflächen und der „Brownfields“ in den Agglomerationsräumen aktiviert werden. Nach dem Szenario von SCHMIDT & MÜHLENHOFF (2009) müssten, um 28 % der Endenergie aus regenerativen Quellen zu gewinnen, ca. 10 % der Gesamtfläche Deutschlands für die Energieerzeugung durch Windkraft, Biomasse und Fotovoltaik-Freiflächenanlagen in Anspruch genommen werden. Dazu kommen weitere Flächen für Geothermie (unterirdisch), Fotovoltaikanlagen an Gebäuden und Offshore-Windkraft.

Das DESERTEC-Konzept (vgl. DESERTEC-FOUNDATION 2009), bei dessen Realisierung ein erheblicher Teil der europäischen Stromversorgung in der nordafrikanischen Wüste produziert würde, ist in diesem Szenario nicht eingerechnet. Der Flächenbedarf im Binnenland würde sich in diesem Fall entsprechend verringern.

Trotz dieser Flächeninanspruchnahme sind Erneuerbare Energien grundsätzlich landschaftsverträglicher als „konventionelle“ Energieträger. Dennoch wird ein so massiver Ausbau der Erneuerbaren Energien nicht konfliktfrei zu realisieren sein. Es wird daher darauf ankommen, die Bevölkerung in die Neu- und Umgestaltung „ihrer“ Landschaften entsprechend der Forderungen der Europäischen Landschaftskonvention einzubeziehen. Neben formellen Steuerungsinstrumenten ist die informelle Beteiligung ein geeignetes Mittel, um Visionen für zukünftige nachhaltige Energielandschaften zu entwickeln. Bestehende überkommene Landschaftsstrukturen können und sollten hierbei berücksichtigt werden.

4. Literatur

- BUNDESVERBAND WINDENERGIE E. V. (2008): Das Infoportal zur Windenergie. BWE-Rückbau. <http://www.wind-energie.de/de/themen/windenergie-von-a-z/rueckbau/>. (13.01.2010).
- DESERTEC-FOUNDATION (2009): Für eine globale Energie-, Wasser- und Klimasicherheit – das Desertec-Konzept. <http://www.desertec.org/de/presse/pressemitteilungen/090713-01-versammlung-desertec-industrial-initiative/>. (20.01.2010).
- GÜNNEWIG, D.; PÜSCHEL, M.; ROHR, A.; GÖTZE, R.; MACK, M. (2009): Erarbeitung von Grundlagen zur regionalplanerischen Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen am Beispiel der Region Lausitz-Spreewald im Auftrag der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung der Länder Berlin und Brandenburg.
- GURRATH, P. (2008): Vom Erzeuger zum Verbraucher – Fleischversorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg.: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- JANZING, B. (2009): Neue Kulturlandschaften. In: Neue Energie 05/2009.
- KATHOLISCHE LANDVOLKBEWEGUNG DEUTSCHLAND (2006): Ethische Bewertung der Energiegewinnung aus Weizen. Pressemeldung, veröffentlicht auf http://www.klb-deutschland.de/NEWS_Pressemeldungen/Weizen.stm. (26.12.2009).
- LANDESREGIERUNG BRANDENBURG (2006): „Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg“. – Umsetzung des Beschlusses des Landtages, DS 4/2893-B, vom 18. Mai 2006. Bericht der Landesregierung.
- MLUV (MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES BRANDENBURG – BRANDENBURG 2009): Agrarbericht 2009 zur Land- und Ernährungswirtschaft des Landes Brandenburg. Frankfurt/O.

- NITSCH, J. (2008): Weiterentwicklung der Ausbaustrategie Erneuerbare Energien vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas – Leitstudie 2008. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit der Abteilung „Systemanalyse und Technikbewertung“ des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik.
- NOHL, W. (1993): Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung. Kirchheim 1993. Im Auftrag MURL-NRW.
- PETERS, J.; GRAUMANN, U. (2006): Regenerative Energien und Kulturlandschaft – Chancen für Schutz und Entwicklung von Kulturlandschaften durch den Ausbau erneuerbarer Energien. In: Stadt+Grün, 12/2006.
- PETERS, J.; TORKLER, F.; HEMPP, S.; HAUSWIRTH, M. (2009): Ist das Landschaftsbild „berechenbar“? – Entwicklung einer GIS-gestützten Landschaftsbildanalyse für die Region Uckermark-Barnim als Grundlage für die Ausweisung von Windeignungsgebieten. In: Naturschutz und Landschaftsplanung 1/2009.
- PETERS, J.; TORKLER, F.; VOSS, M.; HEMPP, S.; BIENERT, O. (2010): Entwicklung eines Tools zur Erfassung, Visualisierung und Bewertung von Sichtbeziehungen für mastenartige Eingriffsvorhaben (Windkraftanlagen, Hochspannungsmasten, Funkmasten) als Grundlage für die strategische Umweltprüfung. Abschlußbericht eines FuE-Vorhabens; im Auftrag des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg; unveröffentlicht.
- PETERS, W., WACHTER, T. (2007): Einflussmöglichkeiten auf den Anbau von Energiepflanzen. In: Garten + Landschaft 8/2007.
- REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT OBERES ELBTAL/OSTERZGEBIRGE (2009): Regionalplan Oberes Elbtal/Osterzgebirge, 1. Gesamtfortschreibung 2009.
- REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UCKERMARK-BARNIM (2007): Sachlicher Teilregionalplan „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“. Regionalplan Uckermark-Barnim – Entwurf 2007.
- REGIONALPLAN UCKERMARK-BARNIM (2004): Sachlicher Teilplan „Windnutzung, Rohstoffsicherung und -gewinnung“ – Bekanntmachung der Regionalen Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim vom 6. August 2004.
- REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT UCKERMARK-BARNIM (2008): Aufgabenbereich der Regionalplanung. Materialien zum Vortrag auf der 20. Regionalversammlung in Ahrensfelde am 23.02.2008.
- REGIONALE PLANUNGSGEMEINSCHAFT WESTSACHSEN (2008): Regionalplan Westsachsen 2008.
- RESENHOEFT, T. (2010): Im Sand von Kanada lauern riesige Ölreserven. Veröffentlicht in: Welt-online. <http://www.welt.de/wissenschaft/article3299733/Im-Sand-von-Kanada-lauern-riesige-Oelreserven.html>. (20.01.2010).
- SCHMIDT, J.; MÜHLENHOFF, J. (2009): Erneuerbare Energien 2020 – Potenzialatlas Deutschland. Hrsg.: Agentur für Erneuerbare Energien e. V., Berlin.
- SCHULZ, U.; BRAUNER, O.; GRUß, H. (2009): Animal diversity on short-rotation coppices – a review. In: Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research 3/2009.

- STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (2009): Gemeinsames Datenangebot der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, Datenbank GENESIS. <http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/GenesisUebersicht.asp>. (13.01.2010).
- WEIGEL, J. (2007): Kompensationsflächenberechnung für Freileitungen. www.ecogis.de/Kompensationsfl%20chenberechnung.pdf.
- WICHTMANN, W.; COUWENBERG, J.; KOWATSCH, A. (2009): Standortgerechte Landnutzung auf wiedervernässten Niedermooren – Klimaschutz durch Schilfanbau. In: ÖKOLOGISCHES WIRTSCHAFTEN 1/2009.
- WOITOWITZ, A. (2007): Auswirkungen einer Einschränkung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischer Herkunft auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren – dargestellt am Beispiel konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweisen. Dissertation, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt.

Die Europäische Agrarpolitik und ihr Einfluss auf die künftige Landschaftsentwicklung

Bernhard Osterburg

1. Einleitung

Dieser Beitrag gibt einen kurzen und aufgrund der thematischen Breite nur schlaglichtartigen Überblick über die Zusammenhänge zwischen landwirtschaftlicher Flächennutzung, agrarpolitischen Einflüssen und der Landschaftsentwicklung. Nach einer Einführung in die Thematik in den Kapiteln 2 und 3 werden die Einflüsse der Agrarpolitik (Kapitel 4) und Überlegungen zur künftigen Weiterentwicklung (Kapitel 5) angesprochen. Der Beitrag endet mit einem Ausblick.

2. Einfluss der Landwirtschaft auf die Landschaftsentwicklung

Als der wichtigste, Flächen nutzende Wirtschaftssektor in Deutschland und auch in der EU hat die Landwirtschaft historisch und aktuell die Gestalt und Veränderung von Landschaften maßgeblich mitbestimmt.

Der größte Teil Mitteleuropas, etwa 95 %, war ursprünglich von Wald bedeckt. Mit Ausnahme weniger Restflächen von Naturlandschaften nimmt heute eine vom Menschen geschaffene Landschaft den Raum ein, die sich stark vom natürlichen Zustand unterscheidet. Es wurde der Begriff „Kulturlandschaft“ geprägt, der sich meist auf die flächenmäßig dominierende Agrarlandschaft und nicht auf Siedlungsflächen und Forsten bezieht. Mit der Sesshaftwerdung des Menschen in Mitteleuropa zwischen 4.500 und 1.800 v. Chr. begann die langsame Zurückdrängung des Waldes zur Ausdehnung der Acker- und Weidewirtschaft, in späteren Phasen auch zur Brennholzgewinnung, durch die die Waldzerstörung in die Industrialisierung der Neuzeit einen weiteren Höhepunkt erlebte (HABER 1984, JEDICKE 1990). Der nivellierende Einfluss der Bewaldung entfiel, wodurch sich die Unterschiede des Standortmosaiks auch unter gleicher Bewirtschaftung stärker heraus differenzierten. Daneben bildeten die unterschiedlichen Nutzungsformen einen zusätzlichen Standortfaktor, der das Entstehen neuer Pflanzengesellschaften beeinflusste.

2.1 Die erste Intensivierungsphase ab 1800

Einen entscheidenden Einschnitt bedeutete die Intensivierung an der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert, als die schlecht genutzte und degradierte Kulturlandschaft die Ernährungsansprüche der sich herausbildenden Nationalstaaten nicht mehr befriedigen konnte und durch staatlich gesteuerte, landeskulturelle Maßnahmen unter Nutzung technischer Fortschritte Produktionssteigerungen eingeleitet wurden. Durch Trennung der Waldwirtschaft von der Landwirtschaft, planmäßige Aufforstungen, Aufteilung der Allmende, Verbesserung der Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung, Ersetzung der Brache durch Futter- und Hackfrüchte sowie durch den planmäßigen Einsatz von Stickstoff anreichernden Leguminosen und Stalldung wurde die Kulturlandschaft stark verändert. Später kamen hierzu auch die beginnende Mineraldüngung und großräumige Entwässerungen und Tiefenmeliorationen

mit dem Dampfpflug. Die zuvor eingetretene Aushagerung und Bodendegradierung wurden rückgängig gemacht und mit ihr die Heiden und Magerrasen zurückgedrängt, andererseits entstanden mit der Ausdehnung der Wiesennutzung auch neue Landschaften (HAMPICKE 1991).

2.2 Die zweite Intensivierungsphase ab 1950

Mit der verstärkten Anwendung des chemisch-, mechanisch- und biologisch-technischen Fortschritts in der Landwirtschaft nach dem 2. Weltkrieg begann erneut eine Phase der Intensivierung (HAMPICKE 1991). Mechanisierung, verbessertes Saatgut, mineralische Düngung und chemischer Pflanzenschutz erlaubten auch auf ungünstigen Standorten eine starke Rationalisierung der Pflanzenproduktion mit hoher Schlagkraft, was stark ansteigende Naturalerträge ermöglichte. Dem entsprechen Automatisierung, Züchtung, verbesserte Futtergrundlagen und zunehmende Flächenunabhängigkeit der Produktion in der Tierhaltung. Spezialisierung der Betriebe und regionale Konzentration von Produktionszweigen verstärkten gebietsweise die Landschaftsveränderungen, etwa durch „Abwanderung“ der Rinder- und Schafhaltung aus Ackerbauregionen.

Durch Strukturausräumungen, oft im Rahmen von Flurbereinigungen forciert, wurden ökologisch wertvolle Landschaftselemente wie Hecken, Kleingewässer und Grasraine beseitigt. Verstärkte mineralische und auch organische Düngung, verbesserte Bodenbearbeitung, Grünlandumbruch, Inkulturnahme von Ödland und Melioration, hier besonders die Entwässerung, übten einen nivellierenden Einfluss auf die Vielfalt der Standorteigenschaften aus. Vor allem die noch verbliebenen Extremstandorte wie nährstoffarme, sehr trockene oder nasse Flächen fielen dieser Vereinheitlichung zum Opfer. Andere Standorte veränderten sich durch die Aufgabe der unrentabel gewordenen Nutzung. Hinzu kam eine Vereinfachung der Fruchtfolgen und der steigende Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, der erheblichen Einfluss auf die natürliche Vegetationszusammensetzung nahm.

Angesichts des auch unter Fachleuten bis in die siebziger Jahre unterschätzten Artenrückgangs und der negativen Einflüsse auf Wasser, Luft und Boden stellte der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen 1985 in einem Sondergutachten heraus, dass sich die moderne Landwirtschaft im Gegensatz zur oft geäußerten landwirtschaftlichen Sicht keineswegs in Harmonie mit der Umwelt befindet. Eine besonders hohe Priorität ordnete der Rat dem Problem der Beseitigung, Verkleinerung, Zersplitterung und randlichen Beeinflussung von naturbetonten Landschaftsteilen sowie bei halbnatürlichen Biotopen der Zerstörung durch Intensivierung, Umbruch in Ackerland und Aufforstung als wichtigen Ursachen des Artenrückgangs zu.

Zunehmend wurde auch die Nutzungsaufgabe und Sukzession vormals traditionell bewirtschafteter, ertragsarmer Landwirtschaftsflächen als Problem für die Erhaltung erwünschter Landschaftszustände und wertvoller Lebensräume erkannt. Die Einflüsse der Landwirtschaft auf Landschaftsveränderungen lassen sich somit in zwei Bereiche unterteilen:

- Intensivierung: Einsatz großer, schlagkräftiger Maschinen, Vereinfachung der Fruchtfolgen, Beseitigung von Landschaftsstrukturen, Nivellierung der Nährstoff- und Wasserhältnisse, Eutrophierung, Änderung der Flächennutzung (z.B. Umwandlung von Grünland in Ackerland)
- Aufgabe der Nutzung marginaler Flächen: Verbuschung, Aufforstung

Der beschriebene Landschaftswandel wurde vor allem seitens des Naturschutzes kritisch gesehen, aber auch für andere Interessengruppen und Landschaftsnutzer, etwa im Tourismus und der Naherholung, ist die Veränderung der landwirtschaftlichen Flächennutzung rele-

vant. Es ist jedoch davon auszugehen, dass langsame Veränderungsprozesse in der Landschaft nicht von allen Gesellschaftsgruppen überhaupt wahrgenommen und positiv oder negativ bewertet werden.

3. Triebkräfte der Veränderungen im Agrarsektor

Zentrale Triebkraft für die starken Veränderungen im Agrarsektor war vor allem der technische Fortschritt. Dieser wird in mechanisch-, biologisch- und chemisch-technischen Fortschritt differenziert, also bezüglich der agrartechnischen Entwicklung, der Züchtung von Hochertragssorten und Tierrassen mit hoher Leistung, und der Entwicklung von chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. In Abbildung 1 wird die langfristige Entwicklung der Hektarerträge von Getreide sowie die Milchleistung pro Milchkuh dargestellt. Diese hohen Leistungszuwächse gingen im Ackerbau mit einer Ausdehnung des Winterweizenanbaus einher, da diese Getreideart sehr hohe züchterische Ertragszuwächse aufweist. In der Rinderhaltung kam es in Verbindung mit der agrarpolitischen Milchmengenbegrenzung zu einem starken Abbau der Milch- und zugehörigen Jungviehbestände mit entsprechenden Wirkungen auf die Grünlandnutzung. Während die Leistungszuwächse beim Milchvieh sehr kontinuierlich verlaufen und voraussichtlich auch die Entwicklung innerhalb des nächsten Jahrzehnts bestimmen werden, ist die Ertragsentwicklung beim Getreide gerade in den letzten Jahren starken, klimatisch bedingten Schwankungen unterworfen. Künftig kann der erwartete Klimawandel die Produktivitätsentwicklung noch stärker beeinflussen. Ein weiteres Beispiel für Veränderungen durch technischen Fortschritt ist die Expansion von Mais als Futterpflanze durch Züchtung von Maissorten, die auch in Mitteleuropa sichere Erträge liefern, und die Entwicklung von Ernte- und Siliertechniken.

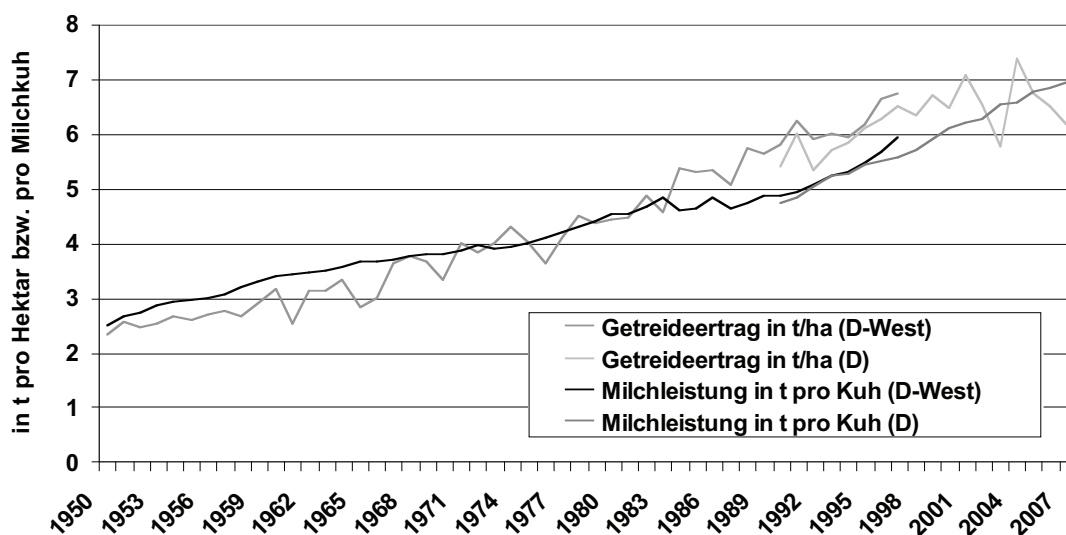


Abbildung 1: Entwicklung von Getreideertrag pro Hektar und Milchleistung pro Kuh in Deutschland (1950–1997: Westdeutschland, 1990–2007: Deutschland insgesamt) (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: STATISTISCHES JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN [BMELV, versch. Jahrgänge]).

Mit der steigenden Arbeitsproduktivität ging und geht in Westdeutschland ein starker Strukturwandel einher, der sich vor allem in betrieblichem Wachstum bezüglich des Flächenumsfanges und des Tierbestands je Betrieb zeigt (Abbildung 2). Unter Strukturwandel sind aber

auch die zunehmende betriebliche Spezialisierung, Änderungen in der Arbeitsorganisation, etwa durch Vergabe von Arbeiten an Lohnunternehmen, und der Umstieg in Neben- und Zuerwerb durch Aufnahme außerlandwirtschaftliche Tätigkeiten zu verstehen.

Weitere Triebkräfte des Wandels im Agrarsektor sind Marktentwicklungen, die im Zuge des Abbaus agrarpolitischer Preisstützungen zunehmend zum Tragen kommen. Dabei zeigte bis zur Hochpreissituation im Jahr 2007/08 eine langfristige Stagnation der Agrarpreise bei kontinuierlichen Preissteigerungen für landwirtschaftliche Vorleistungen wie Maschinen, Energie und Düngemittel. Künftig ist aufgrund von Marktpreisentwicklungen mit einer steigenden betriebswirtschaftlichen Vorzüglichkeit von Ackerkulturen im Vergleich zur Grünlandnutzung durch Milch- und Rindfleischproduktion zu rechnen. Damit einher geht ein verstärkter Anreiz zur Umwandlung von solchen Grünlandflächen in Ackerland, die für ackerbauliche Nutzung geeignet sind.

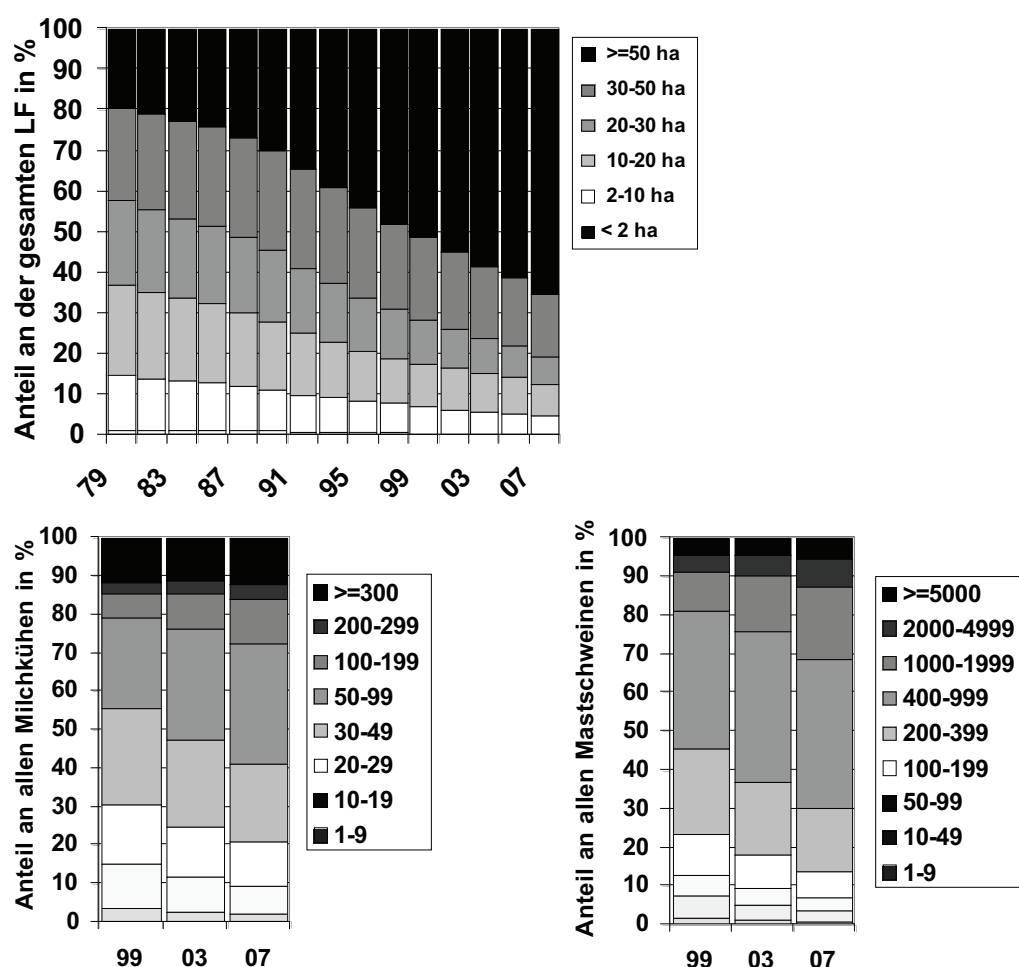


Abbildung 2: Betrieblicher Strukturwandel: Betriebsgröße in Hektar (Westdeutschland), Bestandsgrößenklassen bei Milchkühen und bei Mastschweinen (Deutschland insgesamt) (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: STATISTISCHES JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN [BMELV, versch. Jahrgänge]).

Politische Maßnahmen stellen eine weitere, sehr wichtige Einflussgröße für die europäische Landwirtschaft dar. Die Agrar- und Agrarhandelspolitik soll daher im nachfolgenden Kapitel näher betrachtet werden. Hinzu kommen Energie- und Umweltpolitiken sowie regionale

Politiken (Infrastruktur, Schutzgebiete etc.), die für die Agrarentwicklung relevant sind. Ein prominentes Beispiel ist die politische Förderung des Energiepflanzenanbaus zur Bereitstellung von Biogas-Strom oder Biodiesel. Abschließend seien die Flächenansprüche anderer Sektoren erwähnt, vor allem für Siedlung, Gewerbe und Infrastruktur, die in der Regel zu Lasten der Landwirtschaftsfläche gehen.

4. Die Gemeinsame Agrarpolitik der EU

Bis 1992 waren hohe administrative Preise, Marktintervention und Lagerhaltung sowie Exportsubventionen die wichtigsten Instrumente der Gemeinsamen europäischen Agrarpolitik (GAP) (zu diesem Abschnitt vgl. GAY ET AL. 2004). Vor dem Hintergrund anwachsender Überschüsse, hoher Haushaltsausgaben und dem gleichzeitig anwachsenden Druck durch Welthandelsverhandlungen, den europäischen Agrarmarkt zu öffnen und das Preisstützungs-niveau abzubauen, kam es 1992 zur „McSharry-Reform“. Diese sah eine Senkung administrativer Preise und im Gegenzug Preisausgleichszahlungen u.a. für Getreide und Ölsaaten vor. Als Instrument der Mengenbegrenzung wurde eine obligatorische Ackerflächenstilllegung eingeführt. Agrarumweltmaßnahmen wurden als flankierende Maßnahmen aufgenommen, um umweltpolitische Ziele besser in die Agrarpolitik integrieren zu können.

1999 wurden im Zuge der nächsten Reform „Agenda 2000“ weitere Senkungen der Interventionspreise und eine Stärkung von Maßnahmen zur Entwicklung des ländlichen Raums, der so genannten 2. Säule, beschlossen. Im Rahmen einer Zwischenüberprüfung („Mid Term Review“) kam es 2003 mit den Luxemburger Beschlüssen zu der bisher weitreichendsten EU-Agrarreform. Es wurden von der Produktion entkoppelte Direktzahlungen eingeführt, die unabhängig vom Produktionsprogramm gegen Nachweis von landwirtschaftlichen Flächen ausbezahlt werden. Die Einhaltung von Standards („Cross Compliance“) nach Maßgabe von EU-Gesetzen im Umwelt-, Tier- und Verbraucherschutz, Mindestanforderungen zur Erhaltung der Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand sowie Regeln zur Erhaltung der Grünlandflächen wurden zur Voraussetzung für den Erhalt von Flächenprämien (NITSCH & OSTERBURG 2007). Im Jahr 2008 wurde, wiederum anlässlich einer Zwischenbewertung („Health Check“), eine stärkere Kürzung der Direktzahlungen zugunsten der 2. Säule, die Abschaffung der Milchmengenbegrenzung ab dem Jahr 2014/15 und eine sofortige Aufhebung der Verpflichtung zur Ackerflächenstilllegung beschlossen. Bezüglich der Milchproduktion ist durch Preisrückgänge mit einem Rückgang in bestimmten, ungünstigeren Produktionsgebieten wie dem Schwarzwald zu rechnen. Die Stilllegungsfläche ist in Deutschland zwischen 2003 und 2009 von über 900.000 auf ca. 250.000 Hektar zurückgegangen. Viele der Flächen hatten als Dauerbracheflächen grünlandähnlichen Charakter angenommen, die Aufhebung der agrarpolitischen Vorgabe zur Stilllegung hat somit auch eine starke Auswirkung auf die Landschaft.

4.1 Umsetzung der GAP in Deutschland

In Deutschland wurde die Reform der Agrarpolitik von 2003 für eine vollständige Entkopplung der bisher an Ackerkulturen, Rinder oder Schafe gebundenen Direktzahlungen von der Produktion genutzt. Die Prämienzuteilung wird bis 2013 so umverteilt, dass es innerhalb der Bundesländer zu einheitlichen, regionalen Flächenprämien für Acker- und Grünland kommt. Dafür werden die in den ersten Jahren noch nach historischen Produktionsumfängen zuge- teilten, betriebsindividuellen Prämienanteile abgebaut. Dies bedeutet z.B., dass die Mutter- kuh- und Schafbestände seit 2005 nicht mehr über gekoppelte Direktzahlungen abgesichert

werden. Zu einem Rückgang ist es bis 2008 aber nur bei Schafen gekommen, der Mutterkuhbestand ist in den ersten Jahren nach der Reform trotz Entkopplung der Stützung sogar noch angestiegen.

Beim Grünlandschutz gemäß „Cross Compliance“ wurde in Deutschland eine wenig restriktive Regulierung gewählt. Die agrarpolitischen Veränderungen haben in einer Reihe von Bundesländern seit 2005 eine deutlich beschleunigte Umwandlung von Grünland in Ackerland ermöglicht. Nach Überschreitung einer Verlustgrenze auf Landesebene unterliegt die Grünlandumwandlung mittlerweile in drei Bundesländern einer Genehmigungspflicht (OSTERBURG ET AL. 2009). Die in Deutschland sehr detaillierte Cross-Compliance-Vorgabe zur Erhaltung von Landschaftselemente, die auch bisher nicht gesetzlich geschützte Elemente umfasst, lässt dagegen eine bessere Erhaltung solcher Landschaftselemente erwarten.

Während in Deutschland in der ersten Säule ca. 330 Euro pro Jahr und Hektar Förderfläche zur Verfügung stehen, liegt die Förderung für alle ELER-Maßnahmen der zweiten Säule bezogen auf die gesamte Landwirtschaftsfläche bei ca. 110 Euro. Hiervon macht die Agrarumweltförderung mit knapp 30 Euro pro Hektar LF einen bedeutenden Teil aus. Die Kürzung der verfügbaren EU-Mittel gegenüber der Förderperiode 2000–2006 um ca. 12 % zu laufenden Preisen hat u.a. dazu geführt, dass die zuvor erreichte Förderhöhe von durchschnittlich 40 Euro/ha nicht mehr aufrechterhalten wurde. Den Zahlungen von Agrarumweltprämien und der Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete kommt für die Aufrechterhaltung einer extensiven Grünlandnutzung eine hohe Bedeutung zu.

5. Mögliche Änderungen der GAP nach 2013

Angesichts der vielen Diskussionsbeiträge zur Weiterentwicklung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU nach 2013 können im Folgenden nur einige Einschätzungen abgegeben werden. Mit Vorschlägen der EU-Kommission ist erst in der zweiten Hälfte des Jahres 2010 zu rechnen. Angesichts der Vielzahl mittlerweile vorliegender Stellungnahmen und Vorschläge kann hierzu kein vollständiger Überblick gegeben werden.

Die GAP-Ausgaben betragen ca. 45 % des EU-Budgets (ca. 55 Mrd. €) und stehen daher nicht nur für die agrarpolitischen Akteure zur Debatte. Im Rahmen der finanziellen Vorschau und der gestärkten Mitbestimmung des Europaparlaments bei Haushaltsentscheidungen kann es künftig zu grundsätzlichen Veränderungen des Budgets kommen. Mittelumschichtungen zugunsten anderer, im europäischen Interesse liegender Verwendungen (Forschung, Verteidigung) würde das Volumen für Direktzahlungen und Förderprogramme der 2. Säule deutlich schmälern. Ob es aber zu nominalen Budgetkürzungen kommen wird, ist noch offen. Dagegen ist davon auszugehen, dass das Fördervolumen für die Alt-EU-Mitgliedstaaten nominal zumindest nicht mehr weiter ansteigen wird. Dies bedeutet, dass sich die Bedeutung der Agrarförderung aufgrund der Inflation über die Zeit relativieren wird.

Die GAP-Fördermittel stellen einen erheblichen Teil der EU-Mittel dar, die zurück in die Mitgliedstaaten fließen. Daher ist die Reformdebatte eng mit Verteilungsfragen und der unterschiedlichen Position der Mitgliedstaaten als Nettozahler oder Nettoempfänger verknüpft. Wie in Abbildung 3 gezeigt, erwarten gerade die neuen Mitgliedstaaten in Mittel- und Osteuropa in der nächsten Förderperiode deutlich erhöhte Direktzahlungen. Die Plafonds für die Direktzahlungen (Ausgabenobergrenzen) bis 2016 wurden im Zuge des jüngsten Reformbeschlusses bereits vorläufig festgelegt.

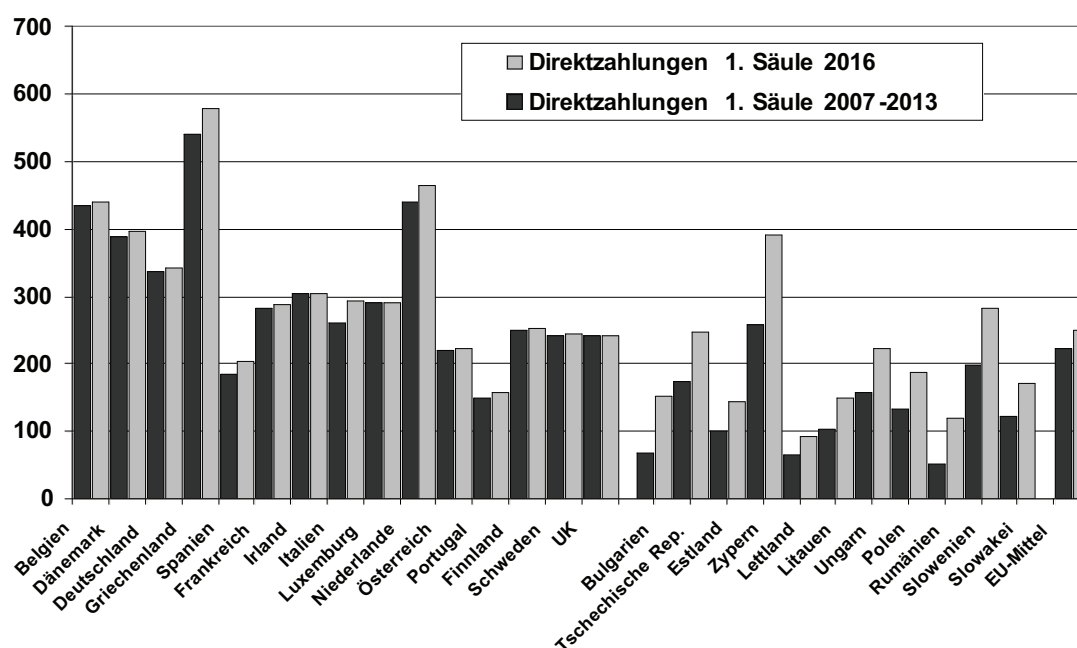


Abbildung 3: Höhe der durchschnittlichen Direktzahlungen in verschiedenen EU-Mitgliedstaaten (Haushaltsplanung 2007–13, geplante Höhe für 2016) (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage: COUNCIL REGULATION (EC) NO 73 / 2009).

Für viele Staaten stellen die Direktzahlungen Geldmittel dar, die sie ohne hohen administrativen Aufwand in ländliche Räume leiten können. In Erwartung steigender Budgets wird in den neuen Mitgliedstaaten kaum Bereitschaft bestehen, das Fördersystem abzuschaffen, bevor man – als Nettoempfänger – in den Genuss seiner Vorzüge gekommen ist. Im Vergleich zu den Direktzahlungen sind Fördermittel der 2. Säule mit mehr Programmierungs- und Verwaltungsaufwand verbunden und benötigen zudem eine nationale Kofinanzierung. Daher besteht oft nur ein begrenztes Interesse, einen stärkeren Schwerpunkt auf die zielgerichteteren Maßnahmen der 2. Säule zu legen. Angesichts der zunehmenden Liberalisierung (WTO) und größerer Schwankungen an den internationalen Märkten wird zudem ein Bedarf gesehen, mit Hilfe der Direktzahlungen ein „Sicherheitsnetz“ für landwirtschaftliche Betriebe in der EU zu erhalten. Mehrheitlich hängen die Betriebe noch stark von den agrarpolitischen Förderungen ab, ein schneller Ausstieg wäre daher mit schwer vorauszusehenden Folgen für Agrarstrukturwandel und Flächennutzung verbunden.

Grundsätzlich unterscheiden sich die vorliegenden Vorschläge zur Weiterentwicklung der GAP darin, dass die gegebene Struktur der Agrarpolitik in einigen Stellungnahmen nicht grundsätzlich in Frage gestellt wird, sondern als Grundlage für die Durchsetzung erhöhter, pauschaler Umwelanforderungen genutzt werden soll (z.B. SRU 2009), während andere Gremien ein Auslaufen der Direktzahlungen bei Fortführung gezielter Maßnahmen der 2. Säule fordern (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT AGRARPOLITIK 2010). Die Verbindung der Direktzahlungen mit zunehmend ausgefeilten Umwelanforderungen kann auch als Begründung dafür ins Feld geführt werden, diese einkommenspolitische Stützung dauerhaft aufrecht zu erhalten. Bei einem Abbau der Stützung verlieren die Cross Compliance-Mechanismen dagegen an Wirkung. Der angestrebte Schutz von Landschaftselementen und Grünland wäre bei geringer Förderung nicht mehr umsetzbar, da Betriebe aus dem Förder-

und Kontrollsystem aussteigen würden. Ein flächendeckender Einfluss auf Landnutzungsentscheidungen ist allein mit Hilfe von 2. Säule-Maßnahmen mit freiwilliger Teilnahme und Kompensation der Teilnahme bedingten Kosten ebenfalls nicht zu erreichen. Ein Abbau der agrarpolitischen Förderung wird somit auch mit einem Rückgang der bisher bestehenden, flächenbezogenen Steuerungsmöglichkeiten der Agrar- und Umweltpolitik einhergehen.

6. Ausblick

Die Stützung des Agrarsektors durch Fördermaßnahmen der GAP wird künftig voraussichtlich zurückgehen. Die Fördermittel stehen im Rahmen der Verhandlungen zur Ausgestaltung nach 2013 unter einem erhöhten Rechtfertigungsdruck. Andererseits bestehen hohe Erwartungen, nicht zuletzt in den neuen Mitgliedstaaten, am bestehenden Fördersystem zu partizipieren. Daher ist zu erwarten, dass eine flächenhafte, pauschale Förderung nach dem Muster der Direktzahlungen der 1. Säule bestehen bleibt, allerdings auf insgesamt niedrigerem Niveau. Damit wird in den meisten Fällen auch in der nächsten Förderperiode bis 2020 die Stabilität der bestehenden landwirtschaftlichen Strukturen und der Nutzung ertragsarmer Flächen gewährleistet. Je nach Marktentwicklung stehen die Landwirtschaftsbetriebe zukünftig unter einem höheren Anpassungsdruck, da sich Markt- und Preisentwicklungen schneller und unmittelbarer auswirken und weniger durch staatliche Intervention und Stützung abgefedert werden. Angesichts der hohen Abhängigkeit der Betriebe von den Direktzahlungen stellt sich die Frage nach ihrer Anpassungsfähigkeit und den zu erwartenden strukturellen Veränderungen. Der künftige Strukturwandel kann das Landschaftsbild weiter stark verändern, beispielsweise durch Flächenzusammenlegung, Beseitigung von Landschaftselementen, Grünlandumbruch oder Nutzungsaufgabe, zumal mit dem langfristig zu erwartenden Abbau der Förderung auch die derzeit etablierten, förderpolitischen Schutzmechanismen an Einfluss verlieren werden.

7. Literatur

DER RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft; Sondergutachten März 1985; Stuttgart und Mainz: Kohlhammer.

BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (VERSCH. JAHRGÄNGE): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

COUNCIL REGULATION (EC) NO 73/2009 OF 19 JANUARY 2009 (2009): Establishing common rules for direct support schemes for farmers under the common agricultural policy and establishing certain support schemes for farmers, amending Regulations (EC) No 1290/2005, (EC) No 247/2006, (EC) No 378/2007 and repealing Regulation (EC) No 1782/2003.

GAY, S. H.; OSTERBURG, B.; SCHMIDT, T. (2004): Szenarien der Agrarpolitik: Untersuchungen möglicher agrarstruktureller und ökonomischer Effekte unter Berücksichtigung umweltpolitischer Zielsetzungen; Endbericht für ein Forschungsvorhaben im Auftrag des SRU. Berlin: SRU.

HABER, W. (1984): Nutzung und Schutz der Kulturlandschaft – Wege zur Konfliktlösung; in: Nutzung und Schutz im Konflikt; Jahrbuch für Naturschutz und Landschaftspflege, Bonn.

- HAMPICKE, U. (1991): Naturschutz-Ökonomie; Stuttgart.
- JEDICKE, E. (1990): Biotopverbund: Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie; Stuttgart.
- NITSCH, H.; OSTERBURG, B. (2007): Umsetzung von Cross Compliance in verschiedenen EU-Mitgliedstaaten: Bericht im Auftrag des BMELV. Braunschweig: FAL, 60 p, Arbeitsber. Bereich Agrarökonomie 2007/04.
- OSTERBURG, B.; NITSCH, H.; LAGGNER, B; ROGGENDORF, W. (2009): Auswertung von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems zur Abschätzung der EU-Agrarreform auf Umwelt und Landschaft: Arbeitsber. vTI-Agrarökonomie 2009/07.
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz; Stuttgart.
- SRU (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN) (2009): Für eine zeitgemäße Gemeinsame Agrarpolitik (GAP). Stellungnahme.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT AGRARPOLITIK (2010): EU-Agrarpolitik nach 2013 – Plädoyer für eine neue Politik für Ernährung, Landwirtschaft und ländliche Räume. Gutachten des Beirats für Agrarpolitik, Verabschiedet im Mai 2010.

Gestaltungsfaktoren für Landschaften der Zukunft

Rainer Luick

1. Einleitung

Es ist vergleichsweise einfach, im geschichtlichen Rückblick zu schlussfolgern, warum bestimmte Ereignisse eingetreten sind und welche Prozesse von diesen ausgelöst wurden. Ganze Wissenschaften begründen so ihre Forschungsfelder. Auch in der Landschaftsökologie oder ähnlichen gelagerten Interessen/Disziplinen ist die kulturgeschichtliche Dimension ein intensiv verfolgter Forschungsbereich. Doch ungleich schwieriger ist ein Blick in die Zukunft. Schon über kurze Zeitintervalle hinweg lassen sich gesellschaftliche Entwicklungen nur sehr beschränkt und nicht im Detail prognostizieren. Vielmehr gilt dies noch für daraus abzuleitende landschaftliche Zustände. Ein interessantes Beispiel dafür ist die Thematik der Energiegewinnung aus Biomasse, die dazugehörigen extrem dynamischen Entwicklungen der vergangenen fünf Jahre und die verantwortlichen Triebkräfte als landschaftsverändernde Faktoren. Hierzu folgt ein kurzer Aufriss von Positionen und Fakten, die in den jeweiligen Jahren teils langfristig gültige Annahmen begründeten und die sich teilweise sogar als normative politische Vorgaben manifestierten:

- Themen 2006:
 - Beträchtliche Agrarüberschüsse kennzeichnen die Märkte.
 - Katastrophale Preissituation bei wichtigen agrarischen Mengenprodukten (Getreide, Mais, Milch).
 - Große Flächenstilllegungen mit interessanten ökologischen Koppelprodukten (z.B. Agrobiodiversität: Zunahme zahlreicher Vogelarten der Offenlandschaften in den neuen Bundesländern).
 - Gewaltige Flächenpotenziale zur Biomasseproduktion werden von zahlreichen Studien bilanziert.
 - Energie aus Biomasse wird zu einem wichtigen Baustein im zukünftigen erneuerbaren Energiemix.
 - Vom Landwirt zum Energiewirt heißt die ökonomische Devise.
- Themen 2007:
 - Konkurrenzsituation um Flächen nehmen regional deutlich zu (z. B. Pachtpreise, Verdrängungserscheinungen bestimmter extensiverer Nutzungen).
 - Die Zeit der Ackerbrachen und obligaten Stilllegungen ist vorbei.
 - Massive Preissteigerungen bei Lebens- und Futtermitteln.
 - Trendprognosen durch politische Zielsetzungen: Anbau von Biomasse wird stark ausgeweitet; mit deutlichen Rückkopplungen auf Preise, Nutzungsintensitäten usw. ist zu rechnen.
 - Umwelt-, Naturschutz- und Biodiversitätsprobleme werden adressiert: abiotische Ressourcenprobleme, N₂O, CO₂-Effizienz/Wirkung, Methanschlupf, Grünlandumbrüche, Regenwaldverluste.

- Themen 2008:
 - Verknappungen auf den Agrarmärkten bei wichtigen Mengenprodukten (Getreide, Mais, Sonja, Reis) führen zu deutlichen globalen Preissteigerungen. Ursachen sind vielfältig (Klima, Spekulation, tatsächliche anbaubedingte Verknappungen).
 - Grüne Woche 2008: Klare Absage an den Energiewirt und zurück zur originären Landwirtschaft.
 - Massive wirtschaftliche Probleme im agrarischen Biomassesektor durch die hohen Produktionskosten (Treibstoffe, Agrochemikalien, Saatgut, Zukauf).
 - Drastischer Einbruch im Anlagenbau (Biogas) und deutlicher Rückgang des Rapsanbaus.
 - Die Erkenntnisse häufen sich, dass die eigentliche Dimension der CO₂- und Biodiversitätsproblematik in Südost-Asien und Süd-Amerika liegt und eine deutliche Beziehung zur Biomasseproduktion hat.
 - Einbruch der Weltwirtschaft lässt Erdölpreise deutlich sinken.
 - Insolvenz als reale Bedrohung für bestehende Biogas-, Ethanol- und Rapsölanlagen.
- Themen 2009:
 - Deutliche Verschärfung der Weltwirtschaftskrise, welche auch im Sog die Agrarmärkte betrifft.
 - Fossile Energie ist wieder billig und Knappheiten sind kein Thema mehr in Politik und Medien.
 - Das neue EEG hat wieder etwas Ruhe gebracht, bäuerliche Anlagen mit Viehhaltung bis zum mittleren Leistungsbereich profitieren von den neuen Regelungen (Güllebonus).
 - Die Kapitalbeschaffung für Projekte im regenerativen Energiebereich über Fonds, Aktien, Darlehen usw. – auch von lokalen Banken – wird schwieriger.
 - Preise für Agrarprodukte bleiben billig, das Interesse für Anbau-Contracting von Biomasse steigt.
 - Interesse an Naturschutzthemen ist im Kontext der politischen und wirtschaftlichen (globalen) Situation auf einem Tiefpunkt.

Landschaften in einem kulturell-zivilisatorischen Kontext (= Kulturlandschaften) sind überwiegend Produkte von landwirtschaftlichen Nutzungssystemen und sind wie diese durch gesellschaftliche und politische Zwänge und/oder Wertschätzungen beeinflusst. Kulturlandschaft ist daher kein statischer Objektbegriff, sondern ein sich ständig veränderndes Kontinuum entlang der menschlichen Zeitgeschichte. Landschaften und dabei selbstverständlich auch die biotischen und abiotischen Potenziale verwandeln sich allerdings unterschiedlich schnell. Als Bildungskräfte („Drivers“), die zur Entstehung „neuer“ Kulturlandschaften führen, können aktuell benannt werden:

- Struktur- und demographischer Wandel
- Geo-Klimatische Veränderungen
- Ressourcen- und Energiesubstitutionen
- Politik, Subventionen und Strukturförderungen

Mit Bezug auf diese „Drivers“ wird im Folgenden der Versuch gewagt, sich in das Jahr 2030 zu versetzen und prophetisch Prozesse zu definieren, die möglicherweise in den kommenden beiden Jahrzehnten Ursachen für gesellschaftlichen Wandel sein können und Begründungen für neue kulturlandschaftliche Zustände liefern. Der Zeitpunkt 2030 ist willkürlich gewählt und ist dem Titel der Veranstaltungsreihe geschuldet, es könnte auch das Jahr 2050 sein.

Die aufgestellten Hypothesen setzen für den Zeitpunkt, bzw. für den Zeitraum 2030/2050, selbstverständlich entsprechend vorhandene „Drivers“ und Prozesse voraus. Sie erheben in ihrer Abhandlung allerdings nicht den Anspruch auf eine sich bedingende Logik oder innere Kohärenz, sondern sind bewusst plakativ und solitär gesetzt und sollen Ansatzpunkte für Diskussion, Kritik und Reflexion bieten. Zur Hilfestellung für den geneigten Leser werden die Hypothesen mit realen Fakten garniert.

Für den seriösen, wie auch für den Fiction interessierten Leser sei als Lektüre empfohlen: RIFKIN (1994), SCHLOSSER (2002), STERN (2006), WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE (2008), WEISMAN (2009), HUTTER & GORIS (2009).

2. Hypothesen

1. Fördergelder für Landwirtschaft und Naturschutz stehen nur noch in geringem Maße zur Verfügung. Die nationalen Haushalte sind zur Zins- und Schuldenbedienung und in zunehmenden Maß zur Katastrophenbewältigung – ausgelöst durch den Klimawandel – extrem belastet. Gleiches gilt für die EU. Der vorhandene Haushalt wird größtenteils für außenpolitisches Engagement, zur Sicherung von Blockadelinien gegen Einwandererströme und für EU-internes und internationales Konfliktmanagement (Umweltkatastrophen) benötigt.
2. Schrumpfende Bevölkerungen – vor allem in den östlicheren ländlichen Regionen – und die explodierenden Kosten zur Aufrechterhaltung von Infrastruktur führen zur schleichenden aber auch gesteuerten Absiedlung in urbane Metropolregionen und Kernsiedlungsräume. Im Jahre 2030 gibt es nur noch hochspezialisierte Agrarunternehmen. Die Betriebsgrößen liegen in den alten Bundesländern zwischen 500 und 1.000 ha; in den neuen Bundesländern zwischen 2.000 und 5.000 ha. Die Zahl der Landwirte hat sich auf 10 % im Vergleich zum Jahre 2010 reduziert.
3. Die allgemeinen Grundsätze zur Erhaltung der Biodiversität für mitteleuropäische Kulturlandschaften wurden aufgegeben. Man beschränkt sich auf einige wenige Schutzgebietskulissen. Das sind in erster Linie Nationalparke, einige wenige Bannwälder und FFH- und SPA-Gebiete mit Vorkommen besonderer Arten und/oder Lebensräume. Die Naturschutzgebiete außerhalb von NATURA 2000 Gebieten wurden aufgelöst. Artenreiches Grünland gibt es nur noch in speziellen Managementgebieten.
4. Die Umstellung des Steuer- und Abgabensystems auf Treibausgas (THG)-orientierte Bilanzierungen führten dazu, dass vor allem Fleischprodukte (aber auch Milchprodukte) sich extrem verteuert haben und sich der Fleischkonsum von rund 83,3 kg/Person/a auf 20 kg/Person/a reduziert hat. Bis zum Jahr 2030 haben 50 % der Deutschen ihre Ernährungsgewohnheiten geändert und sind Vegetarier geworden. Die reduzierte Rind- und Lammfleischproduktion wurde weitgehend in standortsbenachteiligte Regionen verlagert und erfolgt dort in Form von meist großflächigen Weidemast-orientierten, extensiven Verfahren. Prozessschutz-orientierte Extensivweidesysteme haben die klassische Landschaftspflege, wie sie bis zum Jahr 2013 vorherrschend war, abgelöst.

5. Der Energiemangel, ausgelöst durch den weitgehenden Verbrauch der Energieträger Öl, Gas und Uran, führt zu einer extremen Nachfrage nach Biomasse aus Land- und Forstwirtschaft. Es haben sich Konversionstechnologien durchgesetzt, die sich bereits bei Preisen von 200 \$/Barrel ökonomisch rechnen. Wo land- und forstliche Produktion von energetischer Biomasse möglich ist, wird diese intensiv betrieben. Bis zum Jahr 2030(50) weitgehend entsiedelte ländliche Regionen in MV, SA und BB konvertieren zu Biomasseproduktionslandschaften mit Kurzumtriebsplantagen.
6. Zunehmende Überflutungen an der Küste und in den Ästuaren schaffen neue Küstenlandschaften. Der Anstieg der Meereswasserspiegel und fehlende Finanzmittel führen zu einem Überdenken von aufwändigen Küstenschutzmaßnahmen. Zahlreiche bislang intensiv landwirtschaftlich genutzte Polder werden aus ökonomischen Gründen (Pumpenergie) aufgegeben.

3. Hintergrundberichte und Fakten

3.1 Themenkreis 1

Im Jahr 1990 erschien die BBC Produktion „Der Marsch“ des im vergangenen Jahr gestorbenen englischen Regisseurs David Wheatly (1949–2009). Der Film wurde damals nicht zum Blockbuster und entwickelte seine Bekanntheit und gesellschaftskritische Bedeutung vielmehr über die Programmkinos. Er basiert auf dem Drehbuch von William Nicholson (1946) und beschreibt Nordafrika in einer zukünftigen Situation (in den ersten Jahrzehnten des 21. Jahrtausends), in der aufgrund des Klimawandels große Teile unbewohnbar geworden sind und in Europa die rassistischen Spannungen zugenommen haben. Fünf Jahre, so die geschilderte Situation, hat es in Äthiopien und Somalia, im Tschad und im Sudan nicht mehr geregnet, und die Hilfsmittel aus Europa und den Vereinigten Staaten sind im Filz der korrupten Regime ihrer afrikanischen Heimatländer verschwunden.

Angeführt von dem charismatischen Lehrer Isa El-Mahdi, zieht der Treck in Richtung Europa, um dem sicheren Hungertod zu entkommen. Auf dem Weg zur marokkanischen Küste schwillt das Heer der Hoffnungslosen auf Millionen von Menschen an. Nicht kriegsrische Absicht treibt sie gen Norden, sondern Verzweiflung. Die Masse der Ohnmächtigen besitzt keine andere Macht mehr als die, vor unseren Augen zu sterben. Ihre Botschaft ist unmissverständlich: „Wir sind arm, weil ihr reich seid. Jetzt kommen wir zu euch, damit ihr uns sterben seht.“ Seine Wirkung bezieht der Marsch der Hungernden vor allem daraus, dass er schnell zu einem internationalen Medienereignis wird. Reporterteams schwärmen aus und liefern die Bilder des Elends direkt in die Wohnzimmer der Wohlstandsgesellschaft.

Im Film verspricht die Entwicklungskommissarin Claire Fitzgerald im Gegenzug für die Rückkehr in ihre Heimatländer millionenschwere Unterstützung. Die Kommissarin setzt sich intensiv für eine Verhandlungslösung ein, doch scheitert sie bei den verschiedenen Gremien und den Widerständen der Mitgliedsstaaten zur Finanzierung ihrer Vorhaben. In Europa macht sich Angst vor dem bevorstehenden Ansturm breit. Als die Flüchtlinge mit Tausenden von Booten nach Gibraltar übersetzen, werden sie an der spanischen Küste von Panzern empfangen. Im Widerstreit von humanitärer Hilfe und militärischer Härte sichert die Festung Europa ihren Burggraben mit Waffengewalt. „Wir sind noch nicht bereit für euch, vielleicht später, vielleicht eines Tages. Wir können es nur hoffen. Was für eine Welt würde es sonst sein?“ So spricht Mrs. Fitzgerald zu dem „schwarzen Gandhi“ aus dem Sudan, als Europa seine Grenzen endgültig verschließt. Am Schluss erklärt sie: „Wir brauchen euch, wie ihr uns

braucht. Wir können nicht weitermachen, wie bisher. Sie können uns helfen, die Zerstörung aufzuhalten, die wir anrichten. Aber wir sind noch nicht bereit für euch, ihr müsst uns noch mehr Zeit geben.“

Wer heute in den Norden von Marokko reist und an den spanischen Exklaven in Melilla und Ceuta die kilometerlangen und sechs Meter hohen Sperrzäune sieht, dem wird schnell klar, dass die Szenen aus dem Film „DER MARSCH“ schon längst brutale Realität geworden sind. Es sind Hunderttausende von Flüchtlingen aus Ländern südlich der Sahara, die rings um das nördliche Afrika auf eine Chance zum Durchbruch nach Europa warten. Unzählige sind bereit, auf der Fahrt über das Mittelmeer ihr Leben zu riskieren, viele finden in ihren seeuntüchtigen Booten den Tod: „Wir haben keine Garnelen, sondern Leichen in den Netzen – das ist die Situation im Mittelmeer vor der libyschen Küste“, berichteten italienische Fischer. Diejenigen, die es schaffen, lebend Kontinentaleuropa zu erreichen, verschwinden dann als Namen- und Papierlose Arbeitssklaven irgendwo in den Servicekellern europäischer Großstädte oder, vor allem in Südeuropa, in den Giftnebeln des Gemüsebaus.



Abbildung 1: Die extremen Bevölkerungszuwächse in vielen afrikanischen Staaten und die gleichzeitig desolaten wirtschaftlichen Strukturen zwingen immer mehr Menschen zur Flucht in die Slums der Großstädte oder sie machen sich auf den Weg nach Europa. Im Bild ein Eindruck aus einem Dorf im Hohen Atlas in Marokko. Fehlende Infrastruktur, permanenter Wassermangel und die absolute Begrenztheit von Agrarflächen in dieser ariden Region erklären die Notlagen und das Verlassen der Dörfer (Foto: LUICK 2007).

3.2 Themenkreis 2

Aufgrund der schweren globalen Finanz- und Wirtschaftskrise stehen die öffentlichen Haushalte in der EU massiv unter Druck und eine Besserung ist für lange Jahre kaum in Sicht. Die Verschuldung in den meisten Staaten der Europäischen Union hat dramatische Rekordhöhen erreicht. Die Konjunkturförderung, Kosten der steigenden Arbeitslosigkeit und sinkende Einnahmen führen laut Prognosen der EU-Kommission dazu, dass immer mehr Mitgliedsländer die Maastricht-Kriterien dauerhaft wohl nicht mehr einhalten können. Wann die Verschuldungen wieder abgetragen werden können bleibt unbestimmt und wird weit in die Zukunft verschoben. Tabelle 1 zeigt die aktuelle Verschuldungssituation der EU Staaten.

Tabelle 1: Gesamtschulden der EU Länder in % des Bruttoinlandprodukts (BIP) – Der Maastricht-Grenzwert von 2007 liegt bei 60 % 2007 (Quelle: EU EUROSTAT 2010).

	2007	2008	2009
Belgien	84,2	89,8	96,7
Bulgarien	18,2	14,1	14,8
Dänemark	27,2	34,2	41,6
Deutschland	65,0	66,0	73,2
Estland	3,8	4,6	7,2
Finnland	35,2	34,2	44,0
Frankreich	63,8	67,5	77,6
Griechenland	95,7	99,2	115,2
Großbritannien	44,7	52,0	68,1
Irland	25,0	43,9	64,0
Italien	103,5	106,1	115,8
Lettland	9,0	19,5	36,1
Litauen	16,9	15,6	29,3
Luxemburg	6,7	13,7	14,5
Malta	61,9	63,7	69,1
Niederlande	45,5	58,2	60,9
Österreich	59,5	62,6	66,5
Polen	45,0	47,2	51,0
Portugal	63,6	66,3	76,8
Rumänien	12,6	13,3	23,7
Schweden	40,8	38,3	42,3
Slowakei	29,3	27,7	35,9
Slowenien	23,4	22,6	35,1
Spanien	36,2	39,7	54,2
Tschechien	29,0	30,0	35,4
Ungarn	65,9	72,9	78,3
Zypern	58,3	48,4	56,2

Alle Augen richten sich derzeit auf Griechenland – allerdings ist die Haushaltslage in Großbritannien deutlich schlimmer: Ökonomen weisen darauf hin, dass die britische Finanzsituation sogar miserabler ist als die der Griechen und Besserung ist nicht in Sicht, im Gegenteil. Erstmals verbuchten die Briten im Januar 2010 mehr Ausgaben als Einnahmen. Zuletzt hatten

sich die Märkte auf Länder wie Spanien, Portugal und vor allem Griechenland eingeschossen. Mit sinkendem Investorenvertrauen stiegen die Risikoaufschläge auf Staatsanleihen dieser Länder stark an, was wiederum die Refinanzierung der Schulden erschwerte.

Ökonomen haben auch geschätzt, wie sich die Haushaltslage von zwölf großen Industriestaaten bei konstanten Ausgaben bis 2020 entwickelt. Das Ergebnis: Ohne Sparmaßnahmen würde Großbritannien auf ein Schuldenniveau von rund 200 % des BIPs kommen. Übertroffen würde der Inselstaat unter den großen Industrieländern nur noch von Japan mit einer Quote von etwa 300 %.

Beim Schreiben dieses Aufsatzes erschüttert die Finanzkrise Griechenlands die EU und die globalen Finanzmärkte. Heute am 28. April 2010 heißt es, dass nach der Herabstufung der Kreditwürdigkeit auf Ramschstatus deutsche Wirtschaftsexperten dem Land kaum noch eine Chance geben. Europa sollte sich auf die Bankrotterklärung aus Athen vorbereiten, lautet ihr vernichtendes Urteil. Die allgemeine Einsicht ist mittlerweile, dass die Rating Agentur Standard & Poor's nur ausgesprochen hat, wovon viele Beobachter bereits ausgingen: Griechenland wird seine Schulden wohl kaum zurückzahlen, jedenfalls nicht in voller Höhe. Ein Staatsbankrott – vornehmer als Umschuldung bezeichnet – erscheint unausweichlich. Und Griechenland wird wohl erst der Anfang sein. Vielleicht wird beim Erscheinen dieses Aufsatzes die Liste schon um Portugal, Ungarn und Irland verlängert sein. Staaten, die noch selbst etwas übrig haben, sind langfristig gezwungen, den bankrotten Partnern „Sozialhilfe“ zu geben, als Selbstschutz, um nicht noch schlimmer in den Strudel hineingezogen zu werden. So sind Banken aus Frankreich und Deutschland allein in Griechenland mit einer Gesamtsumme von rund 120 Mrd. € engagiert, Anlagen, welche diese Häuser wohl weitgehend abschreiben werden müssen, um sich dann wieder bei ihren Nationalstaaten für Hilfszahlungen anzustellen.

Angesichts dieser immer dramatischer werdenden finanziellen Situation vieler EU-Staaten und der Bewältigung anderer globaler Konfliktfelder wird bezweifelt, dass für zukunftsorientierte Aufgaben in „weichen“ Themenbereichen wie Naturschutz, Biodiversitätssicherung, NATURA 2000, Klimawandel, Wasserrahmenrichtlinie, Ländliche Entwicklung und andere mehr, von den politischen Mehrheiten in der EU die zur Umsetzung notwendigen monetären Ressourcen bereitgestellt werden.

3.3 Themenkreis 3

Die Bevölkerung in Deutschland nimmt im Gesamttrend ständig ab und sie wird älter. Das Statistische Bundesamt macht folgende Prognosen für die Entwicklung der Bevölkerungszahlen: 2020: 80 Mio., 2030: 77 Mio., 2040: 73 Mio. und 2050: 68 Mio. Vor allem ländliche Regionen – und hier wiederum vor allem in den Neuen Bundesländern – sind vom demographischen Wandel besonders betroffen. In bereits dünn besiedelten Räumen mit oft noch stark zersplitterten Strukturen kann dort bereits real studiert werden, was zukünftig erwartbar ist. Besonders betroffen ist die Quantität und Qualität der Infrastrukturen. Hier kommt es aufgrund des Nachfragemangels zu Schließungen (z.B. Kindergärten, Schulen, Banken, Apotheken, Geschäfte usw.) und zu Tragfähigkeitsgrenzen (z.B. bei ÖPNV, Kläranlagen, Wasser- und Energieversorgungen, Kommunikation, Müll). Letzteres führt in Konsequenz zu drastischen systembedingten Kostenerhöhungen mit weiteren negativen Rückkopplungen. Zur Beschreibung dieser Phänomene hat sich in der Szene der Geographen und Raumplaner ein neues Fachvokabular entwickelt. Dazu gehören Begriffe wie Entdichtung, Reurbanisierung, Suburbanisierung, Marginalisierung, Fragmentierung, Peripherisierung, Kostenremanenz, Brain Drain, Raumpioniere oder planerischer Rückbau.

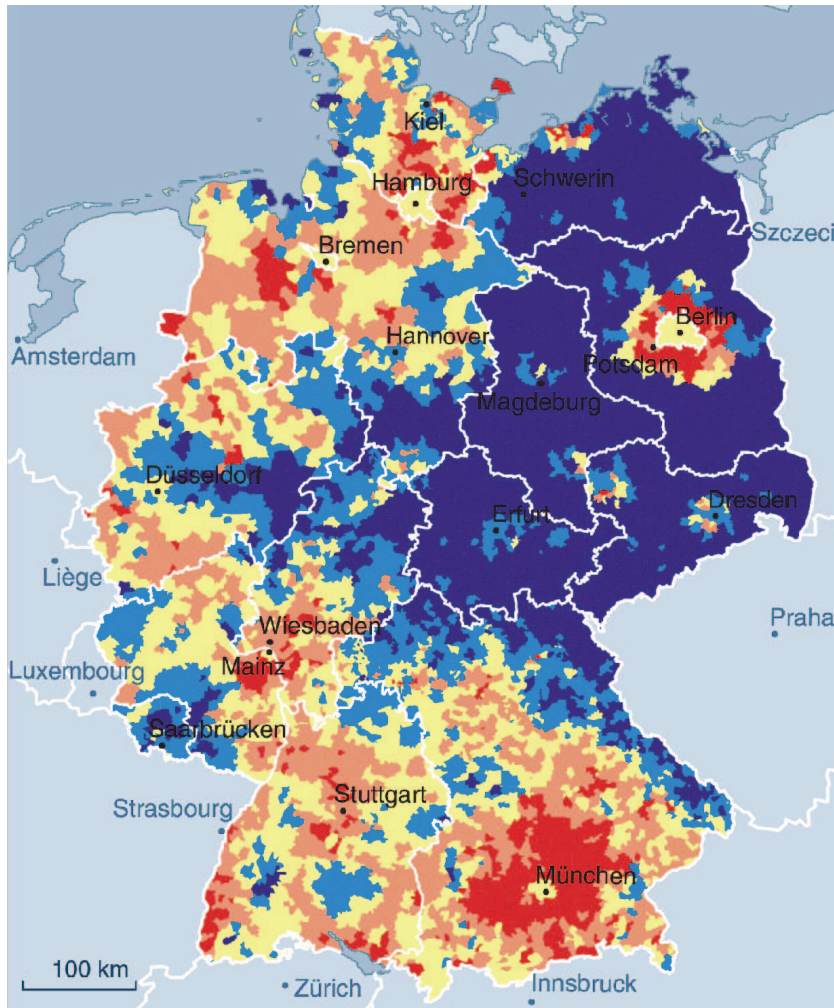


Abbildung 2: Künftige kleinräumige Bevölkerungsdynamik – Veränderung der Bevölkerungszahl im Zeitraum 2005–2025 in Prozent (Quelle: BBR 2008, S. 2): dunkelblau bezeichnet drastische Bevölkerungsrückgänge von mehr als -10%; blau bezeichnet Bevölkerungsrückgänge von -3 bis -10%; gelb bezeichnet Bevölkerungsrückgänge zw. -3 und 0 % sowie Bevölkerungszugewinne zw. 0 und 3 %; hellrot bezeichnet Bevölkerungszugewinne zw. 3 und unter 10%; rot bezeichnet Bevölkerungszugewinne von 10 % und mehr.

Im ländlichen, strukturell benachteiligten Raum wird ein weiterer landschaftsgestaltender „Driver“ zunehmend manifest: Das sind die bereits mittelfristig wohl drastisch zurückgehenden Fördermittel aus den Agrarhaushalten der EU und der Länder. Landwirtschaftliche Aktivitäten werden sich dann in einem Wechselspiel aus standörtlich und strukturell sinnvollen Produktionssystemen darstellen. Oder anders ausgedrückt, wo sich intensiv geführte Kulturen mit hoher Wertschöpfung lohnen, werden diese ausgedehnt und noch weiter intensiviert. Was sich nicht lohnt, wird aufgegeben.

Ein gutes Beispiel hierfür ist die Milchproduktion. Allgemein verlagert sich diese zunehmend in Regionen, wo sowohl günstige Voraussetzungen zur Energiegewinnung aus dem Grünland (Silagewirtschaft mit intensiver Düngung) bestehen als auch die standörtlichen Möglichkeiten zum Silomaisbau gegeben sind. Grünland im klassischen Sinne – also artenreiche Wiesen und Weiden – werden in der intensiven Milchwirtschaft immer weniger gebraucht.

Ein guter Indikator ist die seit dem 1. April 2007 neu strukturierte Milchabgabeverordnung. Seitdem gibt es in Deutschland nur noch zwei Übertragungsbereiche für Milchquoten, das heißt, das Recht, Milch zu produzieren und dem Markt zuzuführen: den Übertragungsbereich West und den Übertragungsbereich Ost. Die Ergebnisse der bisherigen Börsentermine (Juli 2007 bis April 2010) für den Bereich West zeigt Tabelle 2 – sie können wie folgt interpretiert werden: Im Saldo gab es massive Verlagerungen aus dem Süden und der Mitte in den Norden. So sind allein aus Baden-Württemberg rund 77 Mill. kg Quote abgeflossen. Oder anders ausgedrückt, ist dies ein Verlust von 13.000 Milchkühen bei einem angenommenem Milchleistungsvermögen von 6.000 kg pro Kuh und Jahr. Dieser vergleichsweise geringere Wert begründet sich auf der Annahme, dass sich der Strukturwandel vor allem in den strukturell und standörtlich benachteiligten Gebieten und der dort noch vergleichsweise extensiver Produktion über Grünland abspielt. Der Flächenbedarf für die Futterproduktion für eine Milchkuh liegt bei angenommenen 0,7 Großvieheinheiten (= GVE) pro Hektar. Das heißt dann in weiterer Konsequenz, dass hier das Bewirtschaftungspotenzial für rund 9.000 ha Extensivgrünland verschwunden ist. In struktureller Hinsicht schlimmer waren die Abflüsse aus den deutlich kleineren Übertragungsbereichen Rheinland-Pfalz und Hessen. Wird sich diese Entwicklung fortsetzen, wovon derzeit auszugehen ist, ist Landschaftswandel regional programmiert.

Tabelle 2: Ergebnisse des Milchquotenhandels in Mio. kg im Börsenhandelsgebiet West seit der Änderung im Jahr 2007: Plus-Werte stehen für Quotenzuflüsse, Minus-Werte stehen für Quotenabflüsse aus den jeweiligen Bundesländern (Quelle: eigene Zusammenstellung nach offiziellen Daten)

Handelsregion West für Milchquoten	Jul 07	Nov 07	Apr 08	Jul 08	Nov 08	Apr 09	Jul 09	Nov 09	Apr 10	Σ seit 2007
Baden-Württemberg	- 37.620	- 9.606	- 16.377	- 7.819	+ 0.822	- 2.468	+ 0.134	- 5.083	- 8.757	- 77.166
Bayern	- 22.900	+ 22.319	- 9.689	- 11.083	+ 1.309	+ 9.248	- 5.894	- 7.364	- 12.162	- 36.963
Niedersachsen ¹⁾	+ 88.900	+ 0.749	+ 35.874	+ 27.619	+ 1.413	- 17.096	- 7.992	+ 4.355	+ 27.089	+ 160.911
Nordrhein-Westfalen	- 3.050	- 5.617	+ 0.639	+ 2.364	+ 0.688	+ 6.750	+ 16.591	+ 13.671	+ 2.719	+ 34.755
Hessen	- 13.820	- 5.809	- 5.644	- 6.480	- 3.120	+ 0.112	- 5.188	- 4.166	- 8.608v	- 52.723
Rheinland-Pfalz ²⁾	- 11.500	- 2.036	- 4.803	- 4.602	- 1.113	+ 3.453	+ 2.349	- 0.514	- 0.282	- 19.048

1) zuständig für Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen

2) zuständig für Rheinland-Pfalz und Saarland

In den kommenden Jahrzehnten wird sich auch die Struktur der landwirtschaftlichen Unternehmensformen grundsätzlich ändern. Ein belastbarer Indikator ist die Motivation und Ausbildung qualifizierter Betriebsleiter. Dazu ebenfalls die Situationsbeschreibung für Baden-Württemberg: Nach der offiziellen Agrarstatistik gab es im Jahr 2007 57.000 Betriebe, davon ca. 20.000 Betriebe mit mehr als 20 ha Betriebsfläche. Wollte man nur diese Betriebsgruppe am Markt halten, wäre eine jährliche Ausbildungsquote von ca. 600 qualifizierten Betriebsleitern notwendig. Die tatsächliche Situation ist Abbildung 3 zu entnehmen. Im Jahr 2008 erhielten noch 86 Landwirtschaftsmeister ihre Urkunde. Diese Entwicklung in die Zukunft projiziert, heißt dies automatisch, dass aufgrund der massiven Abnahme der Betriebsleiter neue Unternehmensformen mit wesentlich größeren Einheiten entstehen werden.

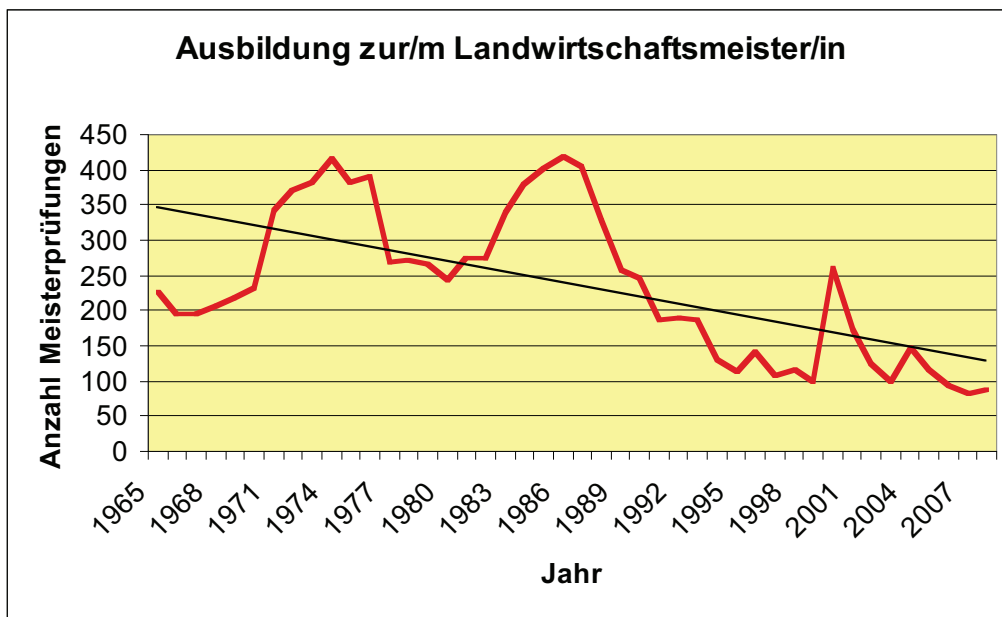


Abbildung 3: Entwicklung der Ausbildungszahlen für Landwirtschaftsmeister / innen in Baden-Württemberg von 1965 bis 2008 (Quelle: eigene Darstellung, Datengrundlage diverse Agrarstatistiken Baden-Württemberg).

3.4 Themenkreis 4

Der agrarischen Primärproduktion in Deutschland sind durchaus relevante Treibhausgas- (THG-) Emissionen zuzuordnen. Nach im Folgenden zitierten Daten von HIRSCHFELD ET AL. (2008) waren dies im Jahr 2006 ca. 133 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente (= THG-relevante Emissionen, z. B. CO₂, N₂O, CH₄, die entsprechend ihrer Wirkintensität über Umrechnungsfaktoren zueinander ins Verhältnis gesetzt werden). Dieser Betrag beinhaltet auch Emissionen aus notwendigen Vorkettenprozessen, z. B. der Energiebereitstellung und Düngemittelproduktion (Abbildung 4 und Abbildung 5).

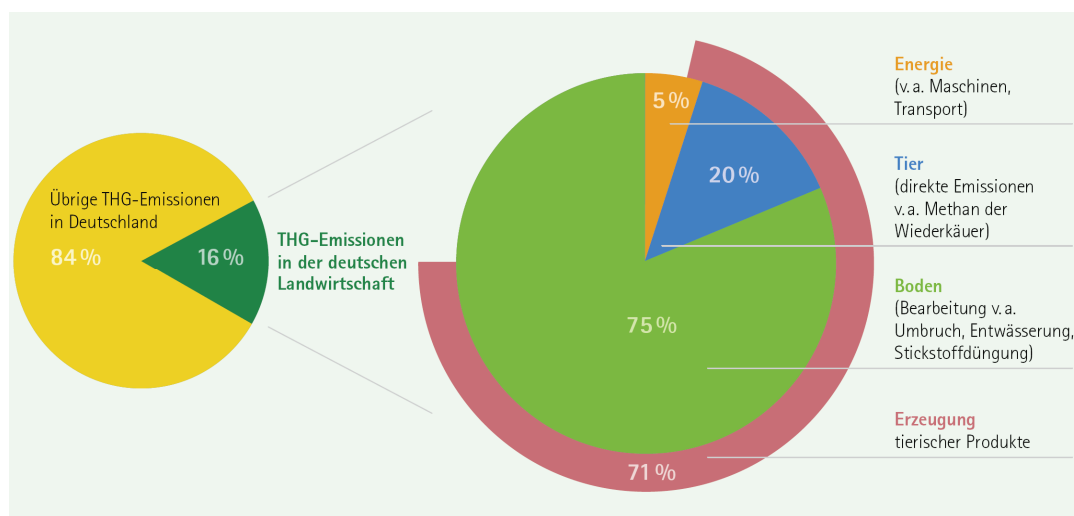


Abbildung 4: Ursprünge der THG-Emissionen in der deutschen Landwirtschaft (Quelle: WEHDE & DOSCH 2010, S. 8).

Rechnet man auch die Futtermittelproduktion der Erzeugung tierischer Produkte zu, so trägt die Tierhaltung mit 71 % zu den THG-Emissionen bei (94,9 Mio. t CO₂-Äqv.), wobei die Rinderhaltung (Milch- und Fleischproduktion) mehr als 50 % ausmacht. Diese Abschätzungen für Deutschland haben selbstverständlich global gesehen noch völlig andere Dimensionen.

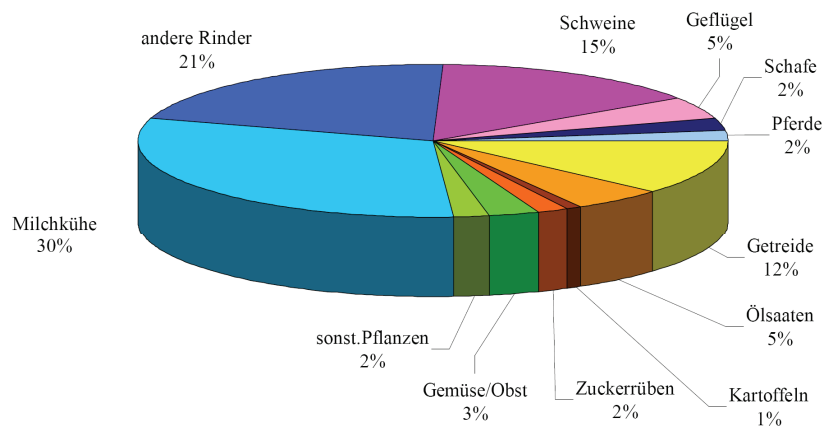


Abbildung 5: Aufteilung der direkten und indirekten Treibhausgasemission des deutschen Agrarsektors nach Produktionsverfahren – in CO₂-Äquivalenten, ohne Landnutzung, unter Berücksichtigung von intrasektoralen und geschätzten außersektoralen Vorleistungen. (Quelle: VTI 2010, S. 8).

Bei der Berechnung der THG-Emissionen in der Tierhaltung spielen die direkten Emissionen eine große Rolle. Als direkte Emissionen werden bezeichnet:

- Emissionen aus der Verdauung bei Wiederkäuern („enterische Fermentation“)
- Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement (Behandlung der Exkremente im Stall/Lagerung von Gülle und Mist)

Bei weiterer Differenzierung der direkten Emissionen durch Rinderhaltung hat die Erzeugung von Milch und Milchprodukten mengenbedingt 70 % Anteil (inkl. weiblicher Nachzucht), die Rindfleischproduktion (Mutterkühe, Mastbullen und -färsen) ist dagegen lediglich mit 26 % beteiligt.

Problematisch ist außerdem, dass ca. 40 % der Weltgetreideernte an Tiere verfüttert werden, um Fleischwaren, Milch und Eier zu produzieren. 1950 lag die weltweite Fleischproduktion noch bei 44 Mio. t; 2009 wurden 290 Mio. t. produziert und die OECD erwartet, dass die Produktionsziffern bis 2016 auf rund 300 Mio. t anwachsen (Tabelle 3).

Das sind die Hintergründe, warum die Ernährungsgewohnheiten in den industrialisierten Ländern mit einem hohen Fleischkonsum weitreichende Folgen auf Umwelt und Landschaften, aber auch auf Volkswirtschaft und Gesundheit haben.

Ein Deutscher verzehrt nach FAO-Statistiken jährlich 83,3 kg Fleisch und liegt damit etwa im Durchschnitt der Industrienationen. In den Entwicklungsländern hat sich der Fleischkonsum zwischen 1980 und 2005 auf 30,9 kg pro Person im Jahr mehr als verdoppelt. In China vervierfachte sich der Verbrauch sogar auf aktuell 59,5 kg.

Tabelle 3: Fleischproduktion weltweit

(Quelle: eigene Zusammenstellung aus Internetquellen der FAO und OECD)

1950	44 Mio. Tonnen	
1990	170 Mio. Tonnen	
1994	194 Mio. Tonnen	
1997	210 Mio. Tonnen	
1999	217 Mio. Tonnen	
2002	242 Mio. Tonnen	
2003	253 Mio. Tonnen	
2005	267 Mio. Tonnen	
2009:	280 Mio. Tonnen	davon: 106 Mio. Tonnen (Schwein) 95 Mio. Tonnen (Geflügel) 65 Mio. Tonnen (Rind) 14 Mio. Tonnen (Schaf)
bis 2016	Die globale Fleischproduktion könnte bis 2016 auf rund 300 Mio. Tonnen anwachsen, prognostiziert die Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD).	

Die Kehrseite dieser Entwicklung ist eine dramatische Zunahme vieler ernährungsbedingte Krankheiten. Zum Spektrum gehören z. B. Antipositas (Fettleibigkeit), Bluthochdruck, Diabetes oder auch Zöliakie (Glutenallergie). Diese Krankheiten sind auch mitverantwortlich für eine extreme Kostenexplosion im Gesundheitssystem und haben rund $\frac{1}{3}$ Anteil an den volkswirtschaftlichen Gesamtkosten von ca. 100 Mrd. € in Deutschland.

Und die Entwicklung wird vermutlich weiter gehen und es scheint kein Korrektiv zu existieren, denn zu viele Beteiligte profitieren von diesen Geschäften. So ist die Viehwirtschaft nach Angaben der FAO einer der am schnellsten wachsenden landwirtschaftlichen Sektoren und trägt zu 40 % zur Wertschöpfung in der globalen Agrarproduktion bei. Von der FAO kommt auch die Parole, dass die Fleischproduktion aufgrund der ständig zunehmenden Nachfrage in den kommenden 40 Jahren mehr als verdoppelt werden müsse. Statt der heute 1,5 Mrd. wird die Zahl der Rinder in 40 Jahren 2,6 Mrd., die Zahl der Schafe und Ziegen um eine Milliarde auf 2,7 Mrd. steigen. Keine Vorstellungen gibt es allerdings, wie und wo bei wachsender Weltbevölkerung die Futtermengen und Weideflächen für diese Tiermassen noch bereitgestellt werden können.

Ein Gegenmodell wurde in einer Studie vom Bioland Bundesverband (2010) skizziert (WEHDE & DOSCH 2010). Hier ging es um die Frage, wie für das Beispiel Deutschland die zusätzliche benötigte Agrarfläche bei einer kompletten Umstellung der Agrarwirtschaft auf ökologische Verfahren generiert werden könnte. Denn der biologische Landbau benötigt im Durchschnitt 30 % mehr Fläche, um die geringere Produktivität auszugleichen. Dies könnte problemlos durch verminderten Futtermittelanbau bei reduziertem Fleischkonsum realisiert werden:

- 2,1 Mio. ha bei Reduzierung tierischer Lebensmittel, insbesondere Fleisch um 25 % (Zwischenschritt) und
- 4,2 Mio. ha bei Reduzierung tierischer Lebensmittel, insbesondere Fleisch um 50 % (dies entspricht einem Wert, wie er von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlen wird).

3.5 Themenkreis 5

Mit der Wahrnehmung der tatsächlichen Limitierung der fossilen Rohstoffe und der Explosion der Energiepreise, ist den land- und forstwirtschaftlichen Flächen eine neue Bedeutung zugefallen: die Produktion von erneuerbaren Energien. In einer extremen und noch lange nicht abgeschlossenen dynamischen Entwicklung hat sich hier in kurzer Zeit eine enorme Nachfrage nach Flächen entwickelt, die als Anbaufläche für regenerative Energieträger benötigt werden.

Einst war die energetische Biomassenutzung angetreten, um einen substantiellen Beitrag zur Entschärfung des Klimawandels zu leisten. Die dazu entwickelten Förderpolitiken verhindern jedoch umweltbelastende Produktionsmethoden kaum, ja, sie können sie sogar begünstigen und bestehende Problemlagen noch weiter verstärken. Besonders dort, wo durch Konzentrationseffekte Nutzungskonkurrenzen um Produktionsflächen manifest werden, verschärfen sich bestehende Konflikte im Naturschutz und die Multifunktionalität der Landschaft geht verloren. Insbesondere die Ressource Boden wird regional beansprucht, als ob es mehrere vertikale Produktionsebenen geben würde. Darüber hinaus zeigt sich in erschreckender Weise, dass der maßgeblich durch die deutsche Politik beförderte Biomassehype auch in globalem Maßstab zu gravierenden Verschlechterungen von Umweltqualitäten führt.

Zumindest für eine deutsche Situationsbestimmung wird hier die Auffassung vertreten, dass die energetische Biomassenutzung unter der Prämisse einer nachhaltigen Nutzung schon sehr bald eine Potenzialgrenze erreichen wird und regional diese bereits überschritten hat. Das betrifft sowohl die möglichen Stoffströme aus der Landwirtschaft wie auch aus der Forstwirtschaft. Energie aus Biomasse kann und soll nachhaltig und damit begrenzt bereitgestellt werden, aber dazu braucht es dringend gesellschaftliche Leitplanken und Steuerungsinstrumente.

Um den avisierten Ausbau des Bioenergiesektors zu ermöglichen, hat der Gesetzgeber vielfältige Regelungen getroffen, auf denen die bekannten „Karrieren“ einzelner Bioenergielinien basieren. Hervorzuheben sind vor allem die Initiativen im Bereich der Biokraftstoffe und der Biogaswirtschaft. In Deutschland wurden mit der Begünstigung für Biodiesel im Rahmen der Einführung der ökologischen Steuerreform (1999/2003), der bis 2007 gültigen Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe (Änderung Mineralölsteuergesetz 2002 und Steueränderungsgesetz 2003) und dem Markteinführungsprogramm „Treib- und Schmierstoffe“ (2000/2003) starke Anreize für die Produktion von Biokraftstoffen gesetzt. Die Biogaswirtschaft profitierte erheblich durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 und den folgenden Novellen – vor allem aber durch die Einführung des NawaRo-Bonus im EEG in 2004 (NawaRo = nachwachsende Rohstoffe).

Ergänzende Anreize wurden durch das Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien sowie die Investitionsförderungsprogramme der Länder gesetzt. Zwischen 1992 und 2007 bestand zudem die Möglichkeit, Energiepflanzen auf Stilllegungsflächen anzubauen und gleichzeitig die Stilllegungsprämie für die betreffenden Flächen zu erhalten. Außerdem wurde bis 2009 (letztmalig) für den Anbau auf Nicht-Stilllegungsflächen von der EU eine Energiepflanzenprämie gewährt (bis zu 45 €/ha).

Durch die Gesamtheit der förderpolitischen Maßnahmen zu Gunsten des Anbaus nachwachsender Rohstoffe hat die Flächennutzung in Deutschland binnen kurzer Zeit erheblich verändert (vgl. DOYLE & SCHÜMANN in diesem Heft). So hat sich in Deutschland innerhalb von nur wenigen Vegetationsperioden die Anbaufläche von NawaRo (Energie- und Industriepflanzen), darunter hauptsächlich Energiepflanzen zur Verwertung in Biogasanlagen und Raps zur Produktion von Biodiesel, auf knapp 2 Mio. ha erhöht (FNR 2010). Das sind bereits ca. 12 %

der gesamten Agrarfläche oder ca. 17 % der Ackerflächen in Deutschland. Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, die aktuell zu rund 29 % durch Biomasse gedeckt wird, hat sich durch diese Entwicklungen von knapp 37 Mrd. kWh im Jahr 2000 auf 92,8 Mrd. kWh im Jahr 2008 enorm gesteigert.

Nach den aktuellen energiepolitischen Leitszenarien (Abbildung 6) sollen im Jahr 2020 ca. 11 % des erwarteten Primärenergiebedarfs über die energetische Nutzung von Biomasse gedeckt werden. Das Anbauflächenpotenzial für Biomasse auf Grün- und Ackerland wird in Deutschland nach unterschiedlichen Modellen für die kommenden beiden Jahrzehnte auf 14 bis 43 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche geschätzt, das sind zwischen 2,5 und 7,3 Mio. ha. Ob diese Potenziale allerdings tatsächlich zu aktivieren sind, ist kaum prognostizierbar bzw. Szenarien von über 20 % Flächenanteil erscheinen geradezu unrealistisch.

Doch stellen wir uns ein anderes Szenario vor – das der bevorstehenden Knappheit bei den Ölvorräten. Wir sind zwar technologisch in der Lage, manche konservativen Energiequellen zu substituieren, doch im Bereich der Mobilität, ob zu Land, in der Luft oder zu Wasser, wird es auf absehbare Zeit bei Treibstoffen auf Ölbasis bleiben. Deren Substitutionspotenzial ist nur über Biomasse zu realisieren. Und wenn in den kommenden Jahren die Preise für fossiles Öl auf 200 \$/Barrel und mehr steigen werden, dann wird es vermutlich keine Hemmungen geben, jede verfügbare Biomasse entsprechend zu konvertieren. Man sollte sich nicht darauf verlassen, dass international akzeptierte Nachhaltigkeitsstandards zur Biomasseproduktion und Nutzung entwickelt werden und wenn doch, diese dann auch kontrollierbar sind. Bestehende Zertifizierungssysteme zeigen jetzt schon ihre Lücken. So muss für den Geltungsbereich der EU-Mitgliedsstaaten zwar mittlerweile für importierte Biomasse für energetische Verwertungslinien ein Nachhaltigkeitsnachweis geführt werden, aber nicht für andere Verwertungslinien wie zur Ernährung als Futtermittel oder industrielle Verwertungen. So wird dann auf den gerodeten Regenwaldflächen Soja für die internationale Futtermittelwirtschaft produziert und auf anderen Flächen, zumindest auf dem Papier zertifiziert, dann die Biomasse für energetische Verwertungen.

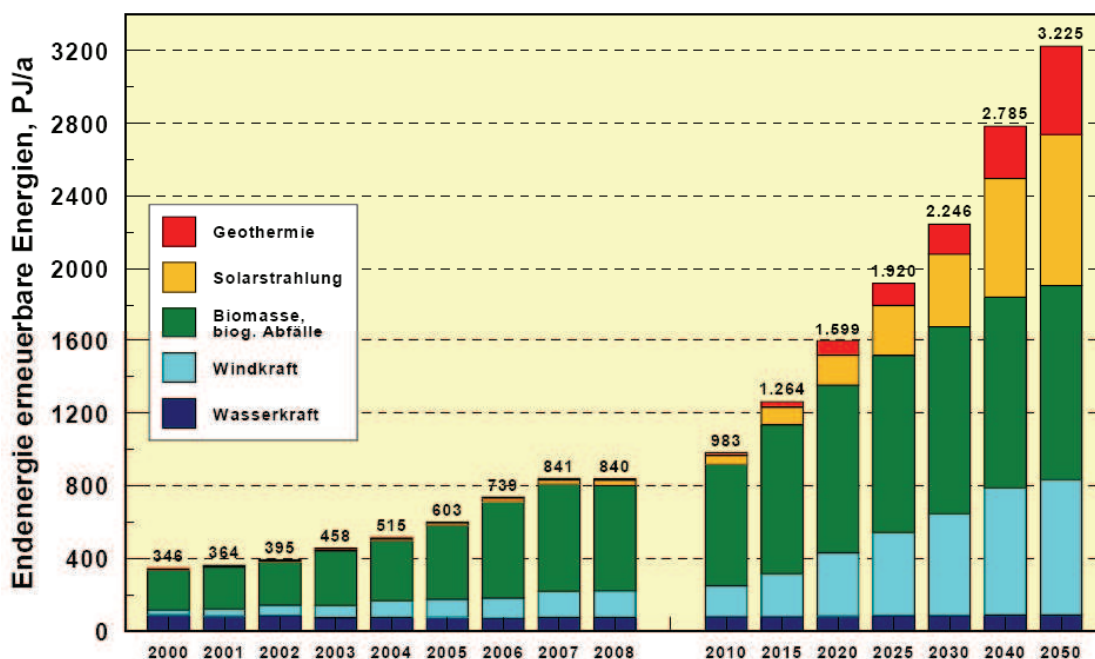


Abbildung 6: Entwicklung des Endenergiebeitrags der Erneuerbaren Energien im Leitszenario bis 2050. Es wird deutlich, dass der Biomasse eine weiterhin hohe Relevanz zugeordnet wird (Quelle: BMU 2009, S. 8).

3.6 Themenkreis 6

Die Leitbilder für Naturschutz im Kulturlandschaftlichen Kontext leiten sich überwiegend aus den gesetzlichen Vorgaben ab, die als zentrales Kennzeichen das Bewahren („Einfrieren“) bestimmter, vielfach historischer, landwirtschaftlicher Nutzungen aufweisen. Sowohl länderspezifische Vorgaben als auch der Rechtskomplex der FFH-Richtlinie der EU fordern zum Beispiel für Deutschland, im Handlungsfeld des artenreichen Grünlandes, dass in entsprechend ausgewiesenen Gebieten nur Mähnutzungen (möglichst mit detaillierter Festlegung der Mähzeitpunkte und strengen Düngerrestriktionen) erlaubt sind. Über Pflegeprogramme und über entsprechende Bausteine in Agrarumweltprogrammen wird versucht, diese Vorgaben umzusetzen. Doch wo sich die Milchviehwirtschaft verabschiedet, bzw. Grünland nur noch als hochgedüngte Silagefläche oder Vielschnittwiese interessant ist, bleiben derartige Anreize zunehmend wirkungslos.



Abbildung 7: Großflächige extensive Weidesysteme mit unterschiedlichen Tierarten und -rassen sind realistische und sinnvolle Landnutzungskonzepte in Regionen mit standörtlich schlechten Eignungen für intensivere Nutzungen. Im Bild ein Beispielprojekt aus Thüringen am Nordrand des Thüringer Waldes. Dort weiden auf mehreren tausend Hektar Rinder und Pferde. Die Wirtschaftlichkeit des Betriebes erschließt sich aus dem Verkauf von Premiumfleisch, Sportpferden und Dienstleistungen im Sinne des Naturschutzes und der Landschaftspflege (Foto: LUICK 2009).

Grundsätzlich ist zu bemerken, dass wünschenswerte dynamische Prozesse in unseren Landschaften, zu denen auch die Fließgewässer gezählt werden dürfen, nahezu immer durch statische Vorgaben, sei es durch Planungen oder direkt durch gesetzliche Vorgaben be- und verhindert werden. Auch die Landschaftsplanung in ihrer Funktion, gesetzlich, normative Vorgaben in konkrete Konzepte umzusetzen, zeigt ein ambivalentes Verhalten gegenüber unkalkulierbaren, dynamischen, ungeplanten Prozessen. So gibt es beispielsweise Auflagen nach Eingriffen in den Naturhaushalt (z. B. Kiesabbau), Landschaftszustände wieder „natur-

gemäß“ herzustellen, was oft mit planerisch und technisch aufwändigen und teuren Rekultivierungsmaßnahmen verbunden ist. Ökologisch hochinteressante Prozessschutzmodelle mit geringen Kosten sind dagegen meist nicht genehmigungsfähig. Hier spielt vielleicht auch eine Rolle, dass sich dynamische Systeme planerischen Kategorien entziehen, ja diese überflüssig machen. Denn wo wäre der Auftrag, das klare Leitbild und das konkrete, gebaute Ergebnis, wenn nicht gemessen, bilanziert, kalkuliert werden kann und sich Systeme wenig vorhersagbar entwickeln?

Nicht zu unterschätzen sind weiterhin auch indirekte Behinderungen durch fehlende und noch nicht kommunizierte gesellschaftliche Akzeptanz. Das mehrheitliche gesellschaftliche Empfinden von Ästhetik in unseren Kulturlandschaften erwartet klare Ordnung und gepflegte Formen. Schon kleinste Bereiche, in denen sich vielleicht Brombeergebüsche oder Brennesselfluren entwickeln, geben Anlass für ordnungsrechtliches Handeln. Auch hier kann man sich auf gesetzliche Vorgaben zurückziehen. So gibt es in den Gesetzgebungen der Länder (Naturschutzgesetze oder wie in Baden-Württemberg im sogenannten Landwirtschafts- und Landeskulturgesetz) Regelungen, die Grundeigentümer dazu verpflichten, dass landwirtschaftliche Flächen ordnungsgemäß bewirtschaftet oder gepflegt werden oder die Pflege geduldet werden muss; im Extremfall sogar unter Kostenanlastung. Ja, es ist sogar geregelt, dass Sukzession einer behördlichen Gestattung bedarf. Ob dies in der Realität allerdings schon derartige Fälle gegeben hat, sei dahingestellt.

Von Kritikern einer notwendigen Wertediskussion und Reform der Naturschutzgesetzgebung wird geäußert, dass

- es sowieso extrem schwierig sei, die Anliegen des Naturschutzes gesetzgeberisch zu verankern und selbst die erzielten Kompromisse nur mit großem Aufwand und Beharrlichkeit erreicht würden,
- ständige Anpassungsdiskussionen dazu führen würden, dass erreichte Positionen wieder neu zur Diskussion stünden,
- Naturschutz im Grunde definitionsgemäß eine konservierende, erhaltende Aufgabe habe und nicht ständig auf Modetrends reagieren könne.

Ein zukunftsfähiges Landnutzungskonzept ist zum Beispiel bei geeigneten Rahmenbedingungen das System der halboffenen extensiven Weidesysteme, vor allem mit Rindern in Mutterkuhhaltung. Diese können grundsätzlich günstige ökologische wie betriebsökonomische Eigenschaften aufweisen und das unabhängig davon, ob es traditionelle oder neu entstehende Systeme sind, ob ganzjährige Außenhaltungen oder Mähweidesysteme. Sie sind kapital- und arbeitsextensiv, großflächig wirksam und können bei intelligentem Betriebsmanagement eine akzeptable Wertschöpfung mit gutem Betriebsgewinn aufweisen. Aus ökologischer Sicht entstehen bei durchdachtem Management zahlreiche positive Effekte. Eine Erweiterung findet dieses Konzept in den so genannten „Megaherbivorensysteme“, das sind großflächige Weidesysteme (> 1.000 ha) mit Großsäugern verschiedenster Tierarten und -rassen ohne direktes Produktionsinteresse und dem primären Ziel der Landschaftsoffenhaltung und stochastischen Prozesssteuerung (BUNZEL-DRÜKE ET AL. 2008).

4. Zusammenfassung und Ausblick

Was ist nun das Fazit aus dieser Sammlung an Prophezeiungen, Hypothesen und Fakten mit überwiegend pessimistischen, ja vielfach sogar fatalistischen Konnotationen? Hierzu passt treffend der berühmte Satz von Carl Valentin: „Erstens kommt es anders und zweitens als man denkt“. In einer der Masurischen Geschichten von Siegfried Lenz wird im Rückblick auf

einen Besuch bei einer Wahrsagerin festgestellt, dass es manchmal ganz schön Arbeit macht, die Prophezeiungen auch so eintreten zu lassen. Hierin liegt vielleicht der Schlüssel, dass es sich lohnt Alternativen zu entwickeln und auch dafür zu streiten. Bestimmte Entwicklungen sind nicht unbedingt zwangsläufig, sondern sind durch vernünftige Entscheidungen korrigierbar bzw. können auch induziert werden. An diesen gesellschaftlich äußerst wichtigen Schnittstellen haben zahlreiche Wissenschaften eine besondere Verantwortung bzw. liegen hier auch Risiken. Werden Entwicklungen erlebbar und nachweisbar falsch prognostiziert, wird sich die Politik schwer tun, notwendige Entscheidungen mit vielleicht drastischen Konsequenzen für Gesellschaften und Wirtschaften zu treffen. Genau so wichtig ist eine seriöse wissenschaftsanalytische Aufarbeitung, dass bestimmte schlimme Prophezeiungen nicht eingetreten sind, da noch rechtzeitig „Drivers“ und ihre Wirkungen beeinflusst werden konnten. Dazu abschließend ein kleines Beispiel: Weltweit gibt es noch vier Länder ohne Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Autobahn-ähnlichen Straßen. Das sind neben Deutschland die Länder Bhutan, Nepal und Uganda. Es gibt Berechnungen, nach denen das energetische Einsparpotenzial in Deutschland durch eine Geschwindigkeitsbegrenzung auf 100km/h dem Äquivalent des kompletten nachhaltig nutzbaren Potenzials an land- und forstlicher Biomasse entspricht. Oder anders ausgedrückt, eine einfache legislativ/normative Maßnahme hätte einen gewaltigen ökologischen Hebel. Wann wird wohl eine derart weise Entscheidung getroffen?

5. Literatur

- BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR, Hrsg.) (2008): Raumordnungsprognose 2025. BBR-Berichte KOMPAKT (2/2008). Bonn, 9 S.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT (BMU) (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitszenario 2009. – Reihe Umweltpolitik, 106 S.
- BUNZEL-DRÜKE, M., BÖHM, C., FINCK, P., KÄMMER, G., LUICK, R., REISINGER, E., RIECKEN, U., RIEDL, J., SCHARF, M. & ZIMBALL, O. (2008): Wilde Weiden – Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. – Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz (ABU) e. V., Bad-Sassendorf-Lohne. 215 S.
- EU EUROSTAT (2010): Gesamtschulden der EU Länder in % des Bruttoinlandproduktes (BIP) Download unter: http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/2-22043020-BP-DE.pdf (22.04.2010).
- FACHAGENTUR FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (FNR) (2010): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Im Internet unter: <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/service/daten-und-fakten/anbau.html?spalte=3> (Stand: 03.03.2010).
- HIRSCHFELD, J., WEIß, J., PREIDL, M. & KORBUN, T. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Schriftenreihe des IÖW 186/08. Berlin, 187 S.
- HUTTER, C.-P. & GORIS, E. (2009): Die Erde schlägt zurück – Wie der Klimawandel unser Leben verändert – Szenario 2035. – Droemer, 256 S.
- RIFKIN, J. (1994): Das Imperium der Rinder. – Campus, Frankfurt/New York.
- SCHLOSSER (2002): Fast Food Gesellschaft. – Rieman Verlag, München.
- STERN, N. (2006): Stern Review on the Economics of Climate Change, London, 650 S.

- JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUTS (VTI) (2010): Antworten des vTI für die öffentliche Anhörung des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des deutschen Bundestages in Berlin am 22. Februar 2010 zum Thema „Landwirtschaft und Klimaschutz“. Ausschussdrucksache 17(10)101-F vom 22.02.2010.
- WEHDE, G. & DOSCH, T. (2010): Klimaschutz und Biolandbau in Deutschland – Die Rolle der Landwirtschaft bei der Treibhausgasminderung / Biolandbau als Lösungsstrategie für eine klimaschonende Lebensmittelerzeugung. Bioland-Hintergrundpapier (Im Blickpunkt). Mainz, 43 S. Stand 03.05.2010. Download unter: http://www.bioland.de/fileadmin/bioland/file/bioland/startseite/bioland_klimapapier_01.pdf.
- WEISMAN, A. (2009): Die Welt ohne uns – Reise über eine unbevölkerte Erde, Piper, 379 S.
- WUPPERTALINSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, (2008): Zukunftsfähiges Deutschland in einer globalisierten Welt – Ein Anstoß zur gesellschaftlichen Debatte. – Hrsg.: Brot für die Welt, Evangelischer Entwicklungsdienst (EED), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND), Fischer, 655 S.

Autorenverzeichnis

Prof. Dr. Stefan Heiland, Dr. Bernd Demuth, Dipl.-Geogr. Wera Wojtkiewicz
Technische Universität Berlin
Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung
Fachgebiet Landschaftsplanung und Landschaftsentwicklung
Schr. EB 5
Straße des 17. Juni 145
10623 Berlin
Tel.: 030-314-73290

Dr. Siegfried Behrendt
Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT)
Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin
Tel.: 030-803088-10
E-Mail: s.behrendt@izt.de

Dr. habil. Horst Korn
Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Internationale Naturschutzakademie Insel Vilm
18581 Putbus
Tel.: 038301-86-130
E-Mail: horst.korn@bfn.de

Dr. Gerhard Overbeck
Technische Universität Berlin
Institut für Ökologie
Fachgebiet Ökosystemkunde/Pflanzenökologie
Rothenburgstraße 12
12165 Berlin
Tel. 030-314-71362
E-Mail: gerhard_overbeck@yahoo.com

Dipl.-Geogr. Matthias Reichmuth
Leipziger Institut für Energie GmbH
Lessingstraße 2
04109 Leipzig
Tel.: 0341-224762-25
E-Mail: matthias.reichmuth@ie-leipzig.com

Dr. Ulrike Doyle
Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU)
Geschäftsstelle
Luisenstr. 46
10117 Berlin
E-Mail: ulrike.doyle@umweltrat.de

Dipl.-Ing. Kolja Schümann
Hochschule f. Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg
E-Mail: kolja.schuemann@hs-rottenburg.de

Prof. Dr. Jürgen Peters
HNE Eberswalde
Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH)
Fachgebiet Landschaftsplanung und Regionalentwicklung
Friedrich-Ebert-Str. 28
16225 Eberswalde
Tel.: 03334-657-334
E-Mail: jpeters@hnee.de

Dipl.-Ing. agr. Bernhard Osterburg
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Institut für Ländliche Räume
Bundesallee 50
38166 Braunschweig
Tel.: 0531-596-5211
E-Mail: bernhard.osterburg@vti.bund.de

Prof. Dr. Rainer Luick
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Fachbereich Landschafts- und Ressourcenmanagement
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg
Tel.: 07472-951-238
E-Mail: luick@hs-rottenburg.de