

Bericht

des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung
(18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung

Technikfolgenabschätzung (TA)

Ökologischer Landbau und Bioenergieerzeugung – Zielkonflikte und Lösungsansätze

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	5
Zusammenfassung	6
I. Einleitung	15
1. Problemstellung und Zielsetzung	15
2. Vorgehensweise	15
3. Aufbau des Berichts	16
II. Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“	17
1. Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“	17
1.1 Begründung und Zielsetzung	17
1.2 Implementierte Fördermaßnahmen	17
1.3 Bisherige Entwicklung des ökologischen Landbaus	19
2. Nachhaltigkeitsziel „Bioenergie“	22
2.1 Begründung und Zielsetzung	22
2.2 Implementierte Fördermaßnahmen	24
2.3 Bisherige Entwicklung der Bioenergieerzeugung	25
3. Grad der Zielerreichung	30
III. Einflussfaktoren auf die Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung	31
1. Einflussfaktoren auf die Entwicklung des ökologischen Landbaus ..	31
1.1 Entwicklungsphasen des ökologischen Landbaus	31

	Seite	
1.2	Motive, Anreize und Hemmnisse für Umstellung	32
1.3	Ökonomische Einflüsse	34
1.4	Einflüsse der Förderpolitik	35
2.	Ausbau der Bioenergieproduktion	37
2.1	Entwicklungsphasen der Bioenergienutzung	37
2.2	Motive, Anreize, Hemmnisse beim Bioenergieausbau	39
IV.	Integration von Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau	42
1.	Entwicklung und Stand verschiedener Bioenergiepfade im ökologischen Landbau	42
1.1	Entwicklung und Stand der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau	42
1.2	Entwicklung und Stand der Pflanzenölerzeugung und Biokraftstoffe im ökologischen Landbau	49
1.3	Entwicklung und Stand der Agrarholzerzeugung im ökologischen Landbau	49
2.	Potenziale der Integration	50
2.1	Besondere Stellung der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau	50
2.2	Potenziale von Anbausystemen und Energiepflanzen zur Biogaserzeugung	51
2.3	Potenziale der Pflanzenölerzeugung	53
2.4	Potenziale der Agrarholzerzeugung	53
3.	Auswirkungen der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau	53
3.1	Biogaserzeugung	54
3.2	Pflanzenölerzeugung	56
3.3	Agrarholzerzeugung	57
4.	Möglicher Beitrag des ökologischen Landbaus zur Bioenergiebereitstellung	57
4.1	Potenzialabschätzung Biogaserzeugung zur Strom- und Wärmebereitstellung	57
4.2	Möglicher Beitrag der Biokraftstoffe	60
4.3	Möglicher Beitrag der Agrarholzerzeugung	60
V.	Konkurrenzen und Zielkonflikte	60
1.	Bisherige Konkurrenzsituation	62
1.1	Wirtschaftlichkeit von ökologischem Landbau und Biogaserzeugung im Vergleich	62
1.2	Flächennutzung und Pachtpreise	63
1.3	Zukünftige Konkurrenzsituation unter bisherigen Rahmenbedingungen	72

	Seite
2. Einflussfaktoren auf die zukünftige Entwicklung von Flächenkonkurrenzen	75
2.1 Landwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung	75
2.2 Verfügbare landwirtschaftliche Fläche	79
2.3 Veränderung von Ernährungsstilen	80
2.4 Reduzierung von Lebensmittelverlusten	82
2.5 Entwicklung der Agrarpreise	83
2.6 Alternative Pfade der Bioenergiebereitstellung und Intensität des Energiepflanzenanbaus	85
2.7 Energienachfrage	87
3. Indirekte Landnutzungsänderungen	88
4. Konkurrenz mit weiteren Nachhaltigkeitszielen	89
5. Priorität der Nachhaltigkeitsziele und Auswirkungen auf die Flächenkonkurrenz	90
5.1 Szenario 1: Vorrang des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“	91
5.2 Szenario 2: Vorrang des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“	93
5.3 Szenario 3: Gleichgewichtige Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele	96
5.4 Fazit	99
VI. Handlungsoptionen	101
1. Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele vornehmen	101
2. Handlungsoptionen zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung ..	104
2.1 Effizienz des Energieeinsatzes steigern	104
2.2 Stationäre Nutzungen von Biomasse bevorzugen	104
2.3 Relative Vorzüglichkeit der Bioenergieerzeugung anpassen	104
2.4 Kopplung der EEG-Strompreise an einen Agrarrohstoffindex	104
2.5 Landwirtschaftliche Rest- und Abfallstoffe verstärkt nutzen	105
2.6 Produktivität der Pflanzenproduktion und der Energiepflanzenkonversion erhöhen	105
2.7 Erweiterung des EEG-Monitorings: Identifizierung regionaler Schwerpunkte der Flächenkonkurrenz	105
3. Handlungsoptionen zur Förderung einer verstärkten Umstellung auf ökologischen Landbau	105
3.1 Ökologischer Landbau als Vorbild nachhaltiger Landwirtschaft etablieren	106
3.2 „Aktionsplan ökologischer Landbau“ erarbeiten	106
3.3 Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik	106
3.4 Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen	106
3.5 Kontinuität der Förderung des ökologischen Landbaus erhöhen	107
3.6 Beratung zum ökologischen Landbau flächendeckend anbieten	107

	Seite
3.7 Markt für ökologische Lebensmittel ausbauen	108
3.8 Forschung für die ökologische Lebensmittelwirtschaft stärken	108
4. Handlungsoptionen zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau	109
4.1 Förderung von kleineren hofeigenen Biogasanlagen	109
4.2 Regelungen zum Wirtschaftsdüngereinsatz	110
4.3 Nachhaltigkeitsbonus zur Förderung extensiver Substrate	110
4.4 Förderung des Substrateinsatzes aus ökologischem Anbau	110
VII. Literatur	
1. In Auftrag gegebene Gutachten	112
2. Weitere Literatur	112
VIII. Anhang	
1. Tabellenverzeichnis	122
2. Abbildungsverzeichnis	122

Vorwort des Ausschusses

Da die Nachfrage nach landwirtschaftlicher Biomasse sowohl für die Nahrungsmittelerzeugung als auch für energetische und stoffliche Verwendungen in den letzten Jahren deutlich angestiegen ist, werden zunehmend mögliche Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen in der Landwirtschaft diskutiert. Ein Teilaspekt hiervon sind mögliche Konkurrenzen zwischen den beiden in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung formulierten Zielen „Ausbau des ökologischen Landbaus“ und „Ausbau der Bioenergieerzeugung“ im Rahmen des Ausbaus der erneuerbaren Energien insgesamt.

Vor diesem Hintergrund hat der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung auf Anregung des Parlamentarischen Beirats für nachhaltige Entwicklung das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) beauftragt zu untersuchen, ob ökologischer Landbau und Biomasseproduktion für energetische Verwendungen künftig stärker miteinander verbunden werden können, um eine steigende Nachfrage für beide Bereiche abzudecken, oder ob die entsprechenden Ziele der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie im Konflikt miteinander stehen und deshalb eine prioritäre Ausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion auf einen Nutzungszweig vorgenommen werden muss

Der hiermit vorgelegte Abschlussbericht des TAB analysiert die Einflussfaktoren auf die Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung und beschreibt die Möglichkeiten einer umfassenderen Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau. Auf der Basis einer Analyse der bisherigen Konkurrenzsituation und absehbarer Zielkonflikte werden mögliche Handlungsoptionen sowohl zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung mit dem Ziel einer Vermeidung von Flächenkonkurrenzen als auch zum weiteren Ausbau des ökologischen Landbaus vorgestellt.

Der Deutsche Bundestag erhält mit diesem Bericht eine wertvolle Informationsbasis und vielfältige Anregungen für die weitere Befassung mit diesem wichtigen Themenfeld der Energie-, Agrar- und Umweltpolitik.

Berlin, den 28. November 2012

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

Ulla Burchardt, MdB

Ausschussvorsitzende

Dr. Thomas Feist, MdB

Berichterstatter

Dr. Martin Neumann, MdB

Berichterstatter

Hans-Josef Fell, MdB

Berichterstatter

René Röspel, MdB

Berichterstatter

Dr. Petra Sitte, MdB

Berichterstatterin

Zusammenfassung

Die Nachfrage nach landwirtschaftlicher Biomasse sowohl für die Nahrungsmittelerzeugung als auch für energetische und stoffliche Verwendungen ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und führt zunehmend zu Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen. Diese Entwicklung wird teilweise durch politische Zielsetzungen und Fördermaßnahmen beeinflusst. Ein Teilaspekt sind mögliche Konkurrenzen zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen „Ausbau des ökologischen Landbaus“ und „Ausbau der Bioenergieerzeugung“ im Rahmen des Ausbaus erneuerbarer Energien.

Eine Zielsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist, den Anteil des ökologischen Landbaus in den nächsten Jahren auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern (Anteil von 6 Prozent im Jahr 2010). Eine Umsetzung dieses Nachhaltigkeitsziels bedeutet, dass in gewissem Umfang zusätzliche landwirtschaftliche Fläche für die Nahrungsmittelproduktion benötigt wird, da die ökologische Nahrungsmittelherzeugung pro erzeugte Einheit einen höheren Flächeneinsatz als die konventionelle Produktion benötigt.

Gleichzeitig sah die Nachhaltigkeitsstrategie vor, den Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch bis 2020 auf 10 Prozent und ihren Anteil am Bruttostromverbrauch auf mindestens 30 Prozent zu erhöhen. Das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 formulierte einen deutlich höheren Zielwert von 18 Prozent des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Jahr 2020. Biomasse stellt mit einem Anteil von rund zwei Dritteln den wichtigsten erneuerbaren Energieträger dar und wird auch in Zukunft eine zentrale Rolle spielen. Dabei beansprucht der zunehmende landwirtschaftliche Energiepflanzenanbau Flächen, die bisher für die Nahrungsmittelproduktion genutzt wurden bzw. in der Vergangenheit der Flächenstilllegung unterlagen. Daraus ergibt sich die Frage, ob zukünftig eine verstärkte Flächenkonkurrenz die gleichzeitige Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele gefährden wird.

Das mit der Vorlage dieses Endberichts abgeschlossene TA-Projekt „Ökologischer Landbau und Biomasseproduktion“ wurde auf Anregung des Parlamentarischen Beirats für nachhaltige Entwicklung vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung in Auftrag gegeben und hat untersucht, ob ökologischer Landbau und Biomasseproduktion für energetische Verwendungen künftig stärker miteinander verbunden werden können, um eine steigende Nachfrage für beide Bereiche abzudecken, oder ob die entsprechenden Ziele der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie im Konflikt miteinander stehen und deshalb eine prioritäre Ausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion auf eines der beiden Nachhaltigkeitsziele vorgenommen werden muss.

Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung wird durch Indikatoren und Zielgrößen für die Indikatoren

konkretisiert. Mit insgesamt 21 Schlüsselindikatoren wird regelmäßig aufgezeigt, welche Fort- bzw. Rückschritte auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung eingetreten sind.

Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“

Dem ökologischen Landbau wird eine Vorreiterrolle für eine nachhaltige Landwirtschaft zugeschrieben. Als Zielwert ist in der Nachhaltigkeitsstrategie ein Anteil der Anbaufläche ökologisch wirtschaftender Betriebe von 20 Prozent an der landwirtschaftlichen Nutzfläche festgelegt. Dieser Anteil sollte ursprünglich bis 2010 erreicht werden, mit dem Fortschrittsbericht 2008 wurde dies modifiziert: Das Ziel soll nun „in den nächsten Jahren“ erreicht werden.

Um eine weitere Ausdehnung des ökologischen Landbaus zu ermöglichen und um ökologisch wirtschaftende Betriebe für ihre gesellschaftlichen Leistungen zu entschädigen, wurden zahlreiche Fördermaßnahmen implementiert. Die wichtigsten Instrumente sind die flächenbezogene Förderung, die Agrarinvestitionsförderung, Fördermaßnahmen zur Marktstrukturverbesserung sowie Beratungs-, Bildungs- und Informationsmaßnahmen.

Der Flächenanteil des ökologischen Landbaus insgesamt ist von 1994 bis 2010 von 1,6 auf 5,9 Prozent gestiegen. Der ökologische Landbau in Deutschland weist einen hohen Flächenanteil bei Dauergrünland auf, während die Umstellungsraten im Veredlungsbereich (Geflügel-, Schweinehaltung) und bei Sonderkulturen (Gemüsebau, Obstbau) gering sind. Der deutsche Markt für Biolebensmittel ist in den letzten Jahren deutlich schneller gewachsen als die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Deutschland. Deshalb wird die deutlich steigende Nachfrage nach ökologischen Lebensmitteln in Deutschland zunehmend durch Importe gedeckt.

Nachhaltigkeitsziel „Bioenergie“

Im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Ausbau der erneuerbaren Energien“ leistet die Bioenergie in den drei Energiesektoren Strom, Wärme und Kraftstoffe einen wesentlichen Beitrag. Der Umstieg auf erneuerbare Energien soll die energetisch bedingten Emissionen von Treibhausgasen verringern. Die in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung von 2002 festgelegten Zielgrößen für 2010 wurden sowohl beim Anteil am gesamten Energieverbrauch als auch beim Anteil am Stromverbrauch vorzeitig erreicht. Die Zielgrößen wurden mittlerweile von der Bundesregierung fortgeschrieben: für das Jahr 2020 auf 18 Prozent des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch und mindestens 35 Prozent des Anteils am Stromverbrauch. Der angestrebte Beitrag der Bioenergie wurde 2009 im Nationalen Biomasseaktionsplan konkretisiert.

Bei der Bioenergie setzen die Fördermaßnahmen vor allem bei der Erzeugung bzw. Verwendung an. Die wichtigsten Instrumente, die die Entwicklung des Energiepflanzenanbaus bestimmen, sind im Strombereich das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) sowie bei den Bio-

kraftstoffen die Quotenregelung (früher die Steuerbefreiung).

Seit 2004 sind Anzahl und installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen zur Stromerzeugung stark gestiegen. Der Biomasseanteil an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien betrug 2010 in Deutschland rund 30 Prozent. Unter den in Biogasanlagen eingesetzten Substraten dominiert die Maissilage. Bei den Biokraftstoffen war die Entwicklung weniger kontinuierlich. Der Einsatz von reinem Pflanzenöl als Biokraftstoff ist nach einem kurzfristigen starken Anstieg in den letzten Jahren wieder sehr stark zurückgegangen. Produktionskapazitäten und Absatz bei Biodiesel hatten sich von 2000 bis 2007 rasant erhöht. Seit der Umstellung auf die Quotenregelung stagniert der Markt für Biodiesel. Schließlich haben sich seit 2005 die Produktionskapazitäten und die Erzeugung von Bioethanol in Deutschland erhöht. Aufgrund der geförderten Bioenergieerzeugung ist die Anbaufläche für Energiepflanzen in den letzten 10 Jahren sehr stark, auf fast 2 Mio. ha, gestiegen.

Grad der Zielerreichung

Bei den beiden Nachhaltigkeitszielen „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ (als Teil der erneuerbaren Energien) sind seit der Verabschiedung der Nachhaltigkeitsstrategie durch die Bundesregierung 2002 deutliche Fortschritte erzielt worden. Die relativen Zuwächse im Bereich des Energiepflanzenanbaus waren allerdings im Vergleich zur ökologisch bewirtschafteten Fläche zwischen 2002 und 2010 deutlich höher. Die derzeitige Lücke gegenüber den gesetzten Zielgrößen ist bei erneuerbaren Energien bzw. bei Bioenergie deutlich geringer als beim ökologischen Landbau.

Einflussfaktoren auf die Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung

Um die zukünftige Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung einschätzen zu können, wird im Folgenden diskutiert, welche Faktoren die Umstellung von konventioneller Lebensmittelerzeugung auf ökologischen Landbau oder Energiepflanzenanbau zur Bioenergieerzeugung beeinflussen, sowie die Bedeutung der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen herausgearbeitet.

Einflussfaktoren auf die Entwicklung des ökologischen Landbaus

Verschiedene Ansätze des ökologischen Landbaus wurden im letzten Jahrhundert als Alternative zur konventionellen Landwirtschaft entwickelt. Die Pionierphase bis in die 1980er Jahre war durch eine geringe Zahl ökologischer Betriebe und viel Idealismus gekennzeichnet. 1990 wurde eine EU-weite gesetzliche Definition des ökologischen Landbaus mit verbindlichen Mindeststandards geschaffen. Parallel trat eine zunehmende Professionalisierung der Anbauverbände und Verarbeiter ein. 2001 wurde das staatliche Biosiegel eingeführt, um den Verbrauchern ein einfaches Erkennungszeichen für Bioprodukte zur

Verfügung zu stellen. Das starke Wachstum im Markt für ökologische Lebensmittel wird seitdem im Wesentlichen durch den Lebensmitteleinzelhandel (LEH) erzielt.

Seit der Einführung der Flächenförderung 1989 wurden ökonomische Erwägungen bei der Umstellungsentscheidung landwirtschaftlicher Betriebe wichtiger. Neben der Förderhöhe spielen auch Förderbedingungen und -sicherheit eine wichtige Rolle.

Die Umstellung von konventioneller auf ökologische Bewirtschaftung stellt für den landwirtschaftlichen Betrieb eine deutliche Veränderung der landwirtschaftlichen Produktionsverfahren dar und bedeutet eine längerfristige Festlegung der Betriebsentwicklung. Innerbetriebliche Umstellungshemmnisse können ein hoher Investitionsbedarf (z. B. für Stallbau) oder Probleme bei der Produktionstechnik (z. B. Pflanzenschutz in Sonderkulturen) darstellen. Das soziale Umfeld und die Akzeptanz bei Kollegen beeinflussen nach wie vor die Umstellungsbereitschaft der Landwirte.

Die Umstellung auf ökologischen Landbau erfordert die Erschließung neuer Vermarktungswege. Höhere Erzeugerpreise, die die steigenden Kosten für veränderten Arbeitskräfteeinsatz, Betriebsmittel und Investitionen sowie eintretende Ertragsveränderungen zumindest ausgleichen, sind neben den erzielbaren Fördermitteln entscheidende Determinanten für oder gegen eine Umstellung. Bei dem noch in vielen Produktgruppen kleinen Biomarkt können schon vergleichsweise geringe Änderungen bei Angebot oder Nachfrage relativ starke Auswirkungen auf die Preise haben. Anstelle von festen Preisauflägen in der Vergangenheit ist bei Leitprodukten des deutschen ökologischen Landbaus (Getreide, Kartoffeln und Milch) eine Tendenz zur Abkopplung von den konventionellen Preisen zu beobachten.

Schließlich haben die hohen Agrarpreise in der Nahrungsmittelkrise 2007/2008 sowie im Jahr 2011 die Einkommenssituation der konventionellen Landwirtschaft verbessert und damit den Anreiz für Landwirte verringert, sich mit der Möglichkeit einer Umstellung auseinanderzusetzen. Die erhebliche Unsicherheit über die zukünftige Agrarpreisentwicklung macht langfristige Entscheidungen wie die Umstellung auf ökologischen Landbau nicht leichter.

Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Bioenergieproduktion

Start und Entwicklung von Bioenergieerzeugung und Energiepflanzenanbau in Deutschland sind vor allem durch politische Anreizsysteme geprägt worden. Dabei hat es mehrfach Neuausrichtungen der Förderpolitik gegeben.

Mit der ersten Ölkrise 1973 begann ein neues Interesse an Bioenergie in Industrie- und Schwellenländern. Außerdem wurde mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU ab 1992 eine obligatorische Flächenstilllegung eingeführt, um die damals zunehmend produzierten Nahrungsmittelüberschüsse einzuschränken. In diesem Kontext wurde im Energiepflanzenanbau eine Chance ge-

sehen, eine neue alternative Einkommensquelle für die Landwirtschaft zu erschließen. Als Ausnahme wurde erlaubt, auf den Stilllegungsflächen nachwachsende Rohstoffe anzubauen. In den letzten 10 Jahren traten bei der Bioenergieförderung dann Klimaschutz- und energiepolitische Zielsetzungen in den Vordergrund.

In den 1990er Jahren erfolgten schrittweise die Normierung von reinem Biodiesel und die Freigabe von Dieselfahrzeugen durch die Hersteller. Pflanzenöl und reiner Biodiesel waren von der Mineralölsteuer befreit, was einen ausreichenden Preisabstand zum fossilen Diesel ermöglichte. Es begann sich ein weitgehend mittelständischer Nischenmarkt für Pflanzenölkraftstoffe und Biodiesel herauszubilden. Mit der 2002 beschlossenen, umfassenden Steuerbefreiung für Biokraftstoffe setzte in Deutschland ein starker Ausbau der Produktionskapazitäten und des Absatzes vor allem von Biodiesel ein. Mit der schrittweisen Reduzierung der Steuerbegünstigung und der Einführung der Quote kam es zu einer Stagnation der Rapsanbaufläche für Biokraftstoffe. Der kurzzeitige „Boom“ der dezentralen Ölmühlen und des Pflanzenölkraftstoffs brach zusammen.

Die Quoten haben grundsätzlich den Effekt, eine preisunabhängige Nachfrage nach Biokraftstoffen zu schaffen. Seit 2007 stieg dementsprechend der Anteil der Beimischung am inländischen Biodieselverbrauch kontinuierlich an und bestimmt nun fast alleine den Verbrauch. Die mengenbezogene Quotenregelung bewirkt bei der zur Beimischung verpflichteten Mineralölkraftstoffwirtschaft einen Anreiz, möglichst kostengünstige Biokraftstoffe einzusetzen. Dies hat in der EU zu einem steigenden Biodieseleimport, vor allem basierend auf Soja- und Palmöl, geführt. Unsicher ist, in welchem Umfang die in Deutschland benötigten Biokraftstoffe bzw. die zu ihrer Produktion notwendigen Rohstoffe in Zukunft auch aus Deutschland stammen werden.

Die Biogaserzeugung hatte aufgrund der Vergütungsregelungen des EEG 2004 und 2009 eine hohe Wirtschaftlichkeit und stellte deshalb eine attraktive Option der Betriebsentwicklung dar. Außerdem bewirkt die auf 20 Jahre garantierte Vergütung eine hohe Investitionssicherheit. Bei den hohen Weltmarktpreisen für pflanzliche Erzeugnisse 2007/2008 und abermals 2010/2011 ließ sich allerdings trotz hoher EEG-Förderung mit herkömmlicher Agrarproduktion eine vergleichbare Grundrente wie mit der Biogaserzeugung erzielen, sodass Biogasanlagen nicht oder nur knapp wettbewerbsfähig gegenüber der Nahrungsmittelerzeugung waren. Auf die 2007/2008 stark gestiegenen Agrarpreise wurde in den verschiedenen Bioenergiebereichen mit unterschiedlichen Anpassungen reagiert: Während bei Biogas mit dem EEG 2009 die Vergütungssätze angehoben wurden, wurden bei den Biokraftstoffen die Quotenziele zeitlich gestreckt. Mit der dritten EEG-Novellierung 2011 wurde auf problematische Entwicklungen wie teilweise Überförderung, Dominanz von Silomais bei der Energiepflanzenverwendung und regionale Flächenkonkurrenzen reagiert.

Auch innerbetriebliche Faktoren beeinflussen den Einstieg in die Biogaserzeugung. Eine schlechte wirtschaftliche

Lage von landwirtschaftlichen Betrieben (z. B. geringe Rentabilität, geringes Eigenkapital) kann Investitionen in eine Biogasanlage verhindern. Weiterhin ist die Betriebsgröße ein entscheidender Faktor für die Biogasnutzung, da durch die Tierbestände und Flächenausstattung die Anlagengröße und damit die Wirtschaftlichkeit stark beeinflusst werden. Außerdem beeinflusst das Wärmenutzungskonzept die Wirtschaftlichkeit. Auch die Meinung und Akzeptanz zu Biogas im näheren Umfeld des Landwirts beeinflusst den Einstieg in die Biogasproduktion.

Integration von Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau

Ausgehend von den beiden Nachhaltigkeitszielen stellt sich die Frage, inwieweit ökologische Landbewirtschaftung und nachhaltige Bioenergieerzeugung kombiniert werden können. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht dabei die Biogaserzeugung, die bisher die größte Bedeutung hat und sich besonders gut in ökologische Anbausysteme einpassen lässt.

Betriebe des ökologischen Landbaus zählten zu den Pionieren in der Weiterentwicklung der Biogastechnologie. Ziele der ökologisch wirtschaftenden Betriebe aus der Pionierzeit waren neben der Energieautarkie auch das Bestreben, Nährstoffkreisläufe noch besser zu schließen und eine Aufwertung von Wirtschaftsdünger aus der betriebs-eigenen Tierhaltung zu erreichen.

Derzeit gibt es etwa 160 bis 180 Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit einer installierten elektrischen Gesamtleistung von etwa 34 bis 38 MW. Dies entspricht einem Anteil von knapp 3 Prozent der Leistung aller Biogasanlagen in Deutschland. Der durchschnittliche Substratmix von Biogasanlagen ökologischer Betriebe zeichnet sich durch einen deutlich höheren Anteil von Wirtschaftsdüngern (Gülle, Mist) sowie Klee-gras- und Grassilagen aus. Insbesondere viele größere Biogasanlagen werden derzeit mit Zukauf konventioneller Substrate für die Biogaserzeugung betrieben, da die Anlagen alleine auf Basis hofeigener Substrate nicht ausgelastet werden können. Das zugekaufte Substrat dient neben der Energieerzeugung auch der Erhöhung des Düngenniveaus im Betrieb, im Rahmen der zulässigen Nährstoffimporte. Die Richtlinien der ökologischen Anbauverbände sehen vor, dass bis 2020 der Einsatz konventioneller Gärsubstrate beendet werden muss.

Chancen für eine Integration der Biogaserzeugung in den ökologischen Landbau ergeben sich vor allem dadurch, dass im Ökolandbau zu Zwecken der Stickstoffversorgung, Bodenverbesserung und Beikrautregulierung Leguminosengemenge wie Klee-gras kultiviert werden, die wiederum in Biogasanlagen eingesetzt werden können. Da im ökologischen Landbau über zwei Drittel des Substratmix bereits vorhandene Substrate wie Wirtschaftsdünger, betriebliche Reststoffe, Klee-gras- und Grünland-silagen ausmachen, steht die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau im Vergleich zur konventionellen Biogaserzeugung aus Energiepflanzen deutlich weniger in Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung.

Eine Abschätzung des technischen Potenzials für die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau in Deutschland hat ergeben, dass unter Berücksichtigung der spezifischen potenziellen Methanerträge der einzelnen Substrate und bei einem jährlichen Flächenwachstum des ökologischen Landbaus von 5 Prozent im Ökolandbau Biogasanlagen mit einer Leistung von etwa 480 MW_{el} bis 2020 realisierbar wären, was einem Stromerzeugungspotenzial von rund 3,5 Mrd. kWh entspräche. Bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch eines 2-Personen-Haushalts von 3 000 kWh pro Jahr könnten damit 2020 potenziell bis zu 1,15 Millionen Haushalte in Deutschland mit Strom versorgt werden.

Die Kosten für die Substraterzeugung im ökologischen Landbau (Kleeergras- und Grassilage) sind im Vergleich zu Maissilage aufgrund der mehrmaligen Ernte und des geringeren Methanbildungspotenzials deutlich höher. Zudem ergeben sich durch den Einsatz dieser Substrate höhere Kosten im Betrieb der Biogasanlage und bei den Investitionen. Die Mehrkosten für den Einsatz von ökologisch erzeugten Substraten (z. B. Grassilage, Zwischenfrüchte) und von hinsichtlich potenzieller Klimagasersparungen sinnvollen Substratzusammensetzungen (hoher Wirtschaftsdüngeranteil) werden noch nicht ausreichend im Rahmen des EEG honoriert.

Das Wissen über die Chancen und Potenziale der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau ist noch nicht vollständig in der Praxis angekommen. Dies liegt zum einen daran, dass der Informations- und Beratungsbedarf bisher nicht immer kompetent befriedigt wird. Da die Beratungs- und Planungsaktivitäten von Akteuren der konventionellen Biogaserzeugung nur bedingt auf die Rahmenbedingungen des ökologischen Landbaus übertragbar sind, ist eine Spezialberatung, z. B. durch die Verbände des ökologischen Landbaus, erforderlich, die ihre Kompetenzen im Bereich der ökologischen Biogaserzeugung ausweiten müssten. Zum anderen scheuen viele Landwirte die relativ hohen Investitionskosten, denen gerade bei kleineren Anlagen und vielseitigem Substratmix eine geringere Rendite gegenübersteht als bei konventionellen Anlagenkonzepten.

Konkurrenzen und Zielkonflikte

Der globale Angebotszuwachs aus der landwirtschaftlichen Produktion hat in den letzten Jahren kaum mit der Nachfrageentwicklung Schritt halten können. Die Folge sind neue Nutzungskonkurrenzen zwischen den verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Biomasse. Grundlegende Verwendungszwecke sind konventionell und ökologisch erzeugte Lebens- und Futtermittel, stoffliche Verwertungen und energetische Nutzungen. Zur Flächenkonkurrenz kommt es dann, wenn eine zunehmende Nachfrage eines (neuen) Nutzungspfades wie der Energiepflanzennutzung nicht durch eine entsprechende Verringerung der Flächennachfrage für die Nahrungsmittelerzeugung, beispielsweise durch landwirtschaftliche Ertragssteigerungen oder rückläufige Nahrungsmittelnachfrage, kompensiert wird. Die Ausgestaltung der Förderpolitik und weitere politische Rahmensetzun-

gen beeinflussen die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit der verschiedenen Verwendungspfade erheblich.

Konkurrenzsituation bis zum EEG 2012

Für die Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ relevant war in den letzten Jahren insbesondere die Entwicklung der Biogaserzeugung. Unter den Vergütungsbedingungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2009 wies die Biogaserzeugung eine hohe wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit auf. Die zunehmende Anzahl von Biogasanlagen hatte Auswirkungen auf die Flächennutzung: Die Anbaufläche von Silomais hat in den letzten 10 Jahren um über 60 Prozent zugenommen. Durch die Ausgestaltung der EEG-Vergütung (insbesondere Güllebonus) bis zur Novellierung 2011 wurde eine sich verschärfende Flächenkonkurrenz insbesondere in Veredelungsregionen und in Milchproduktionsregionen mit hohem Dauergrünlandanteil bewirkt. Dies hat sich in einem starken Anstieg der regionalen Pachtpreise widerspiegelt. Der ökologische Landbau war aufgrund seiner Produktionsschwerpunkte und regionalen Verteilung davon allerdings nur begrenzt betroffen.

Mit dem neuen EEG 2012 wurden die Vergütungsniveaus und -bedingungen mit dem Ziel verändert, insbesondere den Verdrängungseffekt bei der Rinderhaltung durch Biogas zu verhindern. Es bleibt allerdings umstritten, ob die Veränderungen ausreichend sind, um diese Zielsetzung zu erreichen.

Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Flächenkonkurrenz

Die zukünftige Nutzungskonkurrenz zwischen verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Biomasse und ihre Auswirkung auf die Flächenkonkurrenz ist nicht nur von der Förderpolitik abhängig, sondern ebenso von einer Anzahl weiterer Faktoren.

Zum einen sind dies Faktoren, die bestimmen, wie viel landwirtschaftliche Fläche zukünftig für die Nahrungsmittelversorgung benötigt wird. Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft, insbesondere Ertragssteigerungen in der Pflanzenproduktion, sorgen dafür, dass die gleiche Nahrungsmittelmenge auf weniger landwirtschaftlicher Fläche erzeugt werden kann. Die Erhöhung sowohl der züchterisch erreichten Ertragspotenziale als auch der in der landwirtschaftlichen Praxis realisierten Erträge können dazu beitragen. Durch mögliche zukünftige Auswirkungen des Klimawandels entstehen allerdings neue Unsicherheiten hinsichtlich der erzielbaren Ertragssteigerungen. Allgemein höhere ökologische Anforderungen an die europäische Landwirtschaft, wie im Rahmen der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) für den Finanzierungszeitraum von 2013 bis 2020 diskutiert, würden eine Extensivierung auf einem Teil der landwirtschaftlichen Fläche bedeuten und damit einen höheren Flächenbedarf für die derzeitige landwirtschaftliche Produktion der EU bewirken.

Das Ernährungsverhalten unterliegt einem kontinuierlichen Wandel und beeinflusst den Flächenbedarf für die

Nahrungsmittelerzeugung erheblich. Von besonderer Relevanz ist dabei der Umfang des Verzehrs tierischer Lebensmittel, da für ihre Erzeugung proportional bedeutend mehr Fläche als für die Herstellung pflanzlicher Lebensmittel benötigt wird. Ein verringerter Verbrauch tierischer Lebensmittel in Deutschland führt aber nur dann zu einer entsprechenden Flächenfreisetzung in Deutschland, wenn der geringere inländische Verbrauch nicht durch einen verstärkten Export kompensiert wird.

Die in der Landwirtschaft erzeugten Nahrungsmittel erreichen nur unter Verlusten den Endverbraucher und werden von diesem nicht vollständig verzehrt, was unter dem Begriff der Nahrungsmittelverluste in den letzten Jahren zunehmend diskutiert wird. Unterschiedliche Definitionen, verschiedene Ansätze zur Datenerfassung, erhebliche Datenlücken und unterschiedliche Vorgehensweisen bei Hochrechnungen führen zu hohen Unsicherheiten bei der Abschätzung von Nahrungsmittelverlusten. Trotzdem wird erwartet, dass sich eine Verringerung von Nahrungsmittelverlusten deutlich auf den Flächenbedarf auswirken könnte.

Zum anderen ist der Flächenbedarf für die Bioenergieerzeugung von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Flächenproduktivität und damit der Energieertrag pro ha unterscheiden sich bei verschiedenen Energiepflanzen und Verwendungslinien erheblich. Für einen gleichen Energiebeitrag können daher sehr unterschiedliche Flächen beansprucht werden bzw. nötig sein. Außerdem besteht bei vielen Energiepflanzen die Erwartung, dass insbesondere durch Züchtung noch deutliche Ertragssteigerungen erzielt werden können.

Die Nachhaltigkeitsziele zu erneuerbaren Energien geben einen Anteil am gesamten Primärenergie- und Stromverbrauch vor. Der zu erreichende absolute Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energieversorgung ist deshalb abhängig von der Entwicklung des Verbrauchs. Je größer die Fortschritte bei der Steigerung der Energieeffizienz und bei der Reduktion des Energiebedarfs sind, umso weniger absoluter Zuwachs wird bei den erneuerbaren Energien benötigt. Für den Beitrag der Bioenergie auf der Basis von Energiepflanzen bedeutet dies, dass ein geringerer Energieverbrauch (bzw. Stromverbrauch) den Flächenbedarf für die landwirtschaftliche Bioenergieerzeugung verringern würde.

Indirekte Landnutzungsänderungen und Konkurrenz mit weiteren Nachhaltigkeitszielen

Eine nur auf Deutschland bezogene Diskussion der Flächenkonkurrenzen greift zu kurz. Ein Teil der Biokraftstoffe bzw. der Rohstoffe zur Biokraftherstellung wird schon heute importiert. Sowohl der Import von Bioenergieträgern als auch die Verdrängung von Nahrungsmittelerzeugung ins Ausland durch deutschen Energiepflanzenanbau kann in den Exportländern zu Flächennutzungsänderungen führen. Zum einen können dies direkte Landnutzungsänderungen sein, wenn in den Exportländern der Anbau von Bioenergieträgern auf neu erschlossenen Flächen erfolgt. Direkte Landnutzungsänderungen, die ökologisch wertvolle Flächen betreffen, sind durch die EU-

Nachhaltigkeitsanforderungen für Biokraftstoffe mittlerweile ausgeschlossen.

Zum anderen kann der Anbau von Bioenergieträgern auf bisher schon landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Exportländern zur Verdrängung der bisherigen Nutzung (z. B. Nahrungsmittelerzeugung) und damit zu indirekten Landnutzungsänderungen führen, wenn für die verdrängte Nahrungsmittelproduktion neue landwirtschaftliche Anbauflächen erschlossen werden. Je nach Standort können erhebliche CO₂-Freisetzungen aus der oberirdischen Biomasse (insbesondere bei der Umwandlung von Wald) und aus den organischen Bestandteilen des Bodens (insbesondere bei Torfböden) die Klimagaseinsparung aus der Bioenergienutzung für einen langen Zeitraum übertreffen und damit konterkarieren. Dies ist der Hintergrund für die kontroverse Diskussion über die Anrechnung von indirekten Landnutzungsänderungen („indirect land use change“ – ILUC) bei der Nachhaltigkeitszertifizierung von Biokraftstoffen.

Außerdem sind Flächenkonkurrenzen zwischen dem Energiepflanzenanbau und dem ökologischem Landbau bzw. allgemein der Nahrungsmittelerzeugung nicht die einzigen relevanten Konkurrenzbeziehungen. Der Anbau von Energiepflanzen kann negative Auswirkungen auf landwirtschaftliche Ökosystemdienstleistungen wie den Erhalt der Biodiversität oder die Qualität des Grundwassers haben und auch weitere Nachhaltigkeitsziele (z. B. die Reduktion des Stickstoffüberschusses) beeinflussen.

Zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten und Erreichbarkeit der Nachhaltigkeitsziele

Im Bericht wird anhand dreier Szenarien analysiert, wie die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten des ökologischen Landbaus und der Bioenergieerzeugung sowie die zugrundeliegende Politikgestaltungen sich auf die Flächennutzung und -konkurrenz sowie auf die Erreichbarkeit der beiden Nachhaltigkeitsziele auswirken können. Wichtige Ergebnisse sind:

- Wenn die bestehende Priorität für die Bioenergie im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energie“ beibehalten wird und die Förderpolitik weiterhin den Energiepflanzenanbau ökonomisch begünstigt, hat das zur Folge, dass verfügbares zukünftiges Flächenpotenzial weitgehend für den Anbau von Energiepflanzen genutzt wird. Dann werden Flächenkonkurrenzen fortbestehen oder sich sogar verschärfen. In der Fortschreibung der bisherigen Politik ist damit ein Zielkonflikt zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen angelegt.
- Das Nachhaltigkeitsziel eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Jahr 2020 kann mit der derzeitigen Förderpolitik nicht erreicht werden, weil die Anreize für eine Umstellung und die ökonomische Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus nicht ausreichen. Regionale Flächenkonkurrenzen mit dem Energiepflanzenanbau (insbesondere zur Biogaserzeugung) verschärfen die Situation, sind aber nicht die entscheidende Ursache.

- Die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ erfordert eine entsprechend verbesserte Förderpolitik. Der ökologische Landbau ersetzt die konventionelle Produktion von Lebensmitteln und löst aufgrund der geringeren Flächenproduktivität einen begrenzten zusätzlichen Flächenbedarf aus, in der Größenordnung von 0,8 Mio. ha bei einem Flächenanteil von 20 Prozent.
- Ein Anteil von 20 Prozent für den ökologischen Landbau wird sich voraussichtlich nicht alleine durch die diesbezügliche Förderpolitik erreichen lassen, sondern erfordert eine Umgestaltung der Agrarpolitik, die höhere umweltpolitische Anforderungen an die Landbewirtschaftung insgesamt bzw. die Bindung von Direktzahlungen an ökologische Leistung beinhaltet. Damit würden ökonomische Hemmnisse bei der Umstellung abgebaut, weil die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Landwirtschaft durch deren höhere Produktionskosten gestärkt würde. Eine entsprechende Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik wäre gleichzeitig förderlich zu Erreichung weiterer Nachhaltigkeitsziele wie die Senkung des landwirtschaftlichen Stickstoffüberschusses.
- Bei einer Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ würden noch Flächenpotenziale für einen moderaten weiteren Ausbau der Energiepflanzenutzung übrig bleiben. Die Herausforderung ist dann, in einer integrierten Gesamtstrategie Ausbauziele und Förderung so zurückhaltend und flexibel zu gestalten, dass keine neuen Konkurrenzen durch Überförderung ausgelöst werden.
- Bei der Bioenergie ist die Situation sehr komplex, da bei dem übergeordneten Ziel „Erneuerbare Energien“ eine Reihe von Alternativen zur Bioenergie zur Verfügung stehen und bei der Bioenergie selbst erhebliche Gestaltungsspielräume durch die verschiedenen Produktlinien und durch die beiden Möglichkeiten „inländische Erzeugung“ oder „Import von Bioenergieträgern“ existieren. Dennoch gibt es Chancen, Konkurrenzen und Zielkonflikte abzubauen bzw. zu verhindern, ohne das Ziel bei den erneuerbaren Energien selbst infrage zu stellen.
- So bestehen erhebliche bisher ungenutzte Potenziale bei der energetischen Nutzung landwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe, insbesondere bei der Nutzung von Wirtschaftsdünger (Gülle) in Biogasanlagen, sowie bei der Nutzung von Zwischenfrüchten und Klee-gras. Die Erschließung dieser Potenziale würde einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten und keine zusätzliche Flächenbelegung auslösen, also zur Vermeidung von Zielkonflikten beitragen. Allerdings würden dadurch höhere Kosten ausgelöst.
- Der zukünftige Umfang des inländischen Anbaus für die Biokraftstoffproduktion ist unsicher. Dessen Entwicklung wird wesentlich bestimmt durch die Wirtschaftlichkeit gegenüber Biokraftstoffimporten und die Erfüllbarkeit der Anforderungen an die erzielte Treibhausgasminde- rung. Mit rund 1,2 Mio. ha ist

mehr als die Hälfte der derzeitigen Anbaufläche der Energiepflanzen betroffen. Einerseits sind damit erhebliche wirtschaftliche Risiken für deutsche Landwirte und Biokraftstoffhersteller verbunden. Andererseits könnten erhebliche Flächen für andere Energiepflanzen und Nutzungswege frei werden, unter Vermeidung von inländischen Flächenkonkurrenzen. Der Import von Biokraftstoffen beinhaltet zum einen die Chance geringerer Flächeninanspruchnahme für den gleichen Energiebeitrag und zum anderen das Risiko hoher Klimagasemissionen durch indirekte Landnutzungsänderungen.

- Der Energiepflanzenanbau hat in den letzten Jahren zu einer Intensivierung der Landbewirtschaftung beigetragen, insbesondere durch die Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung und die Verengung von Fruchtfolgen. Ökologischer Landbau und die bisherige Praxis des Energiepflanzenanbaus in konventionellen Betrieben verfolgen tendenziell gegenläufige Ziele. Politische Rahmenseetzungen, die eine umweltverträglichere Gestaltung des Energiepflanzenanbaus bewirken, würden zu einer höheren Konsistenz in der Nachhaltigkeitspolitik beitragen. Zusätzliche ökologische Anforderungen an den Energiepflanzenanbau bedeuten allerdings einen größeren Flächenbedarf und höhere Kosten.
- Veränderungen bei den Rahmenbedingungen haben erheblichen Einfluss auf die Flächenverfügbarkeit und das zukünftige Auftreten von Flächenkonkurrenzen. Insbesondere ein geringerer Konsum von Fleisch und anderen tierischen Lebensmitteln würde erhebliche Flächenpotenziale freisetzen und gleichzeitig den „Flächenrucksack“ der deutschen Landwirtschaft verringern, wenn der geringere inländische Konsum nicht durch steigende Exporte tierischer Lebensmittel kompensiert wird. Prinzipiell können ebenso durch eine Reduzierung der Lebensmittelverluste relevante Flächenfreisetzungen erreicht werden. Der realisierbare Umfang ist allerdings derzeit noch sehr unsicher.

Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele vornehmen

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist als ganzheitlicher, integrativer Ansatz angelegt. Trotzdem kann es bei der Ausgestaltung der Nachhaltigkeitspolitik zu Zielkonflikten zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitszielen kommen. Nachhaltigkeitspolitik als Querschnittsaufgabe beinhaltet deshalb auch das Abwägen zwischen verschiedenen Zielsetzungen und Entwicklungswegen.

Seit der Verabschiedung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung 2002 hat es faktisch eine Priorität für den Ausbau der landwirtschaftlichen Bioenergie als Teil des Nachhaltigkeitsziels für erneuerbare Energien gegeben. Die Analysen dieses Berichts haben gezeigt, dass die Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele bis 2020 nicht nur von der Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen bestimmt wird, sondern auch von der jeweiligen Politik zur Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele und zusätzlich von einer Reihe von Rahmenbedingungen abhän-

gig ist. Zielkonflikte zwischen den Nachhaltigkeitszielen können, müssen aber nicht auftreten.

Im Sinne einer transparenten und begründeten Politikgestaltung sollte die zukünftige Gewichtung der beiden Nachhaltigkeitsziele explizit vorgenommen werden. Aus der Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele ergeben sich unterschiedliche politische Handlungsschwerpunkte sowie Konsequenzen für die zukünftige Entwicklung von Flächennutzung und -konkurrenz. Drei grundsätzliche Ausrichtungen können identifiziert werden:

- *Priorität für das Nachhaltigkeitsziel „Bioenergie“*: In Fortsetzung der bisherigen Politik würden energie- und klimaschutzpolitische Ziele im Vordergrund stehen. Zentrale Zielsetzungen wären, mit der Ausweitung des Energiepflanzenanbaus einen Beitrag zur Treibhausgasminderung, zur Sicherheit der Energieversorgung und zur Beschäftigung und Wertschöpfung insbesondere im ländlichen Raum zu leisten. Die Verfolgung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ würde dagegen nicht intensiviert. Die zu erwartende sehr langsame Ausweitung der ökologischen Anbaufläche würde für die Frage der Flächenkonkurrenz keine Rolle spielen. Auch für eine Ausweitung anderer Nutzungswege (z. B. stoffliche Nutzungen), stünden kaum Flächen zur Verfügung, weil das verfügbare Flächenpotenzial nahezu vollständig für den Anbau von Energiepflanzen genutzt würde. Eine Fortschreibung des Status quo würde somit darauf hinauslaufen, den Zielkonflikt zwischen den Nachhaltigkeitszielen „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergienutzung“ auf der Basis von Energiepflanzen zugunsten der Bioenergie zu lösen.
- *Priorität für das Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“*: Die konkrete Zielgröße, den Anteil des ökologischen Landbaus bis 2020 (als Konkretisierung für die derzeitige Zielsetzung „in den nächsten Jahren“) auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern, steht stellvertretend für die Absicht, insgesamt eine nachhaltigere Landwirtschaft in Deutschland zu erreichen. Ein deutlich forciertem Ausbau der ökologischen Landwirtschaft wäre erforderlich, um das 20-Prozent-Ziel bis 2020 erreichen zu können. Ein wichtiges Element wäre, die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung deutlich zu stärken. Ein Flächenanteil von 20 Prozent für den ökologischen Landbau im Jahr 2020 bedeutet, dass ein zusätzlicher Flächenbedarf von etwa 0,8 Mio. ha aufgrund der geringeren Flächenproduktivität des ökologischen Landbaus entsteht. Beim Nachhaltigkeitsziel für erneuerbare Energien müsste gleichzeitig die bisherige politische Ausrichtung verändert werden. Um den Vorrang der Nahrungsmittelproduktion sicherzustellen und Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen zu vermeiden, dürfte die Anbaufläche für Energiepflanzen nur soweit ausgedehnt werden, wie der zusätzliche Flächenbedarf durch ökologischen Landbau und Extensivierung der konventionellen Landwirtschaft dies zulässt. Während das Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer

Landbau“ mit der Vorgabe eines Flächenanteils einen unmittelbaren Flächenbezug hat, stehen für die Nachhaltigkeitsziele bei den regenerativen Energien verschiedene Wege zur Zielerreichung offen. Grundsätzlich wäre es möglich, dass die Ausbauziele für regenerative Energien erreicht werden und es zu keinem Zielkonflikt kommt. Zentrales Risiko dieser Ausrichtung ist, dass das Nachhaltigkeitsziel für erneuerbare Energien nicht erreicht wird, weil der Verzicht auf einen starken Ausbau des Energiepflanzenanbaus nicht ausreichend durch die Bioenergiegewinnung aus Rest- und Abfallstoffen oder durch andere erneuerbare Energien kompensiert wird.

- *Integrative Politik zur gleichgewichtigen Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele*: Zielsetzung wäre, die beiden Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ gleichzeitig bis 2020 zu erreichen, also sowohl eine nachhaltigere Landwirtschaft als auch einen essentiellen Beitrag zur regenerativen Energieversorgung. Die Schaffung von Rahmenbedingungen zur deutlich erhöhten Umstellung auf ökologischen Landbau müsste bei dieser Zielsetzung mit der Förderung der Bioenergieerzeugung bestmöglich in Einklang gebracht und Synergien gezielt genutzt werden. Ein zentrales Element wäre eine verbesserte Integration der Energiepflanzenproduktion in den ökologischen Landbau. Um Flächenkonkurrenzen bei gleichzeitigem Ausbau von ökologischem Landbau und Energiepflanzenanbau zu verhindern, wären darüber hinaus gezielte Politiken notwendig, die zu einem nachhaltigeren Konsum von Nahrungsmitteln führen. Vor allem eine Verminderung des Fleischkonsums und eine Vermeidung von Lebensmittelverlusten könnten den Flächenbedarf für die Nahrungsmittelproduktion erheblich reduzieren. Die Veränderung von Ernährungsstilen und der Umgang mit Lebensmitteln können allerdings nur zum Teil durch politische Rahmensetzungen beeinflusst werden, vielmehr ist ein gesamtgesellschaftlicher Umorientierungsprozess notwendig. Die integrative Verfolgung mehrerer Nachhaltigkeitsziele stellt besonders hohe Anforderungen an eine abgestimmte Politik.

Handlungsoptionen

Die Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele – erhöhter Anteil des ökologischen Landbaus und Ausbau der landwirtschaftlichen Bioenergie im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ – würde wesentlich durch die Vermeidung von Flächenkonkurrenzen zwischen den beiden Landnutzungsoptionen, den Abbau von Hemmnissen beim Ausbau des ökologischen Landbaus und eine verstärkte Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau unterstützt. Unabhängig von der Gewichtung der beiden Nachhaltigkeitsziele können verschiedene Maßnahmen einen Beitrag zur Zielerreichung leisten. Im Folgenden werden Handlungsoptionen zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung, zum Ausbau der ökologischen Landwirtschaft und zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau vorgestellt.

Handlungsoptionen zur Entschärfung von Flächenkonkurrenzen bei der Fortentwicklung der Bioenergieförderung

Bei der weiteren Förderung der Bioenergie steht eine Reihe von Optionen zur Verfügung, die dazu beitragen können, Zielkonflikte mit dem Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ sowie Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen mit der Nahrungsmittelproduktion abzumildern oder zu verhindern:

- *Effizienz des Energieeinsatzes steigern:* Das Ziel von 18 Prozent des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Jahr 2020 wird leichter und mit weniger Zielkonflikten erreicht, wenn durch Maßnahmen zur Energieeinsparung in den drei Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe absolut weniger Sekundärenergie zur Verfügung gestellt werden muss.
- *Stationäre Nutzungen von Biomasse bevorzugen:* Damit die auf der verfügbaren Fläche produzierbare Biomasse einen möglichst hohen Beitrag zur regenerativen Energieversorgung leistet, sollte dem stationären Bereich (Strom- und Wärmeerzeugung in Form von Kraft-Wärme-Kopplung) Priorität eingeräumt und die Förderinstrumente daran ausgerichtet werden.
- *Relative Vorzüglichkeit der Bioenergieerzeugung anpassen:* Bei der Stromerzeugung besteht über die Boniregelungen im EEG die Möglichkeit, die relative Vorzüglichkeit der Biomasseproduktion gegenüber der Lebensmittelproduktion zu steuern. Um Flächenkonkurrenzen zu vermeiden, sollte die relative Vorzüglichkeit der Biogaserzeugung auf der Basis von Energiepflanzen als Hauptkultur gegenüber anderer Landnutzung nicht zu hoch sein. Zeitnah sollte überprüft werden, ob die Absenkung im EEG 2012 ausreichend stark oder ggf. auch zu hoch war, um eine moderate Entwicklung der Biogaserzeugung sicherzustellen.
- *Kopplung der EEG-Strompreise an einen Agrarrohstoffindex:* Die bisherige starre Festsetzung der EEG-Boni setzt eine zutreffende Schätzung der zukünftigen Entwicklung der Agrarrohstoffpreise voraus, die aber voraussichtlich auf absehbare Zeit starken Schwankungen unterliegen werden. Eine Möglichkeit wäre eine Kopplung der EEG-Stromvergütung an einen geeigneten Index der Agrarrohstoffpreise. Über eine solche Kopplung könnte die relative Vorzüglichkeit der Lebensmittelproduktion gegenüber dem Energiepflanzenanbau justiert werden. Hierzu sind weitere Untersuchungen notwendig, da die Umsetzung und Auswirkungen einer solchen Regelung bisher nicht ausreichend abgeschätzt sind.
- *Landwirtschaftliche Rest- und Abfallstoffe verstärkt nutzen:* Eine verbesserte Förderung der energetischen Verwendung von landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen, die in der Regel keine Flächeninanspruchnahme verursachen, kann dazu beitragen, dass für die Produktion von erneuerbaren Energien weniger Fläche eingesetzt werden muss.

- *Produktivität der Pflanzenproduktion und der Energiepflanzenkonversion erhöhen:* Zukünftige Ertragssteigerungen haben erheblichen Einfluss darauf, wie viel Fläche für die Nahrungsmittelproduktion benötigt wird. Genauso würden signifikante Fortschritte hinsichtlich der Produktivität von Energiepflanzen systemen die Flächenkonkurrenzen verringern. Erhöhte öffentliche Investitionen in landwirtschaftliche Forschung und Züchtung sowie in Aktivitäten zur Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis (z. B. Beratung) könnten dazu beitragen, dass zukünftig höhere Ertragssteigerungen erzielt werden.
- *Erweiterung des EEG-Monitorings zur Identifizierung regionaler Schwerpunkte der Flächenkonkurrenz:* Das EEG-Monitoringsystem sollte dahingehend erweitert werden, dass Regionen mit übermäßiger Anlagenkonzentration identifiziert und entsprechende Maßnahmen zur Entschärfung der Konkurrenzsituation entwickelt werden können.

Handlungsoptionen zur Förderung einer verstärkten Umstellung auf ökologischen Landbau

Eine Erreichung des Nachhaltigkeitsziels, den Anteil des ökologischen Landbaus in den nächsten Jahren auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern, würde erfordern, dass in kurzer Zeit eine hohe Anzahl konventionell bewirtschafteter Betriebe auf ökologischen Landbau umgestellt wird. Hierfür wäre eine Kombination verschiedener Handlungsansätze notwendig:

- *Ökologischen Landbau als Vorbild nachhaltiger Landbewirtschaftung etablieren:* Der ökologische Landbau ist das Landbausystem, das den verschiedenen Ansprüchen, die an eine nachhaltige Landwirtschaft gestellt werden, in der Summe am besten gerecht wird. Diese Vorbildfunktion sollte stärker kommuniziert und im gesellschaftlichen Bewusstsein verankert werden.
- *„Aktionsplan ökologischer Landbau“ erarbeiten:* Die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels zum ökologischen Landbau erfordert den koordinierten Einsatz unterschiedlicher Instrumente und das Zusammenwirken verschiedener Akteure. Wie auf EU-Ebene und in vielen anderen Mitgliedstaaten sollte auch in Deutschland ein „Aktionsplan ökologischer Landbau“ erarbeitet werden.
- *Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik:* Die anstehende Neuausrichtung der europäischen Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) für die Finanzperiode von 2014 bis 2020 eröffnet die Möglichkeit, insgesamt eine umweltverträglichere Landbewirtschaftung zu erreichen. Eine Bindung der Direktzahlungen an konkrete gesellschaftliche und ökologische Leistungen, ein sogenanntes „greening“ der 1. Säule der GAP, würde die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung deutlich erhöhen. Dies sollte allerdings nicht auf Kosten der 2. Säule der EU-Agrarpolitik, d. h. der Agrarumweltpolitik und der Entwicklung des ländlichen Raums, erfolgen.

- *Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen:* Dem Angebot und der Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen kommt eine entscheidende Lenkungs-funktion für die Ausdehnung des ökologischen Landbaus zu. Eine relevante Steigerung der Umstellungen in Deutschland kann nur bei ausreichender Flächenförderung für ökologisch wirtschaftende Betriebe erreicht werden. Wichtig wären außerdem ein deutlicher Prämienabstand des ökologischen Anbauverfahrens zu anderen Agrarumweltmaßnahmen, eine Überprüfung der bisher angebotenen Agrarumweltmaßnahmen auf Umwelteffizienz sowie eine Stärkung des Leguminosenanbaus.
- *Kontinuität der Förderung des ökologischen Landbaus erhöhen:* Unsicherheiten in der Förderpolitik sind ein entscheidendes Hemmnis für eine Umstellung auf ökologischen Landbau. Die Förderung des ökologischen Landbaus sollte sowohl in der 2013 auslaufenden Förderperiode als auch in der Förderperiode ab 2014 in jedem Bundesland durchgängig angeboten werden. Um eine dauerhafte Verankerung zu erreichen, bedarf es einer politischen Prioritätensetzung für den ökologischen Landbau in den Entwicklungsprogrammen der Bundesländer und einer entsprechenden langfristigen Absicherung in den Länderhaushalten.
- *Beratung zum ökologischen Landbau flächendeckend anbieten:* Informations- und Beratungsangebote sind eine wesentliche Voraussetzung, damit konventionelle Betriebe eine Umstellung auf ökologischen Landbau in ihre Überlegungen zur Betriebsentwicklung einbeziehen. Deshalb sollte konventionellen Erzeugern ein flächendeckendes Angebot von praxisgerechter und spezialisierter einzelbetrieblicher Beratung zur Umstellung, Vermarktung, Produktionstechnik, Betriebswirtschaft und Betriebsentwicklung im ökologischen Landbau angeboten werden.
- *Markt für ökologische Lebensmittel ausbauen:* Eine starke Ausweitung des ökologischen Landbaus kann nur stattfinden, wenn das damit verbundene steigende Angebot an ökologischen Produkten auf eine entsprechende Nachfrage trifft. Deshalb sollte die Marktstrukturförderung die Entwicklung eines flächendeckenden Angebots an Vermarktungs- und Absatzmöglichkeiten für ökologische Produkte unterstützen, die Kontrolle ökologischer Lebensmittel sollte vereinheitlicht und die Information der Verbraucher intensiviert werden.
- *Forschung für die ökologische Lebensmittelwirtschaft stärken:* Für die Entwicklung des ökologischen Landbaus spielt Forschung eine wichtige Rolle. Bisher ist der Anteil der Ökolandbauforschung an den Gesamtaufwendungen für landwirtschaftliche Forschung gering. Der Rat für Nachhaltige Entwicklung fordert, 20 Prozent des nationalen Agrarforschungsbudgets für den ökologischen Landbau zu reservieren. Die Ressortforschung und die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ sollten entsprechend dem Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ der Bundesregierung ausgestaltet werden.

Handlungsoptionen zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau

Eine verstärkte Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau könnte insbesondere im Bereich der Biogaserzeugung erfolgen. Um keine Verzerrungen in der generellen Förderung des ökologischen Landbaus hervorzurufen, sollten Regelungen zur Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau weitestgehend über das EEG gesteuert werden:

- *Förderung von kleineren hofeigenen Biogasanlagen:* Die mit dem EEG 2012 neu eingeführte Förderung von kleineren Anlagen bis 75 kW_{el} Anlagenleistung mit mindestens 80 Prozent Gülleinsatz soll Investitionen in „bäuerliche“ Biogasanlagen fördern. Zeitnah sollte überprüft werden, ob die derzeitige Ausgestaltung des EEG ausreichend ist, um das Wirtschaftsdüngerpotenzial des ökologischen Landbaus zu erschließen und um einen schnellen Ausbau der Biogaserzeugung aus landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen, insbesondere aus Wirtschaftsdünger, zu erreichen, ohne einen starken Flächenbedarf für Energiepflanzen als Kosubstrat auszulösen.
- *Regelungen zum Wirtschaftsdüngereinsatz:* Beim Einsatz von Wirtschaftsdüngern zur Biogaserzeugung gibt es eine Reihe von Problemen, die von besonderer Relevanz im ökologischen Landbau sind. Relevante Problembereiche mit Überprüfungs- bzw. Handlungsbedarf sind die Benachteiligung von Festmist gegenüber Gülle, die Benachteiligung von Weidebetrieben gegenüber der Stallhaltung und der zunehmende Transport von Wirtschaftsdünger.
- *Nachhaltigkeitsbonus zur Förderung extensiver Substrate:* Eine „Extensivierung“ der Substratproduktion würde die relative Vorzüglichkeit der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau im Vergleich zum konventionellen Bioenergiepflanzenanbau verbessern. Die geringere Vorzüglichkeit durch geringere Methanhektarerträge sollte über eine Mehrvergütung im EEG in der Form eines „Nachhaltigkeitsbonus“ ausgeglichen werden, um die positiven Nebeneffekte zu honorieren. Ebenso wie der Einsatz extensiv angebaute Substrate könnte der Einsatz von Reststoffen zur Biogaserzeugung mit einem „Nachhaltigkeitsbonus“ honoriert werden. Ein solcher „Nachhaltigkeitsbonus“ würde die derzeitige Einsatzstoffvergütungskategorie II ersetzen und eine neue Zuordnung der verschiedenen Einsatzstoffe erfordern.
- *Förderung des Substrateinsatzes aus ökologischem Anbau:* Die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau ist gegenüber der Biogaserzeugung im konventionellen Landbau mit höheren Kosten verbunden. Die im Ökolandbau hauptsächlich eingesetzten Substrate Wirtschaftsdünger, Kleegras- und Grünlandsilagen weisen im Sinne des Klima- und Naturschutzes eine hohe Vorzüglichkeit auf. Deshalb könnte im EEG ein „Ökobonus“ für den Einsatz von biologisch erzeugten Substraten eingeführt werden, was einen starken Anreiz für die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau schaffen würde.

I. Einleitung

1. Problemstellung und Zielsetzung

Deutschland wird dieses Jahr voraussichtlich zum ersten Mal seit 25 Jahren wieder zum Nettoimporteur von Getreide. Der Selbstversorgungsgrad mit Getreide wird nach vorläufigen Abschätzungen in der landwirtschaftlichen Saison 2011/2012 auf 96 Prozent zurückgehen (FAZ 2012). Eine wesentliche Ursache wird im zunehmenden Anbau von Energiepflanzen gesehen, dessen Flächenanteil an der gesamten landwirtschaftlichen genutzten Fläche sich seit 2005 mehr als verzehnfacht hat, auf 11,8 Prozent im Jahr 2011.

Der zunehmende landwirtschaftliche Energiepflanzenanbau belegt Flächen, die bisher für die Nahrungsmittelproduktion genutzt wurden bzw. in der Vergangenheit der Flächenstilllegung unterlagen. Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung von 2002 sah vor, den Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch bis 2020 auf 10 Prozent und ihren Anteil am Bruttostromverbrauch auf mindestens 30 Prozent zu erhöhen. Das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 formulierte einen deutlich höheren Zielwert von 18 Prozent des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch im Jahr 2020. Biomasse stellt mit einem Anteil von rund zwei Dritteln den wichtigsten erneuerbaren Energieträger dar und wird auch in Zukunft eine zentrale Rolle spielen. Der Anteil der Bioenergie am gesamten Primärenergieverbrauch soll sich dementsprechend von 4,9 Prozent im Jahr 2007 auf rund 11 Prozent im Jahr 2020 weiterentwickeln.

Gleichzeitig beinhaltet die nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung das Ziel, den Anteil des ökologischen Landbaus „in den nächsten Jahren“ auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern (von 6 Prozent im Jahr 2010). In den vergangenen 10 Jahren verdoppelte sich die Fläche der Ökobetriebe. Trotzdem war in den letzten Jahren ein Trend zu beobachten, dass die deutlich steigende Nachfrage nach ökologischen Lebensmitteln in Deutschland in zunehmendem Maße durch Importe gedeckt wurde. Da die ökologische Nahrungsmittelerzeugung pro erzeugte Einheit einen höheren Flächenbedarf als die konventionelle Produktion aufweist, wird zur Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ wird deshalb zusätzliche landwirtschaftliche Fläche benötigt.

Daraus ergibt sich die Frage, ob zukünftig eine verstärkte Flächenkonkurrenz auftreten wird, die die parallele Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele gefährdet. Die Analysen des TAB im Rahmen des abgeschlossenen Projekts „Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen“ (TAB-Arbeitsbericht Nr. 136; TAB 2010) haben gezeigt, dass die zukünftige Entwicklung der Flächenkonkurrenz von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist.

Außerdem müssen sich die beiden Landnutzungsformen nicht ausschließen. Ökologisch wirtschaftende Betriebe gehörten zu den Pionieren der Biogaserzeugung. In den

letzten Jahren ist bei ihnen eine hohe Nachfrage nach Biogasanlagen festzustellen. Gründe sind u. a. eine verbesserte Grünland- und vor allem Klee grasverwertung in allen Betriebsformen, insbesondere aber bei Ackerbaubetrieben. Aus der Praxis wird berichtet, dass mit der Biogasgülle Ertragssteigerungen von bis zu 30 Prozent erreicht werden können. Damit würde sich der Flächenbedarf des ökologischen Landbaus verringern und gleichzeitig ein Beitrag zur regenerativen Energieversorgung geleistet. Kontrovers wird aber diskutiert, inwieweit weitere Umwelleistungen des ökologischen Landbaus (z. B. Humusgehalt des Bodens) durch die Ausbringung der Biogasgülle positiv bzw. negativ beeinflusst werden.

Zielsetzung des TA-Projekts „Ökologischer Landbau und Biomasseproduktion“, das auf Anregung des Parlamentarischen Beirats für nachhaltige Entwicklung vom Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung in Auftrag gegeben wurde, ist zu untersuchen, ob ökologischer Landbau und Biomasseproduktion für energetische und stoffliche Verwendungen künftig stärker miteinander verbunden werden können, um eine steigende Nachfrage für beide Bereiche abzudecken, oder ob die entsprechenden Ziele der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie im Konflikt miteinander stehen und deshalb eine prioritäre Ausrichtung der landwirtschaftlichen Produktion auf einen Nutzungszweig vorgenommen werden muss.

2. Vorgehensweise

Aufbauend auf dem TAB-Projekt „Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen“, in dem bereits Fragen der Flächen- und Nutzungskonkurrenzen auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene untersucht wurden, ist eine Vertiefung mit folgenden Untersuchungsschwerpunkten vorgenommen worden:

- Konkurrenz zwischen den zwei Nachhaltigkeitszielen „Ökologischer Landbau“ und „Energiepflanzennutzung“ als Teil der regenerativen Energieproduktion (insbesondere Flächenbedarf unter verschiedenen Rahmenbedingungen)
- Bestimmungsgründe und Hemmnisse für die Umstellung auf ökologischen Landbau in den letzten Jahren (u. a. Einfluss der Ausweitung des Energiepflanzenanbaus)
- Möglichkeiten der Integration von Bioenergieerzeugung und Energiepflanzennutzung in den ökologischen Landbau sowie deren Auswirkung auf Flächenbedarf und Ökosystemleistungen

Zur Untersuchung dieser Fragestellungen wurden im Rahmen des Projekts folgende Gutachten vergeben:

- „Flächenkonkurrenz zwischen ökologischem Landbau und Energiepflanzennutzung?“, Fachgebiet Betriebswirtschaft, Fachbereich Ökologische Agrarwirtschaft der Universität Kassel (Projektleitung: Prof. Dr. Detlev Möller)

- „Einflussfaktoren der Umstellung auf ökologischen Landbau“, Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frankfurt a. M. (Projektleitung: Dr. Robert Hermanowski)
- „Bioenergieerzeugung und Energiepflanzennutzung im ökologischen Landbau“, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim (Projektleitung: Dr. Uli Zerger)

Auf der Basis der Gutachten und eigener Recherchen ist vom TAB dieser Endbericht erstellt worden; viele Literaturverweise aus den Gutachten wurden übernommen. Eine Kommentierung des Berichtsentwurfs ist durch die Gutachter erfolgt.

Allen Gutachtern sei für die gute Kooperation gedankt. Die Verantwortung für Auswahl und Interpretation der Ergebnisse aus den Gutachten liegt ausdrücklich bei den Autoren des vorliegenden Berichts. Ein besonderer Dank gilt Arnold Sauter und Marc Dusseldorp für Durchsicht und Kommentierung von Entwurfsversionen sowie Johanna Kniehase für die Bearbeitung von Abbildungen und die Erstellung des Layouts.

3. Aufbau des Berichts

Im Kapitel II werden für die beiden Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ als Teil der regenerativen Energien jeweils zunächst ihre Begründung und die festgelegten Zielsetzungen vorgestellt, dann ein Überblick über die eingesetzten Fördermaßnahmen gegeben und schließlich die bisherige Entwicklung der beiden Produktionsrichtungen beschrieben. Abschließend werden die unterschiedlichen Entwicklungen und Grade der Zielerreichung bei diesen Nachhaltigkeitszielen verglichen.

Die *Bestimmungsfaktoren für die Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung* werden im Kapitel III diskutiert. Zunächst wird jeweils ein kurzer Überblick zur Entwicklungsgeschichte der beiden Landnutzungsformen gegeben, damit die aktuellen Einflussfaktoren besser eingeordnet werden können. Anschließend wird diskutiert, welche Faktoren die Umstellung von der konventionellen Lebensmittelerzeugung auf ökologischen Landbau oder Energiepflanzenanbau zur Bioenergieerzeugung beeinflussen sowie die Bedeutung der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen herausgearbeitet.

Das Kapitel IV beschäftigt sich dann mit den Möglichkeiten, die *Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau zu integrieren*. Ausgehend von Entwicklung und Stand der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau werden mögliche Integrationspotenziale von Biogaserzeugung, Pflanzenöl- und Biokraftstoffproduktion sowie Agrarholzerzeugung in Abhängigkeit verschiedener Faktoren untersucht. Danach werden die zu erwartenden positiven und negativen Auswirkungen der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau diskutiert. Abschließend wird abgeschätzt, welchen Beitrag der öko-

logische Landbau unter Berücksichtigung von Realisierungsproblemen zur Bioenergiebereitstellung leisten kann.

Im Anschluss daran befasst sich Kapitel V mit möglichen *Konkurrenzen und Zielkonflikten* zwischen den beiden landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen bzw. zwischen den zu ihrer Förderung getroffenen Maßnahmen. Im Gegensatz zu Kapitel III, in dem wesentliche Faktoren herausgearbeitet wurden, die unabhängig voneinander die jeweilige Entwicklung der beiden Landnutzungsformen bestimmen, wird in Kapitel V die gegenseitige Beeinflussung untersucht. Im ersten Schritt (Kap. V.1) wird die bisherige Konkurrenzsituation analysiert, indem die Wirtschaftlichkeit von ökologischem Landbau und Biogaserzeugung verglichen wird sowie die Auswirkungen auf Flächennutzung und Pachtpreise beschrieben werden. Danach werden wichtige Faktoren diskutiert, die die zukünftige potenzielle „Flächenfreisetzung“ einerseits und den Flächenbedarf für Bioenergieerzeugung und Ökologischer Landbau andererseits beeinflussen und damit die weitere Entwicklung möglicher Flächenkonkurrenzen bestimmen (Kap. V.2). Da Flächenkonkurrenzen über Deutschland hinausreichen, wenn beispielsweise Biokraftstoffe bzw. Rohstoffe zur Biokraftherstellung importiert werden, wird anschließend ein kurzer Überblick zur kontroversen Diskussion über die Anrechnung von indirekten Landnutzungsänderungen bei der Nachhaltigkeitszertifizierung gegeben (Kap. V.3). Ergänzend werden weiterhin mögliche Konkurrenzbeziehungen zu landwirtschaftlichen Ökosystemdienstleistungen wie Erhalt der Biodiversität oder Qualität des Grundwassers umrissen (Kap. V.4). Schließlich wird mit drei Szenarien untersucht, ob die beiden Nachhaltigkeitsziele – Ausbau der Bioenergie und Steigerung des Anteils der ökologischen Landwirtschaft – gleichzeitig vollständig erreicht werden können oder nicht (Kap. V.5). Eine Szenarienbetrachtung wurde gewählt, weil zukünftige Konkurrenzen neben der Ausgestaltung der Förderpolitiken von der zukünftigen Entwicklung und Gestaltung verschiedener Rahmenbedingungen abhängig sind.

Aufbauend auf den Analysen werden im Kapitel VI *politische Gestaltungsmöglichkeiten* vorgestellt. Zunächst werden mögliche zukünftige Gewichtungen der beiden Nachhaltigkeitsziele diskutiert. Für die drei alternativen Ausrichtungen „Priorität für das Nachhaltigkeitsziel ›Bioenergie‹“, „Priorität für das Nachhaltigkeitsziel ›Ökologischer Landbau‹“ und „Integrative Politik zur gleichgewichtigen Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele“ werden mögliche Begründungen, politische Handlungsschwerpunkte und Risiken beschrieben (Kap. VI.1). Danach werden Handlungsoptionen zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung, zum Ausbau des ökologischen Landbaus und zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau diskutiert (Kap. VI.2 bis V.4). Die Handlungsoptionen können in unterschiedlicher Weise zur Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele beitragen.

II. Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie ist von der Bundesregierung als ganzheitlicher, integrativer Ansatz angelegt. Die Strategie orientiert sich an Leitlinien, die querschnittsbezogene Herausforderungen aus allen Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung darstellen (Bundesregierung 2011a, S. 14 f.). Die vier übergeordneten Leitlinien umfassen Generationengerechtigkeit, Lebensqualität, sozialer Zusammenhalt und internationale Verantwortung. Die Nachhaltigkeitsstrategie wird durch Indikatoren und Zielgrößen weiter konkretisiert. Mit 21 Schlüsselindikatoren für eine nachhaltige Entwicklung wird regelmäßig aufgezeigt, welche Fortschritte bzw. Rückschritte auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung eingetreten sind. Sie dienen also der Erfolgskontrolle und der Identifizierung von Handlungsbedarf (Bundesregierung 2002, S. 89). Der Nachhaltigkeitsindikator „Ökologischer Landbau“ (Kap. II.1) ist dem Leitbild Lebensqualität zugeordnet, der Indikator „Erneuerbare Energien“ (Kap. II.2) dem Leitbild Generationengerechtigkeit. Diese beiden Indikatoren sind auch Teil der Nachhaltigkeitsstrategie und Berichterstattung der Europäischen Union (Eurostat 2011).

In diesem Kapitel werden für die beiden Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ (Kap. II.1) und „Bioenergie“ (Kap. II.2) jeweils zunächst ihre Begründung und die festgelegten Zielsetzungen vorgestellt, dann ein Überblick über die eingesetzten Fördermaßnahmen gegeben und schließlich die bisherige Entwicklung der beiden Produktionsrichtungen beschrieben. Abschließend werden die unterschiedlichen Entwicklungen und Grade der Zielerreichung bei diesen Nachhaltigkeitszielen verglichen (Kap. II.3).

1. Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“

Im Kontext der Nachhaltigkeitsstrategie kommt der Erhaltung und Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen eine große Bedeutung zu, da diese die Grundlage für die Ernährungs-, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft und die Lebensgrundlage künftiger Generationen sind. Die Landwirtschaft nutzt etwa 54 Prozent der Gesamtfläche Deutschlands und prägt damit den ländlichen Raum (Bundesregierung 2011a, S. 250).

1.1 Begründung und Zielsetzung

Dem Ökolandbau wird eine Vorreiterrolle für eine nachhaltige Landwirtschaft zugeschrieben, da eine ökologische Bewirtschaftung für die Bundesregierung bereits heute weitestgehend den Kriterien der Nachhaltigkeit entspricht (Bundesregierung 2002, S. 113). Aus diesem Grund wurde der Anteil der Anbaufläche der ökologisch wirtschaftenden Betriebe (inklusive der noch in der Umstellung befindlichen Flächen), die dem Kontrollverfahren der EU-Öko-Verordnung unterliegen, an der landwirtschaftlichen Nutzfläche als ein Nachhaltigkeitsindikator

ausgewählt, mit dessen Hilfe die Nachhaltigkeit der Landbewirtschaftung in Deutschland gemessen wird (Bundesregierung 2008, S. 63; Anspach et al. 2011a, S. 6).

Im Rahmen der 2002 veröffentlichten Nachhaltigkeitsstrategie wurde erstmals ein Zielwert für die Ausdehnung der ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland festgelegt. Demnach sollte ein Anteil von 20 Prozent bis 2010 erreicht werden. Im Fortschrittsbericht 2008 bekennt sich die Bundesregierung weiterhin zu einer Ausdehnung der Ökofläche auf einen Anteil von 20 Prozent, ohne allerdings ein konkretes Jahr vorzugeben (Bundesregierung 2008, S. 63; Anspach et al. 2011a, S. 6). Der Rat für Nachhaltige Entwicklung hat letztes Jahr empfohlen, den Ökolandbau als „Goldstandard“ für das Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft zu etablieren (Nachhaltigkeitsrat 2011).

Zielgrößen für die Ausweitung der ökologisch bewirtschafteten Fläche wurden in den meisten EU-Ländern im Rahmen von speziellen Aktionsplänen für den ökologischen Landbau oder innerhalb nationaler Nachhaltigkeitsstrategien formuliert. Deutschland zusammen mit Österreich, Schweden und Slowenien haben mit 20 Prozent Flächenanteil die höchsten Zielwerte formuliert. Die Tschechische Republik, Wales und Dänemark haben eine Zielgröße von 10 bis 15 Prozent festgelegt. Die anderen Länder bewegen sich in ihrer Zielsetzung in einer Größenordnung von 3 bis 8 Prozent des Anteils an landwirtschaftlich genutzter Fläche (Sanders et al. 2011, S. 44).

1.2 Implementierte Fördermaßnahmen

Der ökologische Landbau wird in Deutschland seit 1989 bundesweit mit öffentlichen Mitteln gefördert. Von 1989 bis 1992 wurde die Umstellung auf eine ökologische Wirtschaftsweise durch das EG-Extensivierungsprogramm unterstützt, um die damalige Überschussproduktion zu begrenzen (Lampkin et al. 1999). Seit 1994 wird in Deutschland sowohl die Einführung als auch die Beibehaltung einer ökologischen Bewirtschaftung durch Agrarumweltprogramme von den Bundesländern, der Bundesregierung und der Europäischen Union finanziell unterstützt. Darüber hinaus existieren sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene verschiedene Einzelmaßnahmen zur Förderung der Vermarktung von ökologischen Produkten sowie Informations- und Beratungsangebote für Landwirte, Verarbeiter und Verbraucher. Einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Maßnahmen zur Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland geben Nieberg et al. (2011) und Sanders et al. (2011). Die wichtigsten Maßnahmen zur Förderung des ökologischen Landbaus sind (Anspach et al. 2011a, S. 7):

– *Flächenbezogene Förderung:* Seit 2007 werden ökologisch bewirtschaftete Flächen im Rahmen der Verordnung (EG) 1698/2005 über „die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums“ (ELER) gefördert. Finanziell unterstützt werden dabei sowohl die Umstellung als auch die Beibehaltung der ökologischen

Wirtschaftsweise. Förderhöhe und -bedingungen variieren zwischen den Bundesländern teilweise erheblich, weil weite Teile der Agrarstruktur- und Agrarumweltpolitik in den Kompetenzbereich der Länder fallen. Allerdings beteiligen sich Bund und EU an der Finanzierung der Länderprogramme, wenn die entsprechenden Rahmenvorgaben eingehalten werden. Die EU übernimmt in den Ziel-1-Gebieten (vor allem Ostdeutschland) bis zu 80 Prozent, in den übrigen Gebieten bis zu 55 Prozent der verausgabten Mittel. Zusätzlich zur EU-Kofinanzierung können Bundesmittel in der Höhe von 60 Prozent des nationalen Anteils in Anspruch genommen werden, wenn die Maßnahmen entsprechend den Grundsätzen für die Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung im Rahmen der GAK (Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes) ausgestaltet sind (Nieberg et al. 2011, S. 10).

Die aktuellen GAK-Förderprämien für die Einführung und Beibehaltung ökologischer Anbauverfahren sind in Tabelle II.1 zusammengestellt. Die Länder können diese Beträge um bis zu 20 Prozent anheben oder um bis zu 30 Prozent absenken. Die Prämienhöhe für die Einführung (bezogen auf gesamte fünfjährige Einführungsphase) schwankt für Ackerflächen und Grünland zwischen 268 Euro/ha (Nordrhein-Westfalen) bzw. 252 Euro/ha (Sachsen) und 150 Euro/ha (Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern) (Stand Februar 2012, Nieberg 2012). Die Bandbreite bei der Beibehaltung ökologischer Anbauverfahren ist nicht ganz so groß und reicht bei Acker- und Grünlandflächen von 204 Euro/ha (Sachsen) bis 137 bzw. 131 Euro/ha (Berlin, Brandenburg). Neben variierenden Förderbedingungen bestehen zusätzlich in den Bundesländern unterschiedliche Möglichkeiten der Prämienkumulierung durch die Teilnahme an weiteren Agrarumweltmaßnahmen (Nieberg et al. 2011, S. 11 ff.).

Tabelle II.1

GAK-Förderung ökologischer Anbauverfahren in Deutschland

	Einführung ökologischer Anbauverfahren	Beibehaltung ökologischer Anbauverfahren
Ackerfläche	210 Euro/ha	170 Euro/ha
Grünland	210 Euro/ha	170 Euro/ha
Gemüsebau	480 Euro/ha	300 Euro/ha
Dauer- oder Baumschulkulturen	900 Euro/ha	720 Euro/ha

Quelle: BMELV 2010b

- *Agrarinvestitionen:* Im Rahmen der einzelbetrieblichen Agrarinvestitionsförderung werden Investitionsvorhaben unterstützt, die zu einer wettbewerbsfähigen,

nachhaltigen, umweltschonenden, tiergerechten und multifunktionalen Landwirtschaft beitragen. Insbesondere werden technische und bauliche Vorhaben unterstützt, die zu einer Verbesserung der betrieblichen Produktionsbedingungen, zur Erfüllung besonderer Anforderungen im Umwelt- und Tierschutz sowie zur Diversifizierung landwirtschaftlicher Einkommensquellen beitragen (BMELV 2010c). Förderfähig sind sowohl ökologisch wie auch konventionell wirtschaftende Betriebe. Da bei Betrieben während der Umstellungsphase häufig Investitionen in Stallgebäude oder die Düngelagerung anfallen, erleichtert die Agrarinvestitionsförderung den Einstieg in die ökologische Bewirtschaftung (Anspach et al. 2011a, S. 7).

- *Marktstrukturverbesserung:* Mit Beginn der gegenwärtigen ELER-Periode erhalten ökologische Vermarktungsorganisationen eine Förderung über die allgemeinen (nicht ökospezifischen) Programme zur Marktstrukturverbesserung. Die Maßnahme unterstützt die Bündelung von ökologisch erzeugten Rohwaren, um dadurch die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen der Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse zu verbessern (BMELV 2010b). Förderfähig sind im Wesentlichen die Gründung von Erzeugerzusammenschlüssen, die Erweiterung der Tätigkeit oder Vereinigung von Erzeugergemeinschaften, Investitionen von Erzeugerzusammenschlüssen oder Unternehmen der nachgelagerten Wertschöpfungskette, Aufwendungen für die Einführung von Qualitätsmanagement, Vermarktungskonzeptionen oder Umweltmanagementsystemen (Anspach et al. 2011a, S. 8).
- *Beratungs-, Bildungs- und Informationsmaßnahmen:* Seit vielen Jahren existieren in Deutschland zahlreiche Angebote im Bereich Beratung, Bildung und Informationsvermittlung für Produzenten, Verarbeiter und Konsumenten von ökologischen Produkten (Nieberg/Kuhnert 2006). Hinsichtlich der Organisationsform und der finanziellen Unterstützung bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern (Anspach et al. 2011a, S. 8).

Um den Ausbau des ökologischen Landbaus in Deutschland zu unterstützen, wurden in den letzten 10 Jahren weitere Maßnahmen durchgeführt, die eine Verbesserung der allgemeinen Rahmenbedingungen des Ökolandbaus in Deutschland zum Ziel haben. Dazu zählen insbesondere (Anspach et al. 2011a, S. 8):

- Die Einführung des staatlichen *Biosiegels* im September 2001, mit dem Erzeugnisse des ökologischen Landbaus einheitlich gekennzeichnet werden. Damit wurde erstmals auf Bundesebene eine staatliche Informationsmaßnahme für den ökologischen Landbau durchgeführt.
- Die Einführung des „Bundesprogramms Ökologischer Landbau“ im Oktober 2001, das umfangreiche Förderungsmöglichkeiten in den Bereichen landwirtschaftliche Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von

Ökoprodukten, Außer-Haus-Verpflegung mit Öko-Lebensmitteln und Verbraucherkommunikation beinhaltet. Mit Beschluss des Deutschen Bundestags vom 26. November 2010 werden im Rahmen des „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ ab 2011 auch andere Formen der nachhaltigen Landwirtschaft finanziell gefördert.

- Der Erlass des *Ökolandbaugesetzes* im Juli 2002, mit dem die Vollzugsaufgaben gebündelt und vereinfacht wurden.

1.3 Bisherige Entwicklung des ökologischen Landbaus

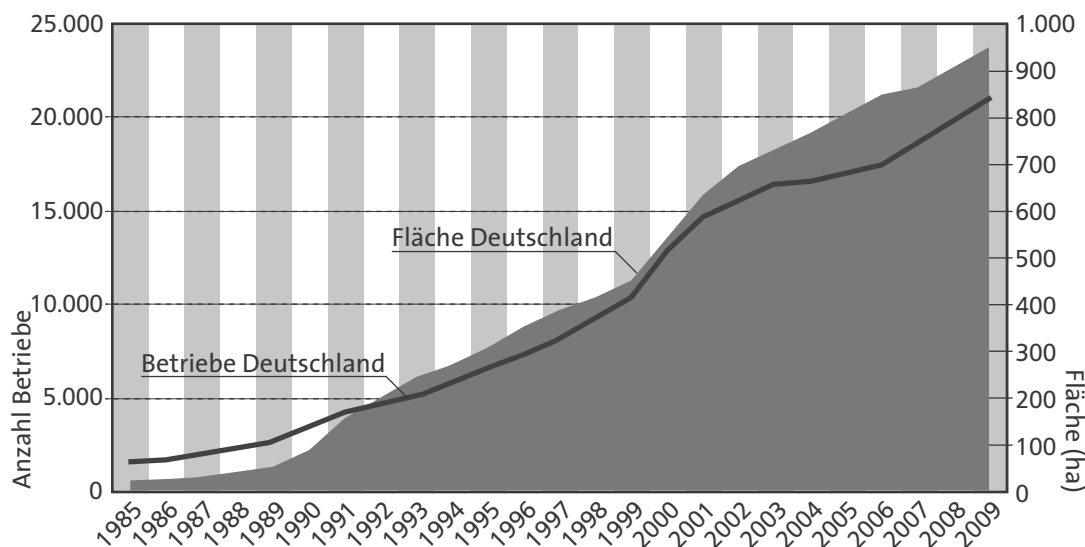
Der Flächenanteil des ökologischen Landbaus stieg von 1994 bis 2011 von 1,6 Prozent auf 6,1 Prozent oder 1 015 626 ha (BMELV 2012). Gegenüber dem Vorjahr nahm die Ökolandbaufläche im Jahr 2011 um 2,3 Prozent zu (BÖLW 2012, S. 7). Der Anteil der nach den Bestimmungen der EG-Rechtsvorschriften für den ökologischen Landbau wirtschaftenden Betriebe an den Agrarbetrieben insgesamt betrug im Jahr 2011 7,5 Prozent. Seitdem 1991 der ökologische Landbau mit der EU-Verordnung 2092/91/EWG auf europäischer Ebene gesetzlich reguliert wurde und Fördermittel für die Umstellung angeboten wurden, setzte eine erste Umstellungswelle ein (Abb. II.1). Eine zweite Phase verstärkter Umstellungen fand ab 2000 infolge der BSE-Krise und der Neuausrichtung der Agrarpolitik auf Bundesebene statt. Insgesamt zeigt sich

aber ein eher stetiges Wachstum des ökologischen Landbaus.

Die Umstellungsmotivation ist seit Anfang der 1990er Jahre immer stärker von ökonomischen anstelle von ideellen Erwägungen geprägt. Die Förderhöhe war teilweise ausschlaggebend für die Umstellung. So wurden vor allem benachteiligte Flächen mit geringer Bodenfruchtbarkeit umgestellt, da die ökologische Wirtschaftsweise dort kaum zu Ertragseinbußen führt. Durch die Fördermittel konnte jedoch das Einkommen deutlich erhöht werden. Außerdem stieg die ökologische Grünlandbewirtschaftung durch Mutterkuhhaltung, da bei gleichen Produktionsergebnissen einerseits die Tiere zu etwas höheren Marktpreisen verkauft werden und andererseits die Landwirte zusätzlich die Ökoförderung in Anspruch nehmen können (Baumgart et al. 2011, S. 62 f.). Dieser Umstellungsschwerpunkt spiegelt sich in dem hohen Flächenanteil des Dauergrünlandes im deutschen Ökolandbau von 48,7 Prozent gegenüber einem durchschnittlichen Grünlandanteil von nur 25,2 Prozent bei den konventionellen Betrieben wieder. Umgekehrt beträgt der Anteil der Ackerfläche im Ökolandbau nur 46,6 Prozent, während das Ackerland mit 72,4 Prozent bei der landwirtschaftlich genutzten Fläche bei den konventionellen Betrieben dominiert (alle Angaben für 2010; Statistisches Bundesamt 2011b, S. 62). Auf dem hohen Anteil des Dauergrünlandes hielten Ökobetriebe mit Tierhaltung vorwiegend Rinder (75,3 Prozent) und Schafe (18,6 Prozent). Die Ökoschweinehaltung spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle (Statistisches Bundesamt 2010, S. 41).

Abbildung II.1

Flächen- und Betriebsentwicklung des ökologischen Landbaus in Deutschland von 1985 bis 2009



Die hohen Umstellungsraten in einzelnen Produktbereichen sowie wachsende Importe aus Nachbarländern und Übersee führten zeitweise zu einer Überschusssituation bei Getreide, Milch sowie Rind- und Schaffleisch, da der Nachfragezuwachs nicht ausreichte (ZMP 1994 bis 2009). Dies bewirkte, dass teilweise eine Vermarktung zu Ökopreisen nicht mehr möglich war (Baumgart et al. 2011, S. 62 f.).

Demgegenüber wurden ertragreiche Flächen, insbesondere solche, auf denen Sonderkulturen angebaut werden, kaum auf ökologische Wirtschaftsweise umgestellt, da die Umstellungsförderung die zu erwartenden Ertragsverluste nicht kompensieren konnte. Ebenso waren die Umstellungsraten im Veredlungsbereich gering. Dies führte zu einem Mangel bei Biogemüse und -obst sowie bei ökologisch erzeugtem Schweine- und Geflügelfleisch, der teilweise immer noch besteht (Baumgart et al. 2011, S. 63).

Im Jahr 2011 waren etwas mehr als 50 Prozent der Ökobetriebe in Deutschland in einem Anbauverband organisiert (Tab. II.2). Auf die verbandsgebundenen Betriebe entfallen rund 70 Prozent der ökologisch bewirtschafteten Fläche. Damit sind die in Verbänden organisierten Betriebe im Durchschnitt deutlich größer als diejenigen ohne Verbandszugehörigkeit. Bioland führt die Liste der flächenstärksten Verbände mit einem Anteil von 26,8 Prozent an der gesamten Ökolandbaufläche in Deutschland an, gefolgt von Biopark mit 13,2 Prozent und Naturland mit 11,8 Prozent (BÖLW 2012). Insgesamt liegt die durchschnittliche Betriebsgröße im Ökolandbau mit 59,3 ha (2010) etwas höher als im Durchschnitt aller landwirtschaftlicher Betriebe mit 55,8 ha (Statistisches Bundesamt 2011b, S. 44).

Im Vergleich der EU-Länder nimmt Deutschland mit seinem Anteil des Ökolandbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche eine mittlere Position ein und liegt etwas über dem EU-Durchschnitt (5,1 Prozent für EU-27 im Jahr 2010; Eurostat 2012). Im Gegensatz zu der hohen Zielsetzung (Kap. II.1.1) war die Zunahme der Ökolandbaufläche in Deutschland in den letzten Jahren (2005 bis 2010) unterdurchschnittlich, wobei hohe Wachstumsraten vor allem in Osteuropa sowie Belgien, Schweden und Spanien erzielt wurden (Nieberg et al. 2011, S. 200; Eurostat 2012).

Insgesamt ist der deutsche Markt für Biolebensmittel in den letzten Jahren deutlich schneller gewachsen als die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Deutschland. Die Nachfrage nach Biolebensmitteln wird daher weiterhin teilweise durch Importe aus anderen EU-Staaten und aus Drittländern gedeckt (Bundesregierung 2011a, S. 252).

Von 1997, für das die ersten relativ verlässlichen Umsatzschätzungen für den Biomarkt in Deutschland existieren, bis 2011 hat sich der Umsatz mit Biolebensmitteln in Deutschland von 1,5 Mrd. auf rund 6,6 Mrd. Euro mehr als vervierfacht, während sich die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Deutschland im selben Zeitraum nur etwa verdreifachte. Die Wachstumsrate des Bioumsatzes in Deutschland lag von 1997 bis 2008 bei über 12 Prozent jährlich. Nach 2 Jahren mit sehr kleinen Wachstumsraten infolge der Finanz- und Wirtschaftskrise ist der Bioumsatz 2011 mit 9 Prozent wieder deutlich gestiegen. Der Anteil des Bioumsatzes am Lebensmittelumsatz in Deutschland lag 2011 bei 3,7 Prozent. Den größten Anteil am Biolebensmittelumsatz generiert inzwischen der traditionelle LEH mit rund 3,3 Mrd. Euro, gefolgt vom Naturkostfachhandel mit 1,2 Mrd. Euro Umsatz (Baumgart et al. 2011, S. 56).

Tabelle II.2

Struktur der ökologischen Anbauverbände in Deutschland 2011

ökologischer Anbauverband	Zahl der Mitgliedsbetriebe	% von total	Fläche der Mitgliedsbetriebe in ha	% von total
Biokreis	943	4,1	37.177	3,7
Bioland	5.589	24,3	271.528	26,8
Biopark	632	2,8	133.828	13,2
Demeter	1.420	6,2	66.991	6,6
Ecoland	35	0,1	1.865	0,2
Ecovin	216	0,9	1.586	0,2
Gäa	349	1,5	31.704	3,1
Naturland	2.517	10,9	120.097	11,8
Verbund Ökohöfe	154	0,7	19.701	1,9
ohne Verband	11.148	48,5	319.063	31,5
Summen	23.003	100,0	1.013.540	100,0

Quelle: BÖLW 2012

Ökologische Lebensmittel haben einen hohen Anteil an der gesamten Verkaufsmenge in Deutschland in den Bereichen Frischmilch (11 Prozent), Schafffleisch (9 Prozent) und Eier (8 Prozent) und einen niedrigen Anteil bei Schweine- und Geflügelfleisch (Frisch- und TK-Ware) mit 1 Prozent, während Brot (4 Prozent), Speisekartoffeln (4 Prozent), Frischgemüse (5 Prozent) und Frischobst (4 Prozent) eine mittlere Position einnehmen (alle Zahlen für das Jahr 2008). Insbesondere bei Fleisch, Eiern, Gemüse und Obst besteht das Potenzial zu stabilen Wachstumsraten, wenn ein entsprechendes Angebot verfügbar ist (Baumgart et al. 2011, S. 64; BÖLW 2012).

Hohe Importanteile werden bei Obst (70 Prozent in 2008), Gemüse (40 Prozent in 2008), Eiern (20 Prozent), Ölsaaten (76 Prozent), Proteinpflanzen (24 Prozent) und Kartoffeln (28 Prozent) erreicht (Schaak et al. 2011; ZMP 2008). Auch bei den übrigen Warengruppen verzeichnen einzelne Produktkategorien höhere Importanteile (Tab. II.3). Dabei ist zu berücksichtigen, dass bedingt durch klimatische Gegebenheiten in einigen Produktbereichen ein Importnotwendigkeit besteht.

Tabelle II.3

Produktion, Import und Importanteil ökologischer Lebensmittel in Deutschland 2009/2010

Produkte	deutsche Produktion (t)	Importe (t)	Import- anteil (%)	Hauptlieferländer
Getreide	667.000	114.000	15	
Weizen	185.000	70.000	27	Italien, Kasachstan, Rumänien, Ungarn, Russland, Slowakei
Mais	25.000	18.000	42	Rumänien, Italien, Slowakei, Ungarn
Dinkel	80.000	10.000	11	Italien, Slowakei, Ungarn
Roggen	200.000	8.000	4	Litauen, Österreich, Lettland, Russland
Gerste	89.000	11.300	11	Russland
Reis	–	3.500	100	Italien, Indien, Pakistan
Hafer	82.000	1.600	2	Finnland, Dänemark, Schweden
Proteinpflanzen	45.000	14.600	24	
Ackerbohnen	14.300	2.400	14	Litauen, Rumänien
Futtererbsen	16.400	10.000	38	Litauen, Russland, Slowakei
Lupinen	13.700	1.000	7	Litauen, Polen
Linsen	–	340	100	Kanada, Türkei
Ölsaaten	13.000	41.600	76	
Sojabohnen	1.400	19.000	93	Italien, Rumänien, Kasachstan, Indien, Argentinien, Brasilien
Sonnenblumenkern	2.050	11.000	84	Rumänien, Brasilien, Argentinien, China
Leinsaat	300	5.200	95	Kanada, Argentinien, China, Russland
Sesam	–	640	100	Ägypten, Uganda
Raps	10.000	5.000	33	Rumänien, Russland, Kasachstan, Ungarn
Kartoffeln (Frischmarkt)	100.000	38.000	28	Österreich, Israel, Ägypten, Niederlande
Gemüse				
Möhren	50.000	47.000	48	Niederlande, Israel, Italien
Tomaten	4.000	18.000	82	Spanien, Niederlande, Italien, Israel
Paprika	600	5.900	91	Spanien, Israel, Niederlande
Zwiebeln	8.500	4.500	35	Niederlande, Argentinien, Ägypten
Gurken	4.500	4.600	51	Spanien, Niederlande, Bulgarien
Erdbeeren	2.280	1.100	33	Spanien, Italien

Produkte	deutsche Produktion (t)	Importe (t)	Import- anteil (%)	Hauptlieferländer
Obst				
Äpfel	26.000	26.000	50	Italien, Österreich, Argentinien, Neuseeland
Bananen	–	72.000	100	Kolumbien, Ecuador, Dominikanische Rep.
Zucker	49.000	2.500	5	Brasilien, Paraguay, Ecuador
Eier (Mio. Stück)	383	97	20	Niederlande, Italien
Milch	527.000	97.000	16	Dänemark, Österreich
Schweinefleisch	24.400	7.000	22	Niederlande, Österreich, Dänemark, Italien

Quelle: Schaak et al. 2011, S. 123

So können vor allem einige Obst-, Gemüse und Getreidearten und -sorten – mitunter auch wegen des bewussten Verzichts auf Produktionshilfsmittel – nicht in den vom Handel und von den Verbrauchern geforderten Mengen bzw. Qualitäten in Deutschland erzeugt werden. Dies betrifft vor allem Gewächshauskulturen wie Paprika, Tomaten, Gurken, aber auch qualitativ hochwertiges Brotgetreide. Außerdem kommt es durch witterungsbedingte Ertrags- bzw. Qualitätseinbußen in einzelnen Jahren auch bei Kartoffeln und Getreide zu Angebotsengpässen auf dem deutschen wie auch europäischen Biomarkt (Baumgart et al. 2011, S. 98). Eine Abschätzung, welcher Importanteil potenziell durch inländische Erzeugung ersetzt werden könnte, liegt nicht vor.

2. Nachhaltigkeitsziel „Bioenergie“

Im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Ausbau der erneuerbaren Energien“ müssen alle verfügbaren Technologien verwendet werden: Windenergie (an Land und auf See), Wasserkraft, Geothermie, Photovoltaik und die energetische Nutzung von Biomasse. Unter den verschiedenen erneuerbaren Energiesystemen hat die Bioenergie den Vorteil, dass sie sich vergleichsweise gut speichern lässt und breit einsetzbar ist, sowohl zur Wärme- und Stromgewinnung als auch im Verkehrssektor als Flüssigkraftstoff. Bioenergie stellt somit einen Teil des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ dar.

2.1 Begründung und Zielsetzung

Der Umstieg auf erneuerbare Energien soll die energetisch bedingten Emissionen von Treibhausgasen verringern und zur Begrenzung des Klimawandels beitragen. Außerdem sind die fossilen Energieträger wie Öl, Gas und Kohle begrenzt. Die Förderung erneuerbarer Energien sollen von Energieimporten unabhängiger machen, den Ressourcenverbrauch reduzieren, die Versorgungssicherheit erhöhen sowie zu technischen Innovationen und Effizienzgewinnen führen (Bundesregierung 2002, S. 97; Statistisches Bundesamt 2010, S. 12). Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist eng mit den nationalen und europäischen Klimaschutzzielen verknüpft.

Zielsetzung in der Nachhaltigkeitsstrategie ist deshalb, den Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben. Die Entwicklung des Einsatzes erneuerbarer Energien wird anhand der Indikatoren „Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Primärenergieverbrauch“ und „Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch“ gemessen. In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung von 2002 wurden als Zielgrößen für 2010 ein Anteil am Primärenergieverbrauch von 4,2 Prozent und am Stromverbrauch von 12,5 Prozent festgelegt (Bundesregierung 2002, S. 97). Diese Ziele wurden schon vorzeitig (2004 bzw. 2007) erreicht und seitdem deutlich überschritten (Abb. II.2).

Auf der Basis dieser Erfolge wurden die Zielsetzungen fortgeschrieben. Bis 2020 sollen der Anteil am Primärenergieverbrauch auf 10 Prozent und der Anteil am Bruttostromverbrauch auf mindestens 30 Prozent ansteigen (Statistisches Bundesamt 2010, S. 13). Nach den EU-Bestimmungen zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien soll der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 verbindlich auf 20 Prozent in der EU ansteigen. Für Deutschland ist als nationales Ziel von 18 Prozent festgelegt (EU 2009).

Nur wenn die Oberflächentemperatur der Erde – im Vergleich zur vorindustriellen Zeit – um nicht mehr als 2 °C ansteigt, können schwerwiegende Folgen des Klimawandels vermieden werden. Das 2-°C-Ziel wurde bei der Klimakonferenz der Vereinten Nationen in Cancún 2010 von der Weltgemeinschaft verbindlich anerkannt. Die EU strebt in ihren im März 2010 festgelegten Meilensteinen an, die eigenen Emissionen bis 2050 um mindestens 80 Prozent (gegenüber 1990) zu reduzieren. In ihrem Energiekonzept vom September 2010 hat die Bundesregierung langfristige Zielsetzungen festgelegt (BMW/BMU 2010). Die Tabelle II.4 gibt einen Überblick über die Zielwerte. Nach dem Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergienutzung bis 2022 strebt die Bundesregierung an, den Umbau der deutschen Energieversorgung deutlich zu beschleunigen (Bundesregierung 2011a, S. 205), ohne dass neue Zielwerte festgelegt wurden.

Tabelle II.4

Ziele im Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010

	Treibhausgas- emissionen	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergie- verbrauch	Anteil erneuerbarer Energien am Strom- verbrauch	Energieeffizienz
2020	-40 % (1990)	18 %	35 %	-20 % Primärenergieverbrauch (2008) (2,1 %/a) -10 % Strom (2008) -10 % Endenergieverbrauch Verkehr (2005) 2 % Gebäudesanierung pro Jahr
2030	-55 % (1990)	30 %	50 %	
2040	-70 % (1990)	45 %	65 %	
2050	-80 bis -95 % (1990)	60 %	80 %	-50 % Primärenergieverbrauch (2008) (2,1 %/a) -25 % Strom (2008) -10 % Endenergieverbrauch Verkehr (2005) -80 % Primärenergiebedarf Gebäude

(1990) = Bezugsjahr, auf das sich die Reduktion bezieht
Quelle: Bundesregierung 2011a, S. 213

Beim Anteil einzelner erneuerbarer Energieträger am gesamten Energieaufkommen der erneuerbaren Energien entfielen 2009 auf Bioenergien 69 Prozent, auf Windenergie 16 Prozent und auf Wasserkraft 8 Prozent (Statistisches Bundesamt 2010, S. 13). Die Nachhaltigkeitsstrategie selbst beinhaltet keine Zielwerte für die einzelnen erneuerbaren Energieträger. Mit dem Nationalen Biomass-

seaktionsplan für Deutschland (BMELV/BMU 2010) hat die Bundesregierung allerdings die Zielwerte für den Bereich Bioenergie konkretisiert (Tab. II.5).

Während beim ökologischen Landbau nur nationale Zielsetzungen bestehen, liegen also beim Ausbau der erneuerbaren Energien auf EU-Ebene Zielgrößen vor, die durch nationale Ziele und Politiken konkretisiert werden.

Tabelle II.5

Anteile von erneuerbarer Energie und Bioenergie 2009 und Zielwerte für 2020

	erneuerbare Energie insgesamt Zielwert 2020	davon Bioenergie Zielwert 2020	erneuerbare Energie insgesamt 2009	davon Bioenergie 2009
Anteile EE am gesamten Bruttoendenergieverbrauch	18 %	10,9 %	10,3 %	7,2 %
Anteile EE am gesamten Stromverbrauch	35 %	8 %	16,4 %	5,2 %
Anteile EE an der gesamten Wärmebereitstellung	14 %	9,7 %	8,8 %	8,1 %
Anteile EE am gesamten Kraftstoffbereich	10 %		5,5 %	5,5 %
Einspeisung Biogas ins Erdgasnetz	6 Mrd. Nm ³	6 Mrd. Nm ³	~ 20.000 Nm ³ *	~ 20.000 Nm ³ *

* Angabe für 2009 betrifft die Einspeisekapazität, nicht die tatsächliche Einspeisung

Quelle: BMU 2010a nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat), Stand Dezember 2010; BMELV/BMU 2010; Dena 2010, nach Anspach et al. 2011a, S. 12

2.2 Implementierte Fördermaßnahmen

Während beim ökologischen Landbau die flächenbezogenen Prämien das wichtigste Förderinstrument sind, setzen bei der Bioenergie die Förderinstrumente bei der Erzeugung bzw. Verwendung an. Im Bereich der Bioenergie hat die Bundesregierung in den letzten Jahren spezifische Förderinstrumente für die verschiedenen Energiesektoren implementiert. Die wichtigsten Maßnahmen zur Förderung der Bioenergienutzung sind (Anspach et al. 2011a, S. 12 ff.):

Erneuerbare-Energien-Gesetz im Strombereich: Am 1. April 2000 ist in Deutschland das erste Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Kraft getreten, welches das sogenannte Stromeinspeisungsgesetz ablöste und für alle Sparten der erneuerbaren Energien gilt, aus denen Strom erzeugt wird. Netzbetreiber sind dazu verpflichtet, EE-Anlagen vorrangig ans Netz anzuschließen, eine definierte Strommenge abzunehmen, zu übertragen und mit dem gesetzlichen Preis zu vergüten. Das EEG setzt spartenspezifische Einspeisevergütungssätze fest, die den Anlagenbetreibern auf 20 Jahre hin garantiert werden. Im Bereich der biogenen Stromerzeugung sind insbesondere die Regelungen für Biogasanlagen relevant. Hier hängt die Höhe der Grundvergütung und der Boni von zahlreichen Kriterien ab: der Anlagenleistung, dem eingesetzten Rohstoff, der verwendeten Technologie, der Wärmeauskoppelung sowie dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme (de Witte et al. 2010). Bevor der letzten Novellierung betrug der „Nachwachsende Rohstoffe-Bonus“ (NawaRo-Bonus) 0,07 Euro/kWh für Biogasanlagen mit bis zu 500 kW, der für die Verwendung landwirtschaftlicher Rohstoffe und von Wirtschaftsdünger gewährt wurde. Anlagen, die jederzeit mindestens 30 Massenprozent Gülleanteil am Gesamtinput realisieren, konnten darüber hinaus den Güllebonus in Höhe von 0,04 Euro/kWh (Anlagen bis 150 kW) bzw. 0,01 Euro/kWh (Anlagen bis 500 kW) geltend machen (Anspach et al. 2011a, S. 13).

Das EEG wurde bisher dreimal novelliert, sodass aktuell das EEG 2012 vom Juni 2011 Gültigkeit hat. Neu aufgenommen wurden die Ausbauziele für erneuerbare Energien im Stromsektor und es wurden verschiedene Instrumente zur Markt-, Netz- und Systemintegration eingeführt. Bei der Biomassenutzung wurden erhebliche Veränderungen vorgenommen. Das Vergütungssystem wurde mit vier leistungsbezogenen Anlagekategorien und zwei Einsatzstoffvergütungsklassen vereinfacht und das Vergütungsniveau um 10 bis 15 Prozent gesenkt. Für Strom aus Biogas ist der Einsatz von Mais und Getreidekorn nun auf 60 Prozent (massebezogen) begrenzt. Außerdem wurden Mindestanforderungen für jede Biogasanlage eingeführt: Sie muss entweder 60 Prozent Wärmenutzung oder 60 Prozent Gülleeinsatz nachweisen oder in die Direktvermarktung (z. B. Marktprämie) gehen. Schließlich wurde eine Sonderkategorie für kleine Hofanlagen mit mindestens 80 Prozent Gülleeinsatz (massebezogen) und 0,25 Euro/kWh neu geschaffen. Die Förderung von Strom aus Pflanzenölen wurde für Neuanlagen gestrichen (BMU 2012a).

Quotenpflicht für Biokraftstoffe: Die Quotenregelung ist das zentrale Instrument, um 2020 den 10 Prozent-Anteil von Biokraftstoffen am gesamten Kraftstoffverbrauch zu

erreichen. Die Mineralölwirtschaft ist dazu verpflichtet, einen Mindestanteil an Biokraftstoffen – bezogen auf die jährliche Gesamtabsatzmenge eines Unternehmens an Otto-, Diesel- und Biokraftstoff – in den Verkehr zu bringen. Die Quote kann sowohl durch die Beimischung von Biokraftstoff zu fossilen Kraftstoffen als auch durch das Inverkehrbringen reiner Biokraftstoffe erfüllt werden (Bundesregierung 2010). Nach Gesetzesstand vom November 2010 gilt bis Ende 2014 die in Tabelle II.6 genannte Gesamtquote von 6,25 Prozent. Bis dahin gelten auch Unterquoten für die beiden Treibstoffsparten: die Mindestquote für Bioethanol beträgt zwischen 2010 und 2014 2,8 Prozent (bezogen auf den Energiegehalt); die Mindestquote für Biodiesel 4,4 Prozent. Mineralölunternehmen, die ihre Quotenverpflichtung nicht erfüllen, müssen für die Fehlmenge eine Abgabe in Höhe von 0,62 Euro/l für Diesel und 0,90 Euro/l für Benzin zahlen. Allerdings kann die Verpflichtung auch vertraglich auf Dritte übertragen werden (Hauptzollamt 2010).

Ab 2015 wird die Biokraftstoffquote durch eine Klimaschutzquote ersetzt. Ab dem Jahr 2015 muss dann nicht ein bestimmter Biokraftstoffanteil auf den Markt kommen, sondern es muss durch Biokraftstoffe eine Verringerung des CO₂-Ausstoßes um zunächst 3 Prozent erreicht werden. Dieser Wert wird 2017 auf 4,5 Prozent und 2020 auf 7 Prozent erhöht. Der Mineralölindustrie ist freigestellt, über welchen Kraftstoff bzw. gegebenenfalls andere Maßnahmen sie die Treibhausgasemissionen reduziert. Ab Januar 2011 müssen jedoch alle Biokraftstoffe, die auf die Quoten angerechnet werden oder eine Steuerbegünstigung erlangen sollen, die Vorgaben der Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) erfüllen. Derzeit ist noch nicht klar, mit welchen Biokraftstoffen die Klimaschutzquote in Zukunft erfüllt wird und welche Nachfrage sich daraufhin für die unterschiedlichen Rohstoffe (national und international) entwickelt. Verrechnet man die Klimaschutzquote mit der laut Biokraft-NachV mindestens vorgeschriebenen Vermeidung von Treibhausgasen (THG), so ergeben sich ungefähre Biokraftstoffmengen, die in Verkehr gebracht werden müssen (Tab. II.6).

Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe: Mit der im Jahr 2006 verabschiedeten Biokraftstoffgesetzgebung hatte die Bundesregierung die Förderung der Biokraftstoffe grundlegend umgestellt. An Stelle der Nullbesteuerung von reinem Biokraftstoff trat eine in jährlichen Schritten steigende Steuerbelastung. Für reines Biodiesel (B 100) und Pflanzenölkraftstoffe gelten bis Ende 2012 um ca. 0,30 Euro/l vergünstigte Energiesteuersätze. Betriebe der Land- und Forstwirtschaft, die diese Reinkraftstoffe einsetzen, erhalten nachträglich die gezahlten Steuern zurück erstattet (UFOP 2009). Innovative Biokraftstoffarten wie Biomethan, Biokraftstoffe mit einem Ethanolanteil von mindestens 70 Volumenprozent (z. B. E85) sowie Biokraftstoffe der 2. Generation („biomass to liquid“ – BtL, und Zelluloseethanol) bleiben bis 2015 komplett von der Energiesteuer befreit (Bundesregierung 2010). Die Bundesregierung muss gegenüber der Europäischen Kommission jährlich Bericht erstatten, ob eine Überkompensation vorliegt, d. h., ob die gewährten Steuerentlastungen die bestehenden Wettbewerbsnachteile (z. B. höhere Produktionskosten) der Biokraftstoffe übersteigen und daher angepasst werden müssen (Bundesregierung 2010).

Tabelle II.6

Biokraftstoffquoten in Deutschland

	Gesamtquote (kal%)*	Klimaschutzquote ab 2015 (%)	min. THG-Einsparung (%)	Biokraftstoffe in der Mischung (kal%)*
2009	5,25	–	–	–
2010–2014	6,25	–	–	–
ab 2015	–	3,0	35	~ 8,6
ab 2017	–	4,5	50	~ 9
ab 2020	–	7,0	50–60	~ 11–14

* Der energetische Anteil der beigemischten Biokraftstoffe wird in kalorischen Prozent (kal%) ausgedrückt.
Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 12

Längerfristig wird die Begünstigung von Biokraftstoffen vermutlich ebenfalls enger an Klimaschutzziele gekoppelt. Im aktuellen Koalitionsvertrag der Bundesregierung wird erwähnt, dass „die Höhe der Steuerbegünstigungen bis spätestens 2013 nach spezifischen CO₂-Reduktionspotenzialen ausgelegt werden soll“ (Bundesregierung 2009). Eine weitere Konkretisierung wurde bisher nicht vorgenommen, auch nicht im kürzlich verabschiedeten Energiekonzept. Dieses sieht lediglich vor, dass die Zielvorgaben der Dekarbonisierung langfristig und schrittweise anspruchsvoller ausgestaltet werden sollen, indem die Treibhausgasbilanz ein zentraler Bestandteil für die künftige Begünstigung von Biokraftstoffen sein wird (Bundesregierung 2010).

Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz: Das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz verpflichtet seit Januar 2009 die Eigentümer von Neubauten, 15 Prozent ihres Wärmebedarfs über erneuerbare Energien zu decken. Neben der Nutzung biogener Wärme können auch Solar- und Geothermie zum Einsatz kommen.

2.3 Bisherige Entwicklung der Bioenergieerzeugung

Der Anteil erneuerbarer Energien insgesamt am Primärenergieverbrauch (Abb. II.2) stieg von 1,3 Prozent 1990 auf 10,8 Prozent im Jahr 2011 (BMU 2012b). Die in der Nachhaltigkeitsstrategie von 2002 ursprünglich festgelegten Ziele für 2010 von 4,2 Prozent wurden deutlich vorzeitig erreicht (Kap. II.2.1). Die Entwicklung der beiden Nachhaltigkeitsindikatoren – Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch und am Bruttostromverbrauch – ist mehr oder weniger kontinuierlich verlaufen.

Der Anteil der erneuerbaren Energien insgesamt am Primärenergieverbrauch in Deutschland liegt fast genau beim EU-Durchschnitt. Die großen Unterschiede zwischen den EU-Mitgliedstaaten gehen derzeit wesentlich auf die unterschiedliche Verfügbarkeit von Wasserkraft

und Biomasse zurück (Eurostat 2011, S. 225). Im EU-Vergleich ist Deutschland führend im Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich. Beim Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung haben nur Deutschland und Ungarn ihre nationalen Ziele für 2010 vorzeitig erreicht, während insgesamt das EU-Ziel von 21 Prozent für 2010 nach den vorliegenden Daten nicht erreicht wird (Eurostat 2011, S. 236).

Der Anteil der Bioenergie an den erneuerbaren Energien in Deutschland blieb mit rund 70 Prozent über die gesamte Entwicklung nahezu unverändert. Die Bioenergie ist damit nach wie vor der wichtigste erneuerbare Energieträger. Bei der Bioenergie bestehen von der Erzeugung und Bereitstellung von Biomasse als Primärenergieträger über die Umwandlung zu Sekundärenergieträgern bis zur Endenergienutzung als Wärme, Strom oder Kraftstoff vielfältige Alternativen (TAB 2010, S. 39 ff.). Nur ein Teil der Bioenergiebereitstellung beruht auf dem landwirtschaftlichen Anbau von Energiepflanzen. Die weitere Darstellung konzentriert sich auf die Entwicklung der Energiebereitstellung aus landwirtschaftlichen Energiepflanzen, weil nur diese für mögliche Konkurrenzen zum Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ relevant sind.

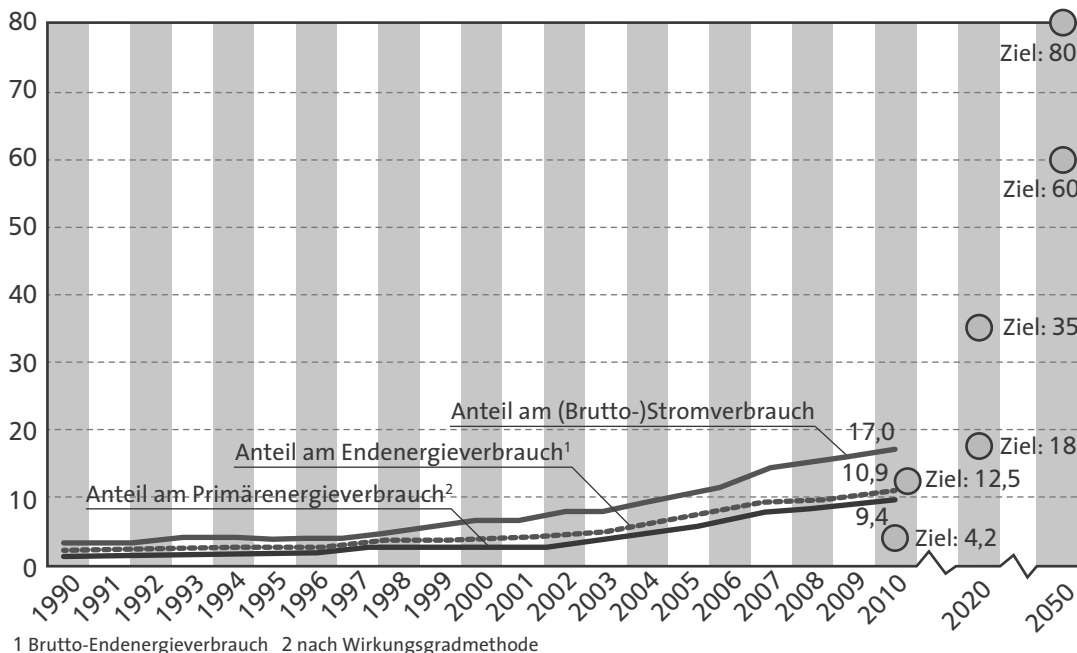
Während sich die Bioenergienutzung insgesamt kontinuierlich entwickelte, hat es bei einzelnen Bioenergieträgern und der Endenergienutzung sehr unterschiedliche Entwicklungen gegeben.

Biokraftstoffe

Der Einsatz von Pflanzenöl als Biokraftstoff ist nach einem kurzfristigen starken Anstieg in den letzten Jahren wieder sehr stark zurückgegangen. 2006 wurden noch rund 1 Mio. t Pflanzenöl als Kraftstoff eingesetzt. Dagegen wurden 2010 nur noch rund 60 000 t Pflanzenöl als Kraftstoff genutzt. Dies entspricht rund 0,1 Prozent des energetischen Primärkraftstoffverbrauchs in Deutschland (Anspach et al. 2011a, S. 21; FNR 2011b).

Abbildung II.2

Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch in Deutschland in Prozent



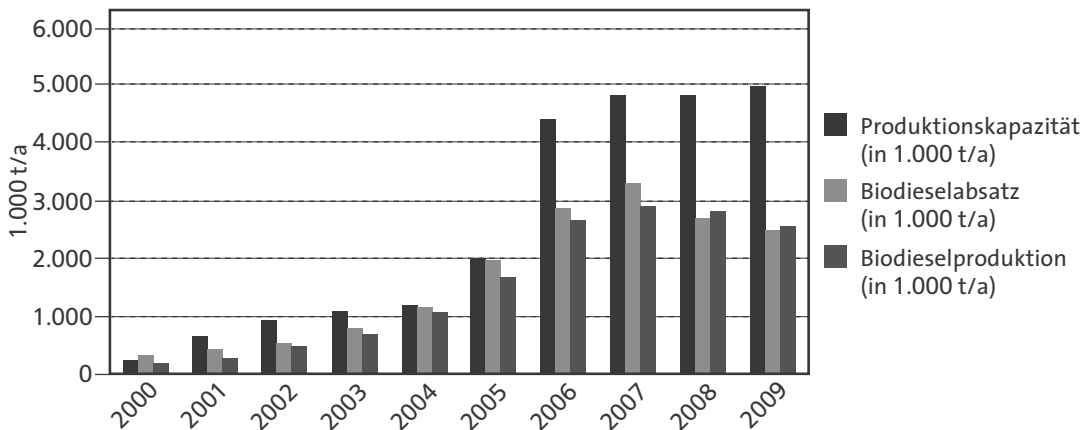
Quelle: Statistisches Bundesamt 2012, S. 12

In Deutschland wurden 2009 rund 2,2 Mio. t Rapsöl auf rund 1,45 Mio. ha Ackerfläche erzeugt (gegenüber rund 1,2 Mio. ha im Jahr 2003). Von dieser Fläche wurden 949 000 ha im Jahr 2009 (bzw. 910 000 ha im Jahr 2011) für die energetische Verwertung genutzt und der erzeugte Raps vor allem der Biodieselproduktion zugeführt (Anspach et al. 2011a, S. 21 u. 26). Auf Grundlage politischer Anreiz- und Steuerungssysteme wurden die Produktionskapazitäten für Biodiesel von 2000 bis 2007 rasant erhöht (Abb. II.3). Lag die Produktionskapazität für Biodiesel im Jahr 2000 noch bei rund 250 000 t, wurde diese bis 2007 auf rund 4,8 Mio. t gesteigert. Seitdem haben sich

die Produktionskapazitäten für Biodiesel nur noch unwesentlich verändert. Der Erhöhung der Produktionskapazitäten bis 2006 stand ein wachsender Verbrauch von Biodiesel gegenüber. Seit 2006 war der Markt für Biodiesel zunächst rückläufig und zeigt zuletzt eine stagnierende Entwicklung (Abb. II.3). Die deutschen Produktionskapazitäten können deshalb bei weitem nicht mehr ausgelastet werden. Diese Entwicklung ist vor allem auf die veränderten politischen Rahmenbedingungen und die Kürzung des Steuervorteils sowie steigende Rohstoffkosten und Preisdruck durch importierte Pflanzenöle zurückzuführen (Anspach et al. 2011a, S. 22).

Abbildung II.3

Produktionskapazitäten, Produktion und Absatz von Biodiesel in Deutschland



Quelle: EBB 2010, Biokraftstoffverband 2010, UFOP 2010, nach Anspach et al. 2011a, S. 22

2010 wurden rund 2,6 Mio. t Biodiesel als Kraftstoff in Deutschland eingesetzt. Dies entspricht etwa 4,3 Prozent des deutschen Primärkraftstoffverbrauchs (energetisch) (FNR 2011b). Davon wurden 2009 rund 2,3 Mio. t Biodiesel als Beimischung zu Mineralöldiesel genutzt, nur sehr geringe Anteile werden derzeit noch als Reinkraftstoff in Kraftfahrzeugen eingesetzt (Anspach et al. 2011a, S. 23; BAFA 2010).

Bioethanol wird erst seit 2005 industriell in Deutschland produziert. Die Produktionskapazitäten sind mittlerweile auf 850 000 t ausgebaut worden (Abb. II.4). Da die Wettbewerbssituation für deutsche Hersteller jedoch schwierig ist, werden derzeit nur rund 600 000 t produziert. Damit sind die deutschen Produktionsanlagen nicht ausgelastet. 2010 wurden in Deutschland rund 1,16 Mio. t Bioethanol als Kraftstoff eingesetzt. Dies entspricht rund 1,4 Prozent des deutschen Primärkraftstoffverbrauchs (energetisch) (FNR 2011b). Insgesamt wird Bioethanol in Deutschland zu etwa 95 Prozent über die Beimischung sowie den Ethyltertbutylether (ETBE, Mittel zur Erhöhung der Oktanzahl bei Ottokraftstoff) auf den Markt gebracht. Nur etwa 5 Prozent entfallen auf E85 (Biokraftstoffverband 2010).

Für die Bioethanolproduktion werden derzeit (Jahr 2011) auf rund 250 000 ha Energiepflanzen angebaut. Der wichtigste Rohstoff in der Bioethanolproduktion ist Getreide (Weizen, Roggen, Hafer, Gerste, Triticale und Körnermais), mit einem Anteil von rund 70 Prozent an der Produktion. Die Anbaufläche beträgt rund 214 000 ha. Die wichtigsten Getreidearten sind dabei Weizen und Roggen. Körnermais wird für die Bioethanolproduktion nur in einem vergleichsweise geringen Umfang von rund 16 000 ha angebaut. Rund 30 Prozent des Inputs in Bioethanolanlagen besteht aus Zuckerrüben. Bedingt durch die sehr hohen Flächenerträge der Zuckerrübe beträgt die Anbaufläche jedoch nur rund 12 000 ha (Anspach et al. 2011a, S. 26 f.).

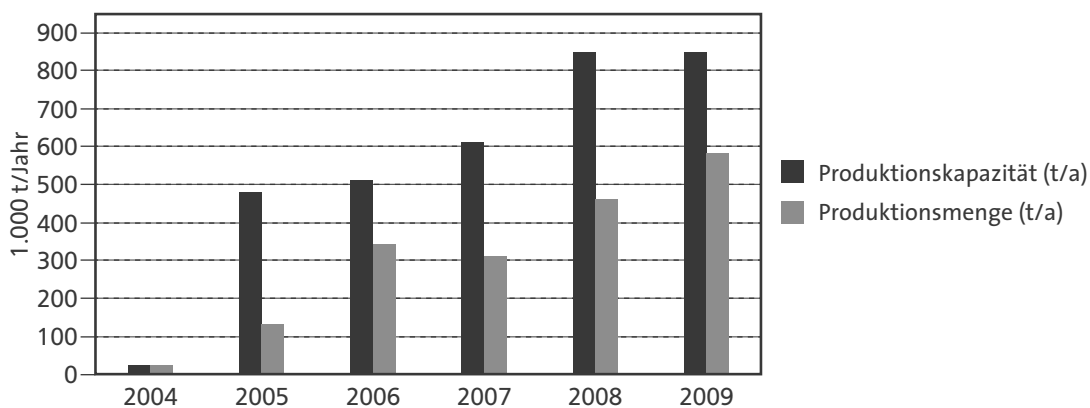
Stromerzeugung aus Energiepflanzen

Der Biomasseanteil an der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien betrug 2010 in Deutschland rund 30 Prozent. Davon entfallen rund 47 Prozent auf Biogas und rund 4 Prozent auf die Stromerzeugung aus biogenen flüssigen Brennstoffen. Der Rest wird von biogenen Festbrennstoffen, Deponie- und Klärgas sowie dem biogenen Anteil des Abfalls gestellt (BMU 2011a, S. 14 f.).

Mit dem EEG von 2000 wurde erstmalig die Möglichkeit der Einspeisung von elektrischer Energie in das Stromnetz mit einer gesetzlich geregelten Vergütung für den erzeugten Strom gekoppelt. Darauf verdoppelte sich von 2000 bis 2003 die Anzahl an Biogasanlagen (Abb. II.5). Die installierte elektrische Leistung erhöhte sich in diesem Zeitraum auf das Vierfache. Lag die durchschnittliche Leistung einer Biogasanlage 1999 bei rund 60 kW elektrisch (kW_{el}), erhöhte sie sich bis 2003 auf rund 110 kW_{el} . Die erste Novellierung des EEG 2004 verbesserte die Vergütung für den erzeugten Strom und löste einen regelrechten „Boom“ aus. Ab 2004 lag die jährliche Zuwachsrate bei der Anzahl an Biogasanlagen bei über 20 Prozent. Bis 2008 erhöhte sich die Anzahl an Biogasanlagen auf 4 099. Durch die Einführung des „Nachwachsende-Rohstoffe-Bonus“ (NawaRo-Bonus), der insbesondere den Anbau und Einsatz von Energiepflanzen förderte, gewannen Energiepflanzen mit ihrem im Vergleich zu Wirtschaftsdünger höheren Methanausbeuten an Vorzüglichkeit. Dies führte in der Folge zu einem rasanten Anstieg der installierten elektrischen Leistung der Biogasanlagen durch einen zunehmenden Bau großer, auf Basis von Energiepflanzen betriebener Biogasanlagen. Die durchschnittliche Leistung stieg zwischen 2004 und 2008 von 123 kW_{el} auf 350 kW_{el} . Aufgrund stark gestiegener Agrarpreise stagnierte der Anlagenzubau im Jahr 2008. In der Folge hat die Politik die Rahmenbedingungen für die Biogaserzeugung mit dem EEG 2009 nochmals erheblich verbessert (Anspach et al. 2011a, S. 19 f.).

Abbildung II.4

Produktionskapazitäten und Erzeugung von Bioethanol in Deutschland



Quelle: BfB 2010, Biokraftstoffverband 2010, nach Anspach et al. 2011a, S. 22

Die Auslastung und Effizienz von Biogasanlagen hat sich in den letzten Jahren deutlich verbessert. Die Auslastung wurde im Zeitraum von 2007 bis 2009 deutlich erhöht, die durchschnittliche Effizienzsteigerung lag bei rund 11 Prozent. Effizienzsteigerungen finden sich bei allen Größenklassen. Die höchsten Effizienzsteigerungen erreichen sehr kleine (bis 50 kW_{el}) und große Biogasanlagen (ab 500 kW_{el}). 2007 erreichten nur 16,3 Prozent aller Biogasanlagen eine Auslastung von mind. 7 500 h. 2009 wurde dies bereits von 47,6 Prozent der Anlagen erreicht. Neu installierte Biogasanlagen weisen gegenüber älteren Biogasanlagen keine signifikant höhere Effizienz in der Stromerzeugung auf (Anspach et al. 2011a, S. 34).

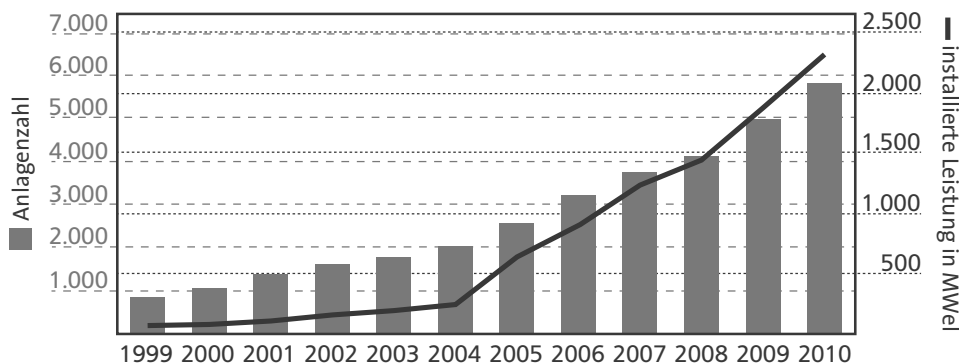
In den letzten 4 Jahren entwickelten sich Biogasanlagen zur Biomethaneinspeisung zur Marktreife. Da die Aufbereitung von Biogas zu Biomethan ein teurer Prozessschritt ist, kommt die Biogasaufbereitung nur in vergleichsweise großen Biogasanlagen zur Anwendung. 2006 befanden sich die ersten beiden Biogasanlagen zur Biomethanproduktion mit einer Kapazität von 1 000 m³/h

in der praktischen Erprobungsphase. 2009 wurden bereits 28 Anlagen mit einer gesamten Kapazität zwischen 20 000 und 35 000 m³/h betrieben. Für 2010 wird die Anzahl auf rund 50 Anlagen mit einer gesamten Kapazität zwischen 32 000 und 65 000 m³/h prognostiziert (Anspach et al. 2011a, S. 21; DBFZ 2010; Fachverband Biogas 2010).

Den Anbauumfang von Energiepflanzen für die Biogas-erzeugung zu bestimmen ist schwierig, da er statistisch nicht erfasst wird und über die Substratversorgung von Biogasanlagen nur Teilerhebungen vorliegen. Der Anbauumfang kann daher nur mit entsprechenden Unsicherheiten geschätzt werden. Die Substratzusammensetzung für Biogasanlagen wurde im Rahmen des Biogasmessprogramms II vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) an über 400 Biogasanlagen untersucht (vTI 2010). Das Spektrum der in Biogasanlagen eingesetzten Substrate ist zwar sehr breit, wird aber durch Maissilage dominiert (Abb. II.6).

Abbildung II.5

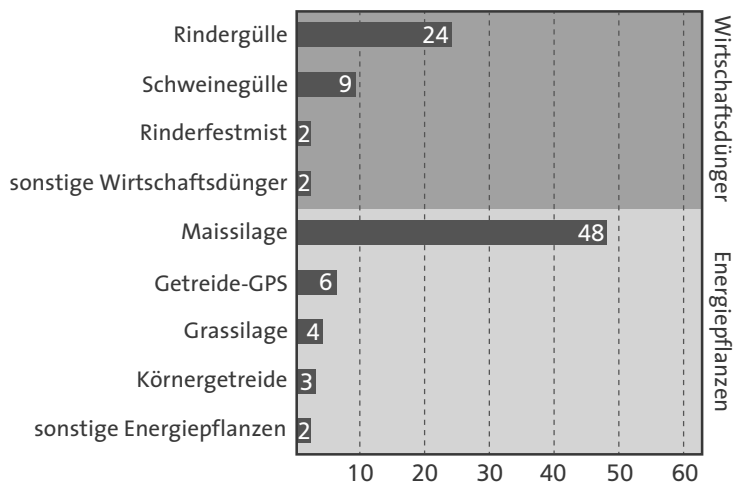
Entwicklung von Bestand und installierter Leistung der Biogasanlagen in Deutschland



Quelle: DBFZ 2010, S. 20, nach Anspach et al. 2011a

Abbildung II.6

Durchschnittliche Substratzusammensetzung von Biogasanlagen in Deutschland im Jahr 2009 (in Prozent)



Quelle: vTI 2010, nach Anspach et al. 2011a, S. 25

Bei über 90 Prozent aller Biogasanlagen kommt Maissilage zum Einsatz. Gemessen am Gesamtinput von Energiepflanzen liegt der Anteil von Maissilage bei über 76 Prozent. Gemessen am energiebezogenen Substratinput in Biogasanlagen beträgt der Anteil von Energiepflanzen über 80 Prozent (Anspach et al. 2011a, S. 24).

Das DBFZ (2010) schätzt den Anbauumfang von Maissilage für die Biogaserzeugung auf über 400 000 ha. Da die Anbaufläche für Silomais in Deutschland von 2003 mit rund 1,25 Mio. ha um rund 500 000 auf rund 1,65 Mio. ha im Jahr 2009 gestiegen ist und gleichzeitig der Rinderbestand (bisher alleiniger Verwerter für Silomais) um rund 300 000 Tiere von 3,8 auf 3,5 Mio. abgenommen hat (BMELV 2009a), ist für 2009 auch eine deutlich höhere Anbaufläche für Energiemais in Deutschland möglich. Diese liegt nach Einschätzungen des vTI bereits bei über 600 000 ha (Anspach et al. 2011a, S. 25).

Von geringerer Bedeutung ist die Stromerzeugung in Pflanzenölblockheizkraftwerken. Nach Schätzungen des DBFZ (2010) waren in Deutschland 2007 rund 2 700 Pflanzenölblockheizkraftwerke mit einer installierten elektrischen Leistung von rund 400 Megawatt (MW) installiert. Bis Ende 2009 reduzierte sich die Anzahl auf rund 1 400 Anlagen aufgrund von Stilllegungen und Umstellungen der Rohstoffbasis auf Heizöl. Da sich vor allem der Bestand an Kleinanlagen reduzierte, sank die installierte elektrische Leistung auf rund 310 MW. Ein

durchschnittliches Pflanzenölblockheizkraftwerk hat damit eine installierte elektrische Leistung von rund 220 kW_{el}. Blockheizkraftwerke auf der Basis von Pflanzenöl werden in erster Linie mit importierten Pflanzenölen, vor allem Palmöl, betrieben. Im Durchschnitt beträgt der Anteil von Palmöl am Rohstoffeinsatz über 90 Prozent (Anspach et al. 2011a, S. 22).

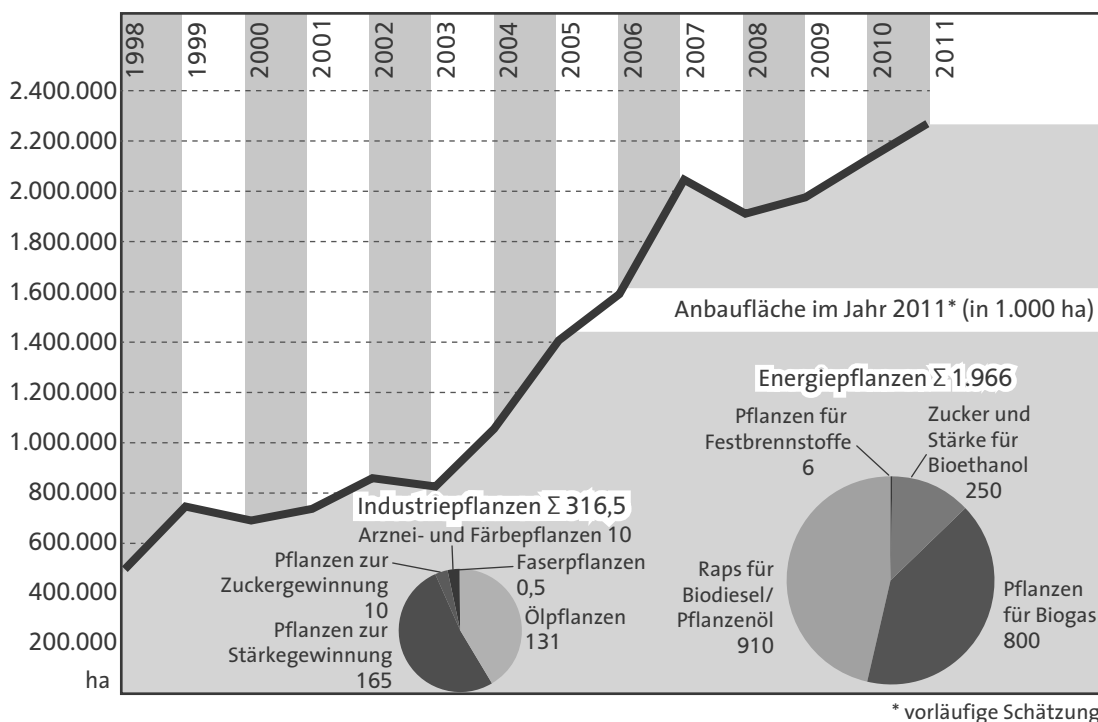
Anbaufläche von Energiepflanzen

Die Ausweitung der Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland während der letzten 8 Jahre geht im Wesentlichen auf die Ausdehnung der Energiepflanzenfläche zurück (Abb. II.7).

Bis 2007 war die Entwicklung von der Zunahme der Rapsanbaufläche für Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff bestimmt. In den letzten Jahren beruht das Gesamtwachstum auf der Ausweitung der Anbauflächen für Biogas und Bioethanol. 2011 wurden auf fast 2 Mio. ha Energiepflanzen angebaut. Die Anbaufläche von Raps für Biodiesel/Pflanzenöl beträgt 910 000 ha und ist weiterhin leicht rückläufig. Die Anbaufläche der Pflanzen für Biogas liegt mittlerweile bei 800 000 ha und hat die Rapsanbaufläche fast eingeholt. Die Anbaufläche von Zucker- und Stärkepflanzen für die Bioethanolerzeugung beträgt 250 000 ha. Die landwirtschaftliche Anbaufläche für biogene Festbrennstoffe (z. B. Kurzumtriebsplantagen, Miscanthus) ist mit 6 000 ha nach wie vor marginal (FNR 2011a).

Abbildung II.7

Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2011



* vorläufige Schätzung

Quelle: FNR 2011a

3. Grad der Zielerreichung

Bei den beiden Nachhaltigkeitszielen „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ (als Teil der erneuerbaren Energien) sind seit der Verabschiedung der Nachhaltigkeitsstrategie durch die Bundesregierung 2002 deutliche Fortschritte erzielt worden. Sowohl die ökologisch bewirtschaftete Fläche wie auch die für den Anbau von Energiepflanzen genutzte Fläche sind in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Die relativen Zuwächse im Bereich des Energiepflanzenanbaus waren allerdings im Vergleich zur ökologisch bewirtschafteten Fläche zwischen 2002 und 2009 deutlich höher (Tab. II.7). Diese unterschiedliche Entwicklung schlägt sich auch im Grad der Zielerreichung nieder. Die derzeitige Lücke gegenüber den gesetzten Zielgrößen (Kap. II.1.1 u. II.2.1) ist bei den erneuerbaren Energien bzw. bei der Bioenergie deutlich geringer als beim ökologischen Landbau (Tab. II.7).

Die Unterschiede bei den Veränderungsraten und bei der derzeitigen Annäherung an die Zielsetzungen deuten darauf hin, dass die beiden Nachhaltigkeitsziele in den letzten Jahren faktisch mit unterschiedlicher Priorität umgesetzt worden sind. Daran schließt sich als erstes die Frage an, ob diese unterschiedlichen Entwicklungen mit

entsprechenden Unterschieden bei den eingesetzten Fördervolumen verbunden sind. Ein Vergleich der eingesetzten Fördervolumen kann aber nicht vorgenommen werden, da entsprechende Daten nicht vorliegen und im Rahmen des TAB-Projekts nicht erhoben werden konnten. Der ökologische Landbau in Deutschland wird durch zahlreiche Maßnahmen der Bundesländer, des Bundes und der Europäischen Union gefördert (Kap. II.1.2). Aufgrund dieser komplexen und föderalen Förderstruktur sind keine aktuellen Informationen über das insgesamt eingesetzte Fördervolumen verfügbar. Ebenso fehlt es – aus vergleichbaren Gründen – an ausreichenden Informationen über die direkte und indirekte Förderung der Bioenergie in Deutschland.

Neben dem finanziellen Volumen der Förderung bestimmen die Ausgestaltung der Förderinstrumente sowie zahlreiche weitere Einflussfaktoren die Entwicklung von ökologischem Landbau und Energiepflanzenproduktion. Dies wird im Kapitel III diskutiert. Schließlich können sich die Maßnahmen zur Realisierung der beiden Nachhaltigkeitsziele gegenseitig beeinflussen und die Ziele selbst über die Flächenkonkurrenz in einem Konflikt stehen, was in Kapitel V analysiert wird.

Tabelle II.7

Grad der Zielerreichung verschiedener Nachhaltigkeitsziele in Prozent

Nachhaltigkeitsziele	Ziel der Bundesregierung	2002	2009	Veränderung 2002 bis 2009	Grad der Zielerreichung
Anteil Ökofläche an der LF	20	4,1	5,9*	+44*	30
Anteil EE am gesamten Endenergieverbrauch	18	4,5	10,3	+129	57
Anteil EE an der Stromerzeugung	35	7,8	16,4	+110	47
davon Bioenergie	8	0,7	5,2	+643	65
Anteil EE an der Wärmebereitstellung	14	4,3	8,8	+105	63
davon Bioenergie	9,7	4,1	8,1	+98	84
Anteil EE Kraftstoffe	10	0,9	5,5	+511	55
Anteil Energiepflanzenfläche an der LF	–	1,0**	10,1	+910**	–

* Die Angaben beziehen sich auf das Jahr 2010.

** Die Angaben beziehen sich auf das Jahr 2005.

Quelle: AGEE-Stat 2010, BMELV 2010e, nach Anspach et al. 2011a, S. 17 und BMELV 2010a, S. 83 u. 88

III. Einflussfaktoren auf die Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung

In diesem Kapitel werden die Bestimmungsfaktoren für die Entwicklung von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung diskutiert. Zunächst wird jeweils ein kurzer Überblick zur Entwicklungsgeschichte der beiden Landnutzungsformen gegeben, damit die aktuellen Einflussfaktoren besser eingeordnet werden können. Anschließend wird diskutiert, welche Faktoren die Umstellung von der konventionellen Lebensmittelerzeugung auf ökologischen Landbau oder Energiepflanzenanbau zur Bioenergieerzeugung beeinflussen sowie die Bedeutung der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen herausgearbeitet.

1. Einflussfaktoren auf die Entwicklung des ökologischen Landbaus

1.1 Entwicklungsphasen des ökologischen Landbaus

Die *Ursprünge des ökologischen Landbaus* können auf die Lebensreformbewegung zum Ende des 19. Jahrhunderts zurückgeführt werden. Als Reaktion auf Urbanisierung und Industrialisierung wurde die Rückkehr zu einer „naturgemäßen Lebensweise“ angestrebt, die unter anderem folgende Aspekte umfasste: Vegetarismus und Ernährungsreform, Naturheilkunde und Körperkultur, Siedlung, Schrebergärten und Gartenstädte sowie Tier-, Natur- und Heimatschutz. Aus dem Gedankengut der Lebensreformbewegung entwickelte sich in den 1920er und 1930er Jahren das Landbausystem „Natürlicher Landbau“. Bedenken hinsichtlich minderwertiger Nahrungsmittelqualität und möglichen Gesundheitsgefährdungen begründeten den Verzicht auf den Einsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger sowie schwermetallhaltiger Pflanzenschutzmittel (Baumgart et al. 2011, S. 8).

Mit der *biologisch-dynamischen Agrarkultur* entstand ebenfalls in den 1920er Jahren ein zweites ökologisches Anbausystem. Basierend auf der von Rudolf Steiner begründeten Anthroposophie wird der landwirtschaftliche Betrieb als eine lebendige Individualität, als eine Art Organismus angesehen, der auch nichtmateriellen Einwirkungen unterliegt, die es zu beachten gilt. Neben möglichst geschlossenen Kreisläufen ist ein besonderes Charakteristikum dieses Anbausystems der Einsatz biologisch-dynamischer Präparate, d. h. spezieller Zubereitungen beispielsweise aus Heilkräutern und Quarz, die in kleinsten Mengen im Dünger, auf dem Boden oder im wachsenden Pflanzenbestand eingesetzt werden und die das Bodenleben fördern und die innere Qualität der Pflanzen unterstützen sollen (Baumgart et al. 2011, S. 8).

Als ein weiterer Ansatz wurde in den 1950er Jahren der *organisch-biologische Landbau* in der Schweiz von Hans Müller und seiner Frau Maria entwickelt. Wichtige Ziele sind hier, den Fortbestand einer bäuerlichen Landwirtschaft zu unterstützen und die entscheidende Rolle der Bodenmikrobiologie für die Bodenfruchtbarkeit zu nutzen (Baumgart et al. 2011, S. 9).

Die *Pionierphase des ökologischen Landbaus* bis in die 1980er Jahre war gekennzeichnet durch eine geringe Zahl ökologischer Betriebe und viel Idealismus. Die Vermarktung der ökologischen Lebensmittel erfolgte im Wesentlichen über Naturkostfachgeschäfte und Reformhäuser sowie in Direktvermarktung. In diesen Zeitraum fällt die Gründung der ökologischen Anbauverbände in Deutschland und der IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements/Internationale Vereinigung ökologischer Landbaubewegungen). Parallel entwickelte sich eine zunehmende wissenschaftliche und gesellschaftliche Kritik an den negativen Umweltwirkungen und Überschüssen als Folge der von der EU-Agrarpolitik geförderten konventionellen Agrarproduktion, und die Suche nach Alternativen setzte ein.

Seit Ende der 1980er Jahre begann die Zahl der ökologischen Landbaubetriebe deutlich zuzunehmen. Hierzu trug die *staatliche Förderung* seit 1989 im Rahmen des EG-Extensivierungsprogramms, ersetzt seit 1994 durch die EG-Verordnung 2078/92 und seit 2000 durch die EG-Verordnung 1257/1999, maßgeblich bei. Gleichzeitig wurde 1990 mit der *EU-weiten gesetzlichen Definition* des ökologischen Landbaus ein verbindlicher Mindeststandard geschaffen, der in den Folgejahren von vielen Verarbeitern als Basisanforderung akzeptiert wurde (Baumgart et al. 2011, S. 9). Eine zunehmende Professionalisierung von ökologischen Verbänden und Verarbeitern fand statt. Neben den bisherigen Vermarktungswegen wurden erste Nischenmärkte im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) erschlossen. Eine Vielzahl unterschiedlicher Ökokennzeichen wurde von den Anbauverbänden eingeführt, was es allerdings den Verbrauchern schwer machte, den Überblick zu behalten.

In den neuen Bundesländern hat sich die ökologisch bewirtschaftete Fläche nach der Wiedervereinigung 1990 rasch ausgeweitet. Dort war es besonders schwierig, die Vermarktung aufzubauen, da man in der ehemaligen DDR Bioprodukte gar nicht kannte. In den neuen Bundesländern entstanden mit Gää (1989) und Biopark (1991) zwei neue Anbauverbände, die mittlerweile auch in den alten Bundesländern Mitgliedsbetriebe haben (Baumgart et al. 2011, S. 9).

Infolge der BSE-Krise wurde 2001 ein *Paradigmenwechsel in der Landwirtschaftspolitik* (Stichwort „Agrarwende“) unter dem Motto „Klasse statt Masse“ eingeleitet. Der ökologische Landbau wurde ein wichtiges Element in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (Kap. II.1). Ein wesentlicher Bestandteil dieser Politik war eine verstärkte Förderung des ökologischen Landbaus. Die Flächenförderung im Rahmen der Agrarumweltmaßnahmen wurde ergänzt durch das „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ (BÖL), dessen Projekte auf allen Stufen der Wertschöpfungskette – von der Erzeugung bis hin zum Verbraucher – ansetzen. Ziel des BÖL ist es, die Rahmenbedingungen für die ökologische Landwirtschaft deutlich zu verbessern und ein gleichgewichtiges Wachstum von Angebot und Nachfrage zu erzielen (Baumgart et al. 2011, S. 10).

Ebenfalls 2001 wurde das staatliche Biosiegel eingeführt, um den Verbrauchern ein einfaches Erkennungszeichen

für Bioprodukte zur Verfügung zu stellen. Seither können alle Produkte und Lebensmittel mit dem Biosiegel gekennzeichnet werden, die nach den EU-Rechtsvorschriften für den ökologischen Landbau produziert und kontrolliert werden. Durch eine einfache, praxisnahe und zugleich kostenfreie Vergabe des Biosiegels konnte sich dieses Zeichen binnen weniger Jahre am Markt etablieren. Im Herbst 2011 nutzten 3 960 Unternehmen das Biosiegel auf insgesamt 63 500 Produkten (Baumgart et al. 2011, S. 11). Zusätzlich wurde 2010 eine EU-weite Kennzeichnungspflicht mit einem EU-Logo auf vorverpackten ökologisch produzierten Lebensmitteln eingeführt (Baumgart et al. 2011, S. 12).

Das Wachstum im Markt für ökologische Lebensmittel wurde nun wesentlich durch den LEH getragen, der sein Sortiment erheblich ausdehnte, Handelsmarken einführte und die Verkaufsflächen ausweitete. Zuwächse für ökologische Lebensmittel von 30 Prozent jährlich und mehr wurden so von 2000 bis 2009 erzielt (Baumgart et al. 2011, S. 58).

Die EU-Kommission veröffentlichte im Juni 2004 den Europäischen „Aktionsplan für die biologische Landwirtschaft“. Begründet werden die darin vorgeschlagenen Fördermaßnahmen (informationsgesteuerte Marktentwicklung, öffentliche Förderung, Verbesserung der EU-Standards) damit, dass die ökologische Landbewirtschaftung öffentliche Güter im Umweltbereich, bei der ländlichen Entwicklung und im Tierschutz bereitstellt. Inzwischen haben zahlreiche EU-Länder nationale Pläne zur Förderung des biologischen Landbaus umgesetzt. 2009 hatten mindestens 17 europäische Länder einen Aktionsplan, hinzukommen zehn regionale Pläne (z. B. in Spanien) (Gonzalvez 2009; Baumgart et al. 2011, S. 26 f.).

1.2 Motive, Anreize und Hemmnisse für Umstellung

Die Bereitschaft, von der konventionellen Bewirtschaftung auf ökologischen Landbau umzustellen, ist abhängig von innerbetrieblichen Faktoren, von Rahmenbedingungen im betrieblichen Umfeld und von ökonomisch-politischen Rahmenbindungen. In Tabelle III.1 sind wichtige Faktoren für die drei Kategorien zusammengestellt.

Die Umstellungsbereitschaft beruht immer auf verschiedenen Faktoren. Der Förderanreiz oder das Vorhandensein von Abnehmern allein reichen nicht aus. Im Laufe der betrieblichen Entwicklung bilden sich in der Regel verschiedene Faktoren aus, die die Entscheidungsfindung beeinflussen (Baumgart et al. 2011, S. 67). In den 1970er und 1980er Jahren stand die ideelle Überzeugung bei den Motiven für eine Umstellung auf ökologischen Landbau im Vordergrund (Kap. III.1.1). Mittlerweile haben ökonomische Motive erheblich an Bedeutung gewonnen (Baumgart et al. 2011, S. 92).

Zu den Motiven und Hemmnissen bei einer Umstellung auf ökologischen Landbau liegt eine Reihe von Untersuchungen vor, die auf verschiedenen Befragungen beruhen (Bokelmann/König 2004; Plagge/Zerger 2008 u. 2009; Rieken/Boland 2010; Schramek/Schnaut 2004). Wesentliche Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst.

Die Umstellung von konventioneller auf ökologische Bewirtschaftung stellt für den landwirtschaftlichen Betrieb eine deutliche Veränderung der Produktionsverfahren dar und erfordert die Erschließung neuer Vermarktungswege. Reale oder vermutete Probleme in der Produktionstechnik und unsichere Vermarktungsperspektiven nehmen deshalb eine herausragende Stellung bei den Hemmnissen

Tabelle III.1

Einflussfaktoren der Bereitschaft zur Umstellung auf ökologischen Landbau

innerbetriebliche Faktoren	betriebliches Umfeld	ökonomisch-politische Rahmenbedingungen
ökonomische Vorzüglichkeit	Vorhandensein von lokalen Abnehmern, Lager- und Aufbereitungsmöglichkeiten	positive Marktentwicklung
Lösungsansätze für produktionstechnische Probleme (vor allem Unkraut, Fütterung)	positive Beispiele und Unterstützung im Umfeld	Entwicklung der Preisdifferenz zu konventionelle Agrarprodukten
Voraussetzungen bei Gebäuden und Flächen	Angebot und Kontakt zu Bioberatung	allgemeine Entwicklung der Agrarpreise
ausreichende Arbeitskapazität	ausreichend bezahlbare Pachtflächen	Förderhöhe
geregelter Hofnachfolge		Förderbedingungen und -sicherheit
ideelle Motivation		

Quelle: nach Baumgart et al. 2011, S. 67

ein. Dabei bestehen in Abhängigkeit vom Betriebstyp unterschiedliche Konstellationen von innerbetrieblichen Hemmnissen (Baumgart et al. 2011, S. 92):

- *Futterbaubetriebe* lassen sich relativ einfach umstellen, wenn keine hohen Investitionen für größere Stallumbaumaßnahmen erforderlich sind, die veränderte Futterbereitstellung die variablen Kosten nicht zu sehr erhöht und ein ausreichend hoher Milchpreis realisiert werden kann. In Regionen mit niedrigen Acker- und Grünlandzahlen, die schon vor der Umstellung extensiv bewirtschaftet wurden, spielt die relativ geringe Veränderung gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung eine große Rolle. Dies hat zu dem hohen Anteil von Dauergrünland und Rinderhaltung im ökologischen Landbau geführt (Kap. II.1.3).
- Bei *Marktfruchtbetrieben* ist die Frage der Vermarktung mit ausreichend hohen Preisen von entscheidender Bedeutung. Zudem gilt es, Lösungen für pflanzenbauliche Probleme (Unkraut, Pflanzenkrankheiten) zu finden. Ein weiteres Hindernis kann der Wegfall sicherer und profitabler Betriebszweige wie des Zuckerrübenanbaus darstellen, weil dieser Betriebszweig im Ökoanbau sehr arbeitsintensiv ist und in der Regel den Einsatz von Fremdarbeitskräften erfordert, was für viele Ökolandbaubetriebe nicht realisierbar ist.
- Bei *intensiver Tierhaltung* können erhebliche Kosten für erforderliche Umbaumaßnahmen auftreten, die eine rentable Erzeugung nicht zulassen. In der Rinderhaltung betrifft dies beispielsweise die Auslaufgestaltung und das Platzangebot für horntragende Rinder. Die Ställe, die in der intensiven Geflügel- und Schweinhaltung vorhanden sind, bieten wenige Möglichkeiten, durch bauliche Veränderungen einen wirtschaftlich nachhaltigen Ökolandbau zu betreiben. Meistens haben diese Ställe Vollspaltenböden und keine Ausläufe. Beide Faktoren sind laut der EU-Ökoverordnung nicht zulässig.
- Die Möglichkeit der Umstellung von *Sonderkulturen* wie Gemüse, Obst oder Wein hängt sehr stark von den Vermarktungsmöglichkeiten und der Kenntnis von Lösungen im Pflanzenschutz ab, da diese im Bereich Sonderkulturen eine besondere Herausforderung darstellen. Zukünftige Preisentwicklungen werden teilweise als schwer einschätzbar empfunden, bei gleichzeitig steigenden Produktionskosten und -risiken. Die persönliche positive Einstellung zum ökologischen Gemüse-, Obst oder Weinbau und die Unterstützung der Familienangehörigen spielen eine große Rolle bei der Umstellung.

Die *zukünftige betriebliche Entwicklung* hat einen erheblichen Einfluss auf die Umstellungsentscheidung. Dies gilt vor allem für kleinere Betriebe, auf denen die Nachfrage unsicher ist. Die zur Erfüllung der Richtlinien notwendigen Investitionen werden bei unsicherer Hofnachfrage meist als zu hoch erachtet (Baumgart et al. 2011, S. 75).

Neben den innerbetrieblichen Faktoren kann das *soziale Umfeld* Umstellungsentscheidungen hemmen. Das Argument des sozialen Umfeldes wird hauptsächlich von jüngeren Landwirten als relevant eingestuft. Sie fürchten eine geringere Akzeptanz bei Kollegen und die Aufgabe von bestehenden Beziehungen in der Vermarktung (Baumgart et al. 2011, S. 75). Emotionale Hemmnisse, die in Befragungen nur schwer zu identifizieren sind, wie z. B. ein abschreckendes Beispiel eines verunkrauteten benachbarten Biobetriebes, sind nicht zu unterschätzen. Umgekehrt haben erfolgreiche „Leuchtturmbetriebe“ eine herausragende Bedeutung bei der Förderung der Umstellungsbereitschaft (Baumgart et al. 2011, S. 92).

Die Entscheidung zur Umstellung ist ein *langfristiger Prozess*, der stufenweise erfolgt und dementsprechend unterschiedliche Formen der Unterstützung erfordert (Baumgart et al. 2011, S. 92):

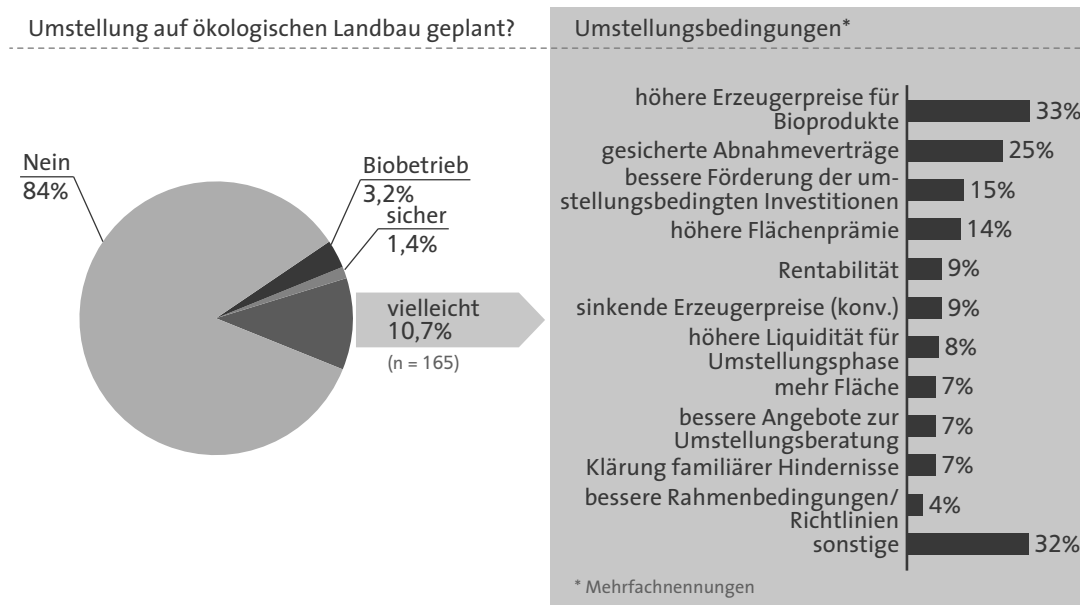
- erste, niederschwellige Informationen, wie schriftliche Informationen oder Gespräche mit Berufskollegen,
- Besuch von Informationsveranstaltungen,
- Orientierungsberatung,
- Umstellungsberatung,
- Entscheidung.

Der Entscheidungsprozess von Landwirten ist *abhängig von grundlegenden Überzeugungen und Strategien* bei der Gestaltung ihrer landwirtschaftlichen Produktion (Darnhofer et al. 2005). „Überzeugte konventionelle Landwirte“ bestreiten die höhere Umweltfreundlichkeit und gesundheitlichen Vorteile des ökologischen Landbaus und/oder halten den ökologischen Landbau für technisch und ökonomisch nicht praktikabel. Sie ziehen deshalb eine Umstellung grundsätzlich nicht in Betracht. Andere Gruppen von Landwirten von „pragmatisch konventionell“ bis „pragmatisch organisch“ stehen nicht in fundamentaler Opposition zum ökologischen Landbau. Sie stellen ein Reservoir potenzieller Umsteller dar. Eine Entscheidung zur Umstellung ist abhängig von Lösungen für Hemmnisse und Bereitstellung von Anreizen.

Die verschiedenen Hemmnisse führen dazu, dass derzeit nur eine begrenzte Zahl von landwirtschaftlichen Betrieben eine Umstellung auf ökologischen Landbau in Betracht zieht. In einer repräsentativen Befragung des Deutschen Bauernverbandes (DBV) gaben rund 11 Prozent der Landwirte Ende 2009 an, dass für sie eine Umstellung des Betriebes „vielleicht“ infrage kommt. Als Voraussetzungen, diesen Schritt tatsächlich in die Realität umzusetzen, werden an erster Stelle höhere Erzeugerpreise für Bioprodukte und an zweiter Stelle gesicherte Abnahmeverträge genannt (Abb. III.1). Gegenüber einer ersten Erhebung vor 4 Jahren hat sich der Anteil der Betriebe, die eine Umstellung in Erwägung ziehen, allerdings mehr als verdoppelt (Baumgart et al. 2011, S. 81 ff.). Diese Befragungsergebnisse geben einen Hinweis auf das kurzfristige Potenzial für Umstellungen.

Abbildung III.1

Umstellungsbereitschaft und -Bedingungen in Deutschland im Dezember 2009



Quelle: DBV 2010

1.3 Ökonomische Einflüsse

Höhere Auszahlungspreise für die Erzeuger zusammen mit den erzielbaren Fördermitteln, die die steigenden Kosten für veränderten Arbeitskräfteeinsatz, Betriebsmittel und Investitionen sowie eintretende Ertragsveränderungen zumindest ausgleichen, sind entscheidende Determinanten für oder gegen eine Umstellungsentscheidung.

Die Erzeugerbetriebe vermarkten den Großteil ihrer Produkte an Verarbeiter, wie Mühlen, Molkereien, Kartoffel- oder Eierpackbetriebe oder aber an Obst- und Gemüse-großhändler. Häufig wurden in der Vergangenheit auf der Großhandelsebene die konventionellen Vergleichspreise als Basis herangezogen, um mit einem absoluten oder prozentualen Aufschlag den Biopreis zu bestimmen (Baumgart et al. 2011, S. 93). Das hatte zur Folge, dass einerseits Preisschwankungen auf dem konventionellen Markt unmittelbar auf den Biomarkt übertragen wurden, aber andererseits ein längerfristig verlässlich kalkulierbarer Preisaufschlag bestand.

Um sowohl für die Erzeuger als auch für die Verarbeiter die ökonomischen Risiken zu verringern, wurden in den ersten Jahrzehnten der Biobewegung Geschäftsmodelle entwickelt, die auf langjährigen Partnerschaften und mehr oder weniger festen Preis-/Mengenvereinbarungen basierten (z. B. Verträge zwischen Abnehmern und Großhändlern, Verarbeitern und Erzeugern direkt oder mit Erzeugergemeinschaften). Solche festen Vereinbarungen über Jahre hinweg sind inzwischen nur noch selten vorzufinden, da sich der Markt verändert hat und die konventionellen Handelspartner insbesondere aus dem LEH neue

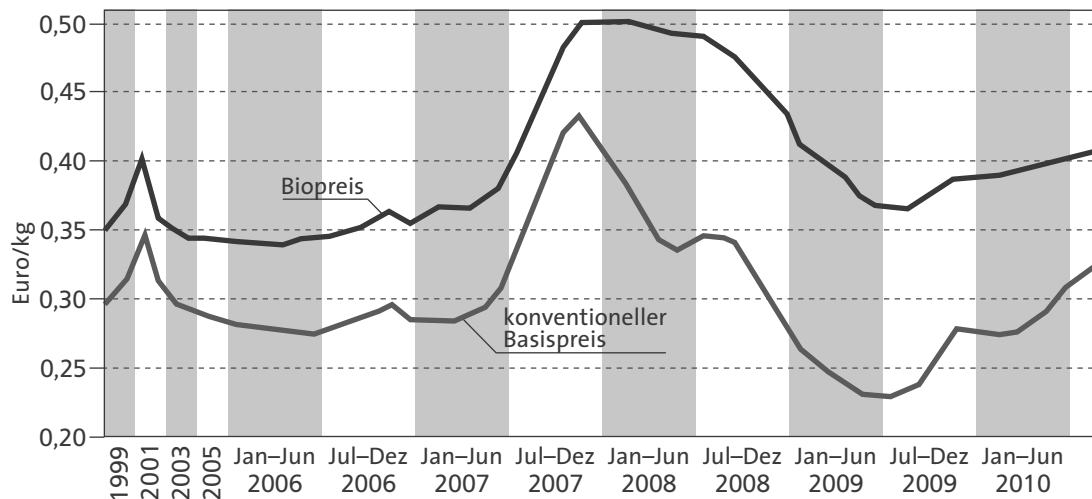
Spielregeln in den Markt gebracht haben (Baumgart et al. 2011, S. 94).

Leitprodukte des deutschen ökologischen Landbaus (Getreide, Kartoffeln und Milch) zeigen, dass deren Preise seit 2007 starken Schwankungen unterworfen sind. Auf dem konventionellen Markt in ganz Europa haben extreme Witterungsverhältnisse und die Entwicklung der Weltmarktpreise zu starken Ausschlägen bei den Preisen geführt. Gleichzeitig hat sich die frühere starre Kopplung der Preise für Ökoware an den konventionellen Preis gelockert, was sich besonders deutlich bei den Milchauszahlungspreisen zeigt (Abb. III.2), wo noch vor einigen Jahren feste absolute Aufschläge zu den konventionellen Milchpreisen auf die Biomilch gezahlt wurden.

Das starke Nachfragewachstum bei Biomilch in den Jahren 2006 und 2007 führte dazu, dass Molkereien nach umstellungswilligen Milcherzeugern in Deutschland suchten und sie bei einem durchschnittlichen Bioaufpreis von 0,06 bis 0,08 Euro/l Milch nicht fanden. Die Folge war, dass Biomilch aus dem Ausland zugekauft werden musste, um den heimischen Bedarf zu decken. Diese Knappheit bei Biomilch führte ab Anfang 2008 zu einer deutlichen Entkopplung der Erzeugerpreise für Biomilch von den konventionellen Auszahlungspreisen (Abb. III.2). Dieser Entkopplungstrend zeigt sich darin, dass der Milchüberschuss auf dem konventionellen Markt 2008 zu einem deutlichen Preiseinbruch führte, den der Biomilchpreis nur recht verhalten vollzog. In der Folge lag 2008 und 2009 der Biomilchaufpreis bei 0,10 Euro und in der Spitze sogar bei 0,15 Euro über dem für konventionelle Milch. Daraufhin nahm das Umstellungsinteresse konventioneller Milcherzeuger deutlich zu und die Biomilch-

Abbildung III.2

Erzeugerpreise für konventionelle und ökologische Milch in Deutschland von 1999 bis 2010



Milchpreis inklusive Zu-/Abschläge, 500 t Jahresanlieferung, ab Hof bei 4,2 Prozent Fett und 3,4 Prozent Eiweiß
Quelle: Baumgart et al. 2011, S. 96

erzeugung wuchs 2008 um 9 Prozent und 2009 erneut um 14 Prozent an. Dies belegt, welchen Einfluss Marktpreise auf die Umstellungsbereitschaft haben. Infolge der verstärkten Umstellungen wurde 2009 erneut zu viel Biomilch am Markt angeboten, und die Biomolkereien verhängten einen Aufnahmestopp. Einige Molkereien gingen dazu über, die Anlieferungsmengen ihrer langjährigen Bioerzeuger zu begrenzen und darüber hinaus angelieferte Milchmengen nur noch zu den deutlich niedrigeren Spotmarktpreisen (Preise für freie, überschüssige Milch der Molkereien, die auf dem Weltmarkt gehandelt wird) zu bezahlen, um den Anreiz, mehr Biomilch zu erzeugen, als vertraglich vereinbart war, zu reduzieren (Baumgart et al. 2011, S. 96). Damit zeigt sich, dass mit einer Entkopplung von den Preisen für konventionelle Lebensmittel einerseits zeitweise Anreize für eine verstärkte Umstellung eintreten können, andererseits aber eigene Unsicherheiten über die zukünftige Preisentwicklung auf dem Markt für ökologische Lebensmittel entstehen.

Bei dem noch kleinen Biomarkt in vielen Segmenten können schon vergleichsweise geringe Änderungen bei Angebot oder Nachfrage relativ starke Auswirkungen auf die Preise haben. Bei Bioschweinefleisch beispielsweise reicht im Zweifelsfall schon das Hinzukommen eines größeren Mastbetriebes aus, um den extrem kleinen Markt aus dem Gleichgewicht zu bringen, wenn die Vermarktungsseite nicht gleichzeitig mit abgedeckt wird. Angebotsengpässe und -überschüsse liegen sehr nahe beieinander. Zu einer verzögerten Anpassung an eine steigende Nachfrage trägt bei, dass die landwirtschaftliche Erzeugung von Ökolebensmitteln aufgrund der Umstellungsfristen nur um 2 bis 3 Jahre zeitversetzt reagieren kann (Baumgart et al. 2011,

S. 98). Ungleichgewichte zwischen Angebot und Nachfrage sind ein Kennzeichen des ökologischen Lebensmittelmarktes, die noch auf einige Zeit bestehen bleiben werden (Wilder/Kilcher 2010, S. 58).

Schließlich haben die hohen Agrarpreise in der Nahrungsmittelkrise 2007/2008 sowie im Jahr 2011 die Einkommenssituation der konventionellen Landwirtschaft verbessert und damit den Anreiz für Landwirte verringert, sich mit der Möglichkeit einer Umstellung auseinander zu setzen. Die erhebliche Unsicherheit über die zukünftige Agrarpreisentwicklung macht langfristige Entscheidungen wie die Umstellung auf ökologischen Landbau nicht leichter.

1.4 Einflüsse der Förderpolitik

Eine bundesweite Befragung von Betriebsleitern im Frühjahr 2009 ergab, dass für fast 60 Prozent der Antwortenden die *flächenbezogene Ökoprämie* sehr wichtig für die Wirtschaftlichkeit ihrer Betriebe ist. Hinzu kommen 32 Prozent der Betriebsleiter, die die Ökoprämie als wichtig für die Wirtschaftlichkeit ihrer Betriebe einstufen. In Abhängigkeit von der Betriebsform sind die Einschätzungen allerdings sehr unterschiedlich. Von etwa 70 Prozent der Betriebsleiter von fleischrinderhaltenden Betrieben und Mähdruschbetrieben wird die Prämie als sehr wichtig bewertet. Dagegen halten 70 Prozent der Betriebsleiter von Gemüsebaubetrieben die flächenbezogene Ökoprämie für weniger wichtig oder sogar unwichtig für die Wirtschaftlichkeit ihrer Betriebe (Nieberg et al. 2011, S. 233 f.).

Die Daten des Testbetriebsnetzes ergeben, dass im Wirtschaftsjahr 2010/2011 die Ökobetriebe ein durchschnittliches Einkommen (Gewinn plus Personalaufwand) von 30 129 Euro erzielten, der 14,7 Prozent über dem Einkommen der konventionellen Vergleichsgruppe lag (vTI 2012). Ohne flächenbezogene Ökoprämie wäre der Gewinn in diesem wie in den vorangegangenen Jahren aber niedriger als der der konventionellen Vergleichsbetriebe gewesen. Eine Betrachtung alleine der Agrarumweltprogramme im Rahmen der sogenannten 2. Säule der EU-Agrarpolitik greift allerdings zu kurz. Denn den größten Teil der Zuwendungen erhalten Ökobetriebe – wie alle anderen Betriebe auch – in der Form von Direktzahlungen aus dem Europäischen Garantiefonds für Landwirtschaft (EGLF), der sogenannten 1. Säule der EU-Agrarpolitik. Bei der Entkopplung der Direktzahlungen waren die Direktzahlungen bei Ökobetrieben im Durchschnitt um 9 Prozent niedriger als bei vergleichbaren konventionellen Betrieben, weil Ökobetriebe zuvor in der Regel weniger prämieneberechtigte Früchte angebaut und weniger Rinder je ha gehalten haben. In den vergangenen Jahren wurden die Unterschiede in der Höhe der Betriebsprämien zunehmend nivelliert, und bis 2013 sollten etwa gleich hohe Prämien erreicht sein (Nieberg et al. 2011, S. 236 f.).

Bei der eingangs zitierten Erhebung wurden die Betriebsleiter auch gebeten, eine persönliche Einschätzung zur derzeitigen Höhe der flächenbezogenen Ökoprämie abzugeben. 37 Prozent der Betriebsleiter bewerteten die Beibehaltungsprämie als ausreichend, 2 Prozent sogar als mehr als ausreichend. Als zu niedrig wird sie von 61 Prozent gehalten, wobei zumindest teilweise ein strategisches Antwortverhalten möglich ist, um auf eine Steigerung oder zumindest Erhalt der Förderhöhe hinzuwirken (Nieberg et al. 2011, S. 234). Zusammen mit der Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit kann dies dennoch als Indikator gewertet werden, dass die Höhe der flächenbezogenen Ökoprämie zumindest in Teilbereichen einen unzureichenden Anreiz für mehr Umstellungen bedeutet.

Den *Stellenwert der Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland* im Vergleich zu den staatlichen Ausgaben für die Landwirtschaft insgesamt beschreiben folgende Vergleiche (Nieberg et al. 2011, S. 241 ff.):

- Gegenüber den entkoppelten Direkthilfen aus der Gemeinsamen Marktordnung (4.952,7 Mio. Euro im Jahr 2006) haben Flächenzahlungen für Agrarumweltmaßnahmen (709,3 Mio. Euro im Jahr 2006) einen Anteil von 12,5 Prozent und die flächenbezogenen Förderungen für den ökologischen Landbau (125,4 Mio. Euro) einen Anteil von 2,2 Prozent an den Direktzahlungen.
- Spezifisch für den Ökosektor angebotene Maßnahmen haben im Bundesdurchschnitt einen Anteil an den Gesamtausgaben bei der Agrarinvestitionsförderung von 2,8 Prozent (Zeitraum 2005 bis 2006) und bei der Vermarktungsförderung innerhalb der GAK von 2,6 Prozent (Zeitraum von 2005 bis 2007), wobei zwischen den Bundesländern erhebliche Unterschiede bestehen.
- Die marktbezogenen Maßnahmen des EGLF, die der Preisstützung dienen, nicht zur 1. oder 2. Säule gehö-

ren und 2010 7 Prozent des EU-Agrarbudgets umfassend, kommen konventionellen Erzeugern deutlich stärker zugute.

- Für das „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ stehen seit 2007 jährlich 16 Mio. Euro zur Verfügung, während für das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ jährlich Mittel von rund 50 Mio. Euro aufgewendet werden, also rund das Dreifache.

Insgesamt ragt damit die spezifische Förderung des Ökosektors nicht besonders aus der allgemeinen Landwirtschaftsförderung heraus (Nieberg et al. 2011, S. 243).

Schließlich ist zu fragen, wie sich die deutsche Förderung des ökologischen Landbaus im *Vergleich zu anderen EU-Ländern* darstellt. Zwischen den Mitgliedstaaten gibt es große Unterschiede bei der flächenbezogenen Förderung des ökologischen Landbaus. So liegen die Beträge für die Umstellung von Ackerflächen zwischen 108 und 490 Euro pro ha und Jahr. Für spezifische Ackerkulturen werden teilweise auch niedrigere bzw. höhere Prämien gezahlt. Für die unterschiedlichen Förderhöhen bei Umstellung und Beibehaltung der ökologischen Wirtschaftsweise sind verschiedene Faktoren verantwortlich: Diese können agrarpolitischer Art sein oder in unterschiedlichen naturräumlichen Standortbedingungen begründet sein. Weitere Faktoren sind spezifische Förderung bestimmter Kulturpflanzen in einigen Ländern, unterschiedliche ökonomische Annahmen bei der Berechnung der Prämien oder unterschiedliche nationale Budgetrestriktionen (vTI 2010; Sanders et al. 2011).

Die Prämienhöhe alleine gibt allerdings keine ausreichende Auskunft über die tatsächlich erfolgte Förderung, aus folgenden Gründen (vTI 2010; Sanders et al. 2011):

- zeitweise Restriktionen in verschiedenen Mitgliedstaaten beim Zugang zum Prämienprogramm (beispielsweise konnten sich in der gegenwärtigen Programmperiode 2007 bis 2013 Ökobetriebe in Ungarn nur 2009 für eine Ökoförderung bewerben und in Griechenland, das die höchsten Prämien aufweist, fanden seit 2007 keine Ausschreibungen für eine Programmbeteiligung statt);
- Einschränkungen durch maximale Prämien pro Betrieb, Prämien Degressionen, maximale Viehbestandsdichte und beihilfeberechtigten Früchten in einzelnen Ländern;
- unterschiedliche zusätzliche Anforderungen in Ergänzung zu den ökologischen Standards;
- verschiedene Wege und Umfang der Unterstützung bei der Zertifizierung, von kostenfreier Zertifizierung (Dänemark) bis zu keiner Beihilfe;
- sehr unterschiedliche Möglichkeiten der Kombination mit anderen Agrarumweltmaßnahmen (On-Top-Prämien).

Im Ergebnis ist keine Bewertung möglich, ob aufgrund der spezifischen Ausgestaltung der Förderung durch die Mitgliedstaaten eine unterschiedliche Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus bewirkt wird.

2. Ausbau der Bioenergieproduktion

2.1 Entwicklungsphasen der Bioenergienutzung

Die Landwirtschaft war zusammen mit dem Wald bis zur Erschließung fossiler Energiequellen im Rahmen der industriellen Revolution der hauptsächliche Energielieferant. Weltweit ist nach wie vor die traditionelle Nutzung der Bioenergie vorherrschend; auf sie entfällt rund 90 Prozent der globalen Bioenergienutzung (TAB 2007; WBGU 2009). Unter traditioneller Biomassenutzung wird der Einsatz von Brennholz, Holzkohle, pflanzlichen Rückständen und Dung zur Erzeugung von Wärme in meist einfachen Verfahren und kleinem Maßstab verstanden. In China und Indien sind außerdem einfache Biogasanlagen im kleinbäuerlichen Bereich von großer Bedeutung (TAB 2001).

Mit der ersten Ölkrise 1973 begann ein neues Interesse an Bioenergie in Industrie- und Schwellenländern. In Brasilien wurde beispielsweise ein Bioethanol-Programm (Proálcool) gestartet, um unabhängiger von Ölimporten zu werden. Die USA führten 1978 Steuerbefreiungen auf Kraftstoffe mit 10 Prozent Ethanolanteil ein, die zu einem rasanten Anstieg der Bioethanolproduktion führten (Beneking 2011, S. 47 f.). Zunehmend setzten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zu modernen Biomassenutzungen in technisch fortschrittlicheren und größeren Biomasseenergieanlagen ein. In Deutschland wurde 1993 auf Initiative der Bundesregierung die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) gegründet mit dem Auftrag, Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte im Bereich nachwachsender Rohstoffe zu koordinieren. Biolandwirte gehörten in Deutschland zu den Pionieren der Biogaserzeugung (Kap. IV.1).

Die Politik zur Förderung der Bioenergie in Deutschland verfolgte in den letzten 2 Jahrzehnten mehrere Ziele, die sich in vier Gruppen zusammenfassen lassen (WB Agrarpolitik 2007, S. 172):

- Schutz des Klimas und der Umwelt,
- Beitrag zur Versorgungssicherheit im Energiebereich,
- Erschließung neuer Einkommensquellen und Schaffung von Arbeitsplätzen in Landwirtschaft und ländlichen Räumen sowie
- technologiepolitische Ziele.

Im Kontext der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU ab 1992 standen zunächst agrarpolitische Ziele im Vordergrund: Im Zuge der Notwendigkeit, die Produktion beträchtlicher Nahrungsmittelüberschüsse mittels der obligatorischen Flächenstilllegung einzuschränken, wurde der Energiepflanzenanbau als alternative Einkommensquelle für die Landwirtschaft gesehen (Gawel/Purkus 2012). In den letzten 10 Jahren traten dann aber Klimaschutz- und energiepolitische Zielsetzungen in den Vordergrund. Die Entwicklung der Bioenergieerzeugung in Deutschland war vor allem ein Effekt politischer Anreizsysteme, wobei es mehrfach Neuausrichtungen der Förderpolitik gegeben hat.

Entwicklung im Bereich Strom und Wärme

Im Strombereich stellt das Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) das zentrale Förderinstrument dar (Kap. II.2.2). Es regelt Netzzugang und Abnahme des produzierten Stroms, sichert Betreibern von erneuerbaren Energieanlagen für 20 Jahre eine technologiespezifische Einspeisevergütung zu und schafft so finanzielle Anreize und Investitionssicherheit. Die Vergütungssätze für Bioenergie hängen von Anlagenleistung, Zeitpunkt der Inbetriebnahme, Brennstoff, Technologie und Wärmeauskopplung ab (Gawel/Purkus 2012). Das EEG hat vor allem zum Ausbau der Biogaserzeugung geführt.

Mit der ersten Novellierung des EEG 2004 wurden die Vergütungssätze angehoben und ein „Nachwachsende-Rohstoffe-Bonus“ (NawaRo-Bonus) eingeführt, der insbesondere den Anbau und Einsatz von Energiepflanzen förderte. Dies beschleunigte den Ausbau der Biogaserzeugung deutlich (Kap. II.2.3). Dabei gewannen Energiepflanzen mit ihrem im Vergleich zu Wirtschaftsdünger höheren Methanausbeuten an Vorzüglichkeit. Dies führte in der Folge zu einem rasanten Anstieg der installierten elektrischen Leistung der Biogasanlagen durch einen zunehmenden Bau großer, auf Basis von Energiepflanzen betriebener Biogasanlagen (Anspach et al. 2011a, S. 19).

Aufgrund stark gestiegener Agrarpreise stagnierte der Anlagenzubau im Jahr 2008. Als Reaktion wurden mit der EEG-Novelle 2009 die Vergütungssätze nochmals angehoben. Dadurch ging dann die Entwicklung der Biogaserzeugung mit neuer Dynamik weiter (DBFZ 2012, S. 84). Durch die Einführung einer höheren Vergütung für kleinere Biogasanlagen verlangsamte sich jedoch der Zuwachs der durchschnittlichen installierten Leistung (Anspach et al. 2011a, S. 19). Außerdem wurde ein Güllebonus eingeführt. Bedingung für den Güllebonus, der dann auf den gesamten erzeugten Strom gewährt wurde, war ein Gülleanteil von jederzeit mindestens 30 Prozent an der Gesamtinputmasse (Kap. II.2.2). Intention war, wieder eine stärkere Nutzung von Wirtschaftsdüngern bei der Biogaserzeugung zu erreichen. Bewirkt wurde aber, dass neue Biogasanlagen insbesondere in viehstarken Veredlungsregionen errichtet wurden, der Silomaisanbau deutlich ausgeweitet wurde und es regional zunehmend zu Flächenkonkurrenzen und steigenden Pachtpreisen kam (Kap. V.1.2).

Schließlich gewann in den letzten Jahren die Aufbereitung von Biogas und seine Einspeisung als Biomethan in das Erdgasnetz an Bedeutung (DBFZ 2012, S. 72 ff.), als Alternative zum Einsatz von Biogas direkt vor Ort in Blockheizkraftwerken zur Erzeugung von Strom und Wärme. Damit kann ein höherer Gesamtnutzungsgrad als bei der Vorortverstromung erzielt werden, wenn über das Erdgasnetz die Verstromung an einem Standort mit hoher Wärmenachfrage erfolgt (Daniel-Gromke et al. 2010). 2011 haben 77 Biogasanlagen ca. 275 Mio. m³ Biomethan in das Erdgasnetz eingespeist. Damit sind erst 4,58 Prozent der Zielsetzung der Bundesregierung, 6 Mrd. m³ Biomethan im Jahr 2020 einzuspeisen, erreicht (Bundesnetzagentur 2012).

Mit der dritten EEG-Novellierung 2011 wurde auf problematische Entwicklungen wie teilweise Überförderung, Dominanz von Silomais bei der Energiepflanzenverwendung und regionale Flächenkonkurrenzen reagiert. Mit dem EEG 2012 wurden die Vergütungssätze abgesenkt, NawaRo- und Güllebonus durch zwei Klassen von Substratbonus (in Abhängigkeit vom Biogasertagspotenzial) ersetzt, Einsatzbegrenzungen für Mais und Getreide eingeführt und eine Sonderkategorie für kleine Hofanlagen mit mindestens 80 Prozent Gülleeinsatz geschaffen (Kap. II.2.2). Damit wird die bisher hohe Wettbewerbsfähigkeit der Biogaserzeugung gegenüber der Nahrungsmittelerzeugung (Kap. V.1.1) reduziert, und es werden Impulse für eine vielfältigere und umweltverträglichere Substratbereitstellung sowie eine stärkere Nutzung von Wirtschaftsdüngern gesetzt.

Mit dem EEG 2012 wurde außerdem der Gasaufbereitungsbonus angehoben und auf größere Nennleistungen erweitert. So wird die Aufbereitung des Biogases zu Biomethan ab 2012 bis zu einer Nennleistung von 700 m³/h (ehemals nur 350 m³/h) sogar mit 0,03 Euro/kWh (ehemals nur 0,02 Euro) gefördert. Bis 1 000 m³/h gibt es 0,02 Euro/kWh und bis 1 400 m³/h zumindest noch 0,01 Euro/kWh (BMU 2012a). Der KWK-Bonus und der Technologiebonus wurden dagegen abgeschafft. Diese Änderungen sollen die Erreichung des Biomethaneinspeziels der Bundesregierung bis 2020 unterstützen.

Zur Wirkung der vielfältigen neuen Regelungen des EEG 2012 liegen noch keine Analysen vor.

Entwicklung im Bereich Kraftstoffe

Im Rahmen der 1992 durchgeführten Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU wurde eine obligatorische Flächenstilllegung als Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen eingeführt. Als Ausnahme war es erlaubt, auf den Stilllegungsflächen nachwachsende Rohstoffe anzubauen. Dies begünstigte auch den Anbau von Biomasse zur Biokraftstoffbereitstellung. Parallel erfolgten in den 1990er Jahren schrittweise die Normierung von reinem Biodiesel und die Freigabe von Dieselfahrzeugen durch führende Pkw-Hersteller. Pflanzenöl und reiner Biodiesel waren von der Mineralölsteuer befreit, was einen ausreichenden Preisabstand zum fossilen Diesel ermöglichte (Beneking 2011, S. 53 ff.). Es begann sich ein weitgehend mittelständischer Nischenmarkt für Pflanzenölkraftstoffe und Biodiesel herauszubilden (Beneking 2011, S. 101).

Mit der 2002 beschlossenen umfassenden Steuerbefreiung für Biokraftstoffe sollte die von der rot-grünen Bundesregierung mit dem EEG eingeleitete Energiewende auf den Kraftstoffbereich ausgeweitet werden. Eine mögliche Überförderung der Biokraftstoffe war allerdings jährlich zu überprüfen (Kap. II.2.2). Parallel dazu wurde auf EU-Ebene eine Strategie zur Förderung von Biokraftstoffen beraten, um die Abhängigkeit von Ölimporten zu verringern und zur Reduktion von Treibhausgasen beizutragen. 2003 wurde die Richtlinie 2003/30/EG zur „Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder an-

deren erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ verabschiedet, die 2 Prozent energetischen Biokraftstoffanteil bis Ende 2005 und 5,75 Prozent bis Ende 2010 festlegte. Außerdem wurde 2003 die Energiesteuerrichtlinie 2003/96/EG beschlossen, die Steuerbegünstigungen und -befreiungen für Biokraftstoffe erlaubte (Beneking 2011, S. 63). Daraufhin setzten in Deutschland ein starker Ausbau der Produktionskapazitäten und des Absatzes vor allem von Biodiesel ein (Kap. II.2.3).

2006 wurde mit dem Biokraftstoffquotengesetz die staatliche Förderpolitik grundlegend verändert. Die Steuerbefreiung wurde in Stufen abgeschafft und durch eine Biokraftstoffquote ersetzt, die die Mineralölwirtschaft dazu verpflichtet, einen gesetzlich bestimmten Mindestanteil an Biokraftstoffen in Verkehr zu bringen (Kap. II.2.2). Anstatt auf die reinen Biokraftstoffe Pflanzenöl, Biodiesel und Bioethanol, die über ein separates Tankstellennetz mittelständischer Unternehmen vertrieben werden, wurde damit auf die bestehenden industriellen Strukturen und Verteilungsnetze gesetzt, mit Unterstützung der Automobil- und Mineralölindustrie. Außerdem war dies eine Reaktion auf die zunehmenden Steuerausfälle, die bei dem steigenden Absatz von Biokraftstoffen durch die Steuerbefreiung eintraten. Die ordnungsrechtliche Quotenregelung hat wie das EEG eine Umlagewirkung, d. h., die höheren Biokraftstoffkosten müssen nun von den Verbrauchern getragen werden (Beneking 2011, S. 103). Während die ursprünglich bis 2009 versprochene Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe der 1. Generation vorzeitig deutlich eingeschränkt wurde, soll die Steuerbefreiung für Biokraftstoffe der 2. Generation bis 2015 fortbestehen.

Als Folge der reduzierten Steuerbegünstigung und der Einführung der Quote kam es zu einer Stagnation der Rapsanbaufläche für Biokraftstoffe. Der kurzzeitige „Boom“ der dezentralen Ölmühlen und des Pflanzenölkraftstoffs brach zusammen. Statt der Verwendung des reinen Biodiesels (vor allem im Transportsektor) wurden im Wesentlichen die Beimischung zu Diesel und eine steigende Bioethanolnachfrage herbeigeführt.

In der EU wurde 2008 mit der Erneuerbaren-Energie-Richtlinie (2009/28/EG) für den Verkehrssektor ein Mindestanteil von 10 Prozent Biokraftstoffen im Jahr 2020 verbindlich festgelegt (EU 2009). Die Bundesregierung beschloss auf ihrer Klausurtagung in Meseberg im August 2007, den Anteil der Biokraftstoffe am gesamten Kraftstoffverbrauch bis 2020 auf 7 Prozent Nettotreibhausgasminderung (entspricht rund 12 Prozent energetisch) zu erhöhen.

Mit der steigenden Energiepflanzenanbaufläche und den ambitionierten Ausbauzielen entwickelte sich eine zunehmende Kritik an der Biokraftstoffpolitik. Wichtige Kritikpunkte sind der zunehmende Flächenbedarf, der geringe Klimaschutzbeitrag und negative Umweltwirkungen sowie eine mögliche Beeinträchtigung der globalen Nahrungsmittelversorgung.

Auf die 2007 und 2008 weltweit stark gestiegenen Agrar- und Nahrungsmittelpreise wurde in den verschiedenen

Bioenergiebereichen mit unterschiedlichen Anpassungen reagiert: Während bei Biogas mit dem EEG 2009 die Vergütungssätze angehoben wurden, wurden bei den Biokraftstoffen die Quotenziele gestreckt. In dem 2009 in Kraft getretenen Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen wurde die mit dem Biokraftstoffquotengesetz getroffene ursprüngliche Quotenregelung korrigiert und festgelegt, dass die Gesamtquote 2009 bei 5,25 und von 2010 bis 2014 bei 6,25 energetischen Prozent liegt. Ab 2015 soll die Quote von der derzeitigen energetischen Bewertung auf die Nettotreibhausgasminde rung als Bezugsgröße umgestellt werden.

Nach einem deutlichen Rückgang von 2007 auf 2008 haben sich in Deutschland der Absatz und der Anteil von Biokraftstoffen am Gesamtkraftstoffverbrauch in den letzten Jahren kaum verändert.

Ausgelöst durch die Diskussionen um die Umwelt-, Sozial- und Klimaverträglichkeit der Biokraftstoffe sind in der EU-Richtlinie zu erneuerbaren Energien (2009/28/EG) Nachhaltigkeitsanforderungen für flüssige Biokraft- und Biobrennstoffe festgelegt worden. Danach müssen sie (gegenüber fossilen Referenzkraftstoffen) zu einer Treibhausgasreduzierung von mindestens 35 Prozent führen, ab 2017 dann von 50 Prozent und für Neuanlagen (nach 2017) von 60 Prozent. Außerdem müssen landwirtschaftliche Rohstoffe zur Herstellung von Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen die EU-Cross-Compliance-Bestimmungen einhalten und dürfen nicht auf Flächen mit hohem Wert für die biologische Vielfalt oder mit hohem Kohlenstoffbestand angebaut werden (TAB 2010, S. 168 ff.). Diese Anforderungen sind durch die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung vom 30. September 2009 und die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung vom 29. Juli 2009 in deutsches Recht umgesetzt worden. Beide Verordnungen gelten sowohl für Biomasse aus Deutschland als auch aus anderen Staaten, wenn eine Anrechnung auf die Biokraftstoffquote bzw. eine steuerliche Ermäßigung oder Vergütung nach dem EEG erfolgen soll.

2.2 Motive, Anreize, Hemmnisse beim Bioenergieausbau

Ohne staatliche Förderung hätten in Deutschland die Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus und die zunehmende Bioenergiebereitstellung so nicht stattgefunden. Die Wirkungen der Förderpolitik, ökonomische Einflüsse sowie weitere fördernde und hemmende Einflüsse sind beim Ausbau der Bioenergieerzeugung eng miteinander verknüpft und werden im Folgenden gemeinsam beschrieben.

Obligatorische Flächenstilllegung

Die Regelung, den Anbau nachwachsender Rohstoffe, also auch von Energiepflanzen, auf obligatorisch stillgelegten Flächen zu erlauben, stellte für Landwirte einen Anreiz dar, den Anbau von Energiepflanzen aufzunehmen, da sie ansonsten den der Flächenstilllegung unterliegenden Anteil ihrer Betriebsfläche nicht wirtschaftlich

nutzen konnten. Dies galt bis zur Aufhebung der obligatorischen Flächenstilllegung im Jahre 2008.

Zusätzlich bestand von 2003 bis 2008 mit der Energiepflanzenprämie eine flächenbezogene Förderung. Die Prämie von 45 Euro/ha wurde für den Anbau von Energiepflanzen auf stillgelegten Flächen gewährt, zunächst bis zu einer Anbauhöchstfläche von 1,5 Mio. ha in der EU-15, ab 2006 bis zu einer Anbauhöchstfläche von 2 Mio. ha in der EU-25.

Diese Anreize konnten allerdings nur insoweit wirksam werden, wie durch verwendungsspezifische Fördermaßnahmen die Konkurrenzfähigkeit gegenüber fossilen Energieträgern hergestellt wurde.

Biokraftstoffe

Die Entwicklung bei den Biokraftstoffen wurde zunächst maßgeblich durch die Steuerbefreiung bestimmt. Daraus resultierte zunächst für reine Biokraftstoffe, ab 2002 durch die Steuerbefreiung auch für die Beimischung von Biokraftstoffen, ein erheblicher finanzieller Anreiz zur Verwendung von Biokraftstoffen, zumal die Mineralölsteuer im Laufe der Zeit schrittweise angehoben wurde (WB Agrarpolitik 2007, S. 122).

Begünstigt wurde dies dadurch, dass beim Anbau von Raps für die Verwendung im Kraftstoffbereich die etablierten landwirtschaftlichen Anbauverfahren aus der Nahrungsmittelproduktion genutzt werden können und in der Regel keine zusätzlichen Investitionen erforderlich sind. Die Ölgewinnung ist aus der Nahrungsmittelherstellung lange bekannt und kann in Ölmühlen genannten Großanlagen vorwiegend über Extraktionsverfahren oder in dezentralen, kleineren Anlagen über (Kalt-)Pressung erfolgen (Beneking 2011, S. 27; TAB 2010, S. 42 f.).

Pflanzenöle als Reinkraftstoffe können allerdings nicht ohne weiteres in normalen Dieselmotoren eingesetzt werden, da bei niedrigen Außentemperaturen Kaltstartprobleme auftreten können. Deshalb müssen Dieselmotoren entsprechend angepasst oder umgerüstet werden. Verschiedene Firmen bieten dazu mittlerweile ausgereifte Technik an. Nicht für alle Motorsysteme ist die Umrüstung aber problemlos zu machen (Beneking 2011, S. 27; TAB 2006, S. 80). Forschungsbedarf gibt es auch heute noch zur technischen Sicherheit bei der Pflanzenölanwendung in Motoren und der Anpassung der umgerüsteten Motoren an die steigenden Anforderungen der EU-Abgasnormen.

Anfang 2004 wurde durch die Deckelung der Dieselerückvergütung in der Landwirtschaft, die steigenden Dieselpreise, die niedrigen Preise für Rapsöl und die Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe ein erheblicher Nachfrageboom bei Pflanzenöl als Treibstoff in der Landwirtschaft und im Speditionsgewerbe ausgelöst. Ebenso stieg die Nachfrage nach Biodiesel als Reinkraftstoff, insbesondere im Transportgewerbe. Im Höchststand wurde Biodiesel an etwa 1 900 öffentlichen Tankstellen angeboten (Lamers 2011, S. 8).

In diesem Zeitraum entstand vor allem in Süddeutschland eine Vielzahl von dezentralen Ölmühen, die überwiegend Rapsöl für den Treibstoffmarkt produzierten und 2006 knapp 17 Prozent der deutschen Rapsproduktion verarbeiteten. Dabei war die gute Vermarktung des Presskuchens als Futterkomponente der entscheidende Aspekt für die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen (Schädlich et al. 2006; Anspach et al. 2011b, S. 35). 58 Prozent des Rapsöls der dezentralen Ölmühen wurde 2005 an die Biodieselindustrie vermarktet, 22 Prozent wurde als Rapsölkraftstoff im eigenen landwirtschaftlichen Betrieb verbraucht oder an Speditionen, andere landwirtschaftliche Unternehmen und Privatkunden abgegeben (Stotz/Remmele 2005, Uhl et al. 2007, Anspach et al. 2011b, S. 35 f.).

Die Einführung von Pflanzenöl als Treibstoff für Traktoren in der Landwirtschaft war verhalten, da die Preisunterschiede erst nach Überschreiten der Literzahl, ab der keine Dieselrückvergütung mehr gezahlt wurde, wirksam wurden und die Produktionskosten in der Landwirtschaft nicht wie bei reinen Fuhrunternehmen von den Kraftstoffkosten dominiert werden. Durch die deutliche Verteuerung von Raps- und anderen Pflanzenölen ab 2007, die Einführung des Biokraftstoffquotengesetzes und die stufenweise Anhebung des Steuersatzes für Biodiesel und Pflanzenöle bis 2012 durch das seit 1. August 2006 gültige Energiesteuergesetz (Anonym 2009) verloren die Reinkraftstoffe (Pflanzenöl und Biodiesel) ihren preislichen Vorteil gegenüber fossilem Diesel. Der Direktabsatz der Ölmühen und der Markt für reinen Biodiesel, insbesondere in das Speditionsgewerbe, brach weitgehend zusammen (Anspach et al. 2011b, S. 35 f.).

Die Erzeugung von Biodiesel durch Umesterung von Pflanzenöl in Pflanzenmethylester ist Stand der Technik. Das größte Wachstum an Biodieselproduktionskapazitäten in der EU fand entlang der Nordsee und den daran angeschlossenen Binnenschiffahrtswegen statt, insbesondere in Belgien, Deutschland, Frankreich und Großbritannien, basierend auf den bestehenden Strukturen der Ölsaatenverarbeitungsindustrie, die ihre Biodieselanlagen direkt neben den Ölmühen aufbauten. Dabei wurden erhebliche Überkapazitäten aufgebaut, sodass die Anlagenauslastung im Jahr 2010 nur noch bei 43 Prozent lag (Lamers 2011, S. 7).

Ohne Steuerbegünstigung war reiner Biodiesel gegenüber fossilem Diesel nicht mehr preislich wettbewerbsfähig. Dies änderte sich auch nicht mit den in letzten Jahren gestiegenen Mineralölpreisen. Denn die Preise von Pflanzenölen auf den globalen Rohstoffmärkten sind oft an die für fossile Brennstoffe geknüpft (Lamers 2011, S. 8). Allgemein wird davon ausgegangen, dass die Preise für Agrarrohstoffe zunehmend an die Entwicklung der Energiepreise gekoppelt sind.

Ab 2007 wurde die Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe, die in Beimischungen eingesetzt werden, vollständig aufgehoben und durch die Beimischungspflicht ersetzt. Die Quoten haben grundsätzlich den Effekt, eine

preisunabhängige Nachfrage nach Biokraftstoffen zu schaffen (Gawel/Purkus 2012). Seit 2007 stieg dementsprechend der Anteil der Beimischung am inländischen Biodieselverbrauch kontinuierlich an und bestimmt nun fast alleine den Verbrauch. 2011 betrug der Beimischungsanteil von Biodiesel in Deutschland 6,7 Prozent (energetisch). Der mögliche Beimischungsanteil ist damit vollständig ausgeschöpft, denn die europäische Norm für Dieselmotoren (EN 590) erlaubt eine Beimischung von maximal 7 Volumenprozent Biodiesel. Weitere Erhöhungen des Biodieselanteils im Dieselmotoren sind außerdem durch motortechnische Anforderungen und Freigabebeschränkungen der Fahrzeughersteller limitiert (UFOP 2011, S. 4 u. 8).

Die Umsteuerung von der steuerlichen Begünstigung hin zur mengenbezogenen Quotenregelung bewirkt bei der zur Beimischung verpflichteten Mineralölwirtschaft einen Anreiz, kostengünstige Biokraftstoffe beizumischen. Dies hat in der EU zu einem steigenden Biodieseleimport vor allem basierend auf Soja- und Palmöl geführt. Während die Biodieselversorgung in den Niederlanden, Großbritannien, Spanien, Portugal und Italien zu großen Teilen aus EU-externen Importen beruht, spielen diese in Deutschland und Frankreich nur eine marginale Rolle. Dieser Unterschied ist durch die nationale Ausgestaltung der Biokraftstoffpolitik bestimmt (Lamers 2011, S. 9 f.).

Unsicher ist, ob die in Deutschland benötigten Biokraftstoffe bzw. die zu ihrer Produktion notwendigen Rohstoffe in Zukunft auch aus Deutschland stammen werden. Die deutsche Nachhaltigkeitsverordnung für Biokraftstoffe schreibt seit 2011 vor, dass alle Biokraftstoffe, die auf das 10 Prozent-Ziel angerechnet werden sollen, spezifische Nachhaltigkeitskriterien erfüllen müssen. Da in Deutschland die Nachhaltigkeitszertifizierung sehr früh eingeführt wurde, kamen die landwirtschaftlichen Rohstoffe für die Biokraftstoffherstellung zunächst vorrangig aus Deutschland. Sobald jedoch auch ausländische Anbieter über Nachhaltigkeitszertifikate verfügen werden, wird der Wettbewerb in erster Linie vom Preis bestimmt (Anspach et al. 2011a, S. 39).

Darüber hinaus wird ab 2017 die mindestens zu erzielende Einsparung von Treibhausgasemissionen gegenüber fossilen Kraftstoffen von derzeit 35 Prozent auf 50 Prozent bzw. für Neuanlagen auf 60 Prozent steigen. Die deutsche Biokraftstoffproduktion auf Basis heimischer Rohstoffe wird deshalb Steigerungen der THG-Einsparpotenziale mit Technologien zu international konkurrenzfähigen Biokraftstoffpreisen realisieren müssen (Anspach et al. 2011a, S. 39 f.).

Anstelle der Beimischung von Biodiesel könnten die Quotenanforderungen von der Mineralölindustrie grundsätzlich auch durch eine Kohydrierung von preisgünstigen Pflanzenölen und fossilem Rohöl in bestehenden Raffinerien erfüllt werden. Nach Einschätzung der Mineralölindustrie ist dieses Verfahren nicht nur kostengünstiger als die separate Biodieselproduktion, sondern führt

auch zu einer Verringerung von Emissionen. Inwieweit von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht wird, hängt von der Weiterentwicklung der politisch definierten Normen ab (Beneking 2011, S. 28; WB Agrarpolitik 2007, S. 125 f.). Schließlich ist die technische Entwicklung zur Herstellung von hydriertem Pflanzenöl (HVO – „hydrogenated vegetable oils“) weit fortgeschritten und erste Produktionskapazitäten werden aufgebaut. Pflanzenöle (z. B. Palmöl) werden dabei nach einer Reinigung in einem Hydrotreatingverfahren zu einem Biokraftstoff verarbeitet, der im Gegensatz zu Biodiesel ohne Änderung der Kraftstoffeigenschaften von Diesel in höheren Anteilen (30 Prozent) beigemischt werden kann (UFOP 2011, S. 15). Diese Entwicklungen könnten den deutschen und europäischen Biodieselmärkte erheblich verändern.

Bioethanol wird in Europa hauptsächlich aus Getreide und Zuckerrüben hergestellt, wohingegen in Brasilien Zuckerrohr und in den USA Mais als Rohstoff dienen. Die Technologien zur Herstellung von Bioethanol aus zucker- und stärkehaltigen Pflanzen sind nahezu ausgereift, Optimierungspotenziale gibt es noch bei der Herstellung und Nutzung der Kopplungsprodukte (TAB 2006, S. 84 ff.). Bioethanol wird seit 2005 industriell in Deutschland produziert. Mit der Quotenregelung ist der Bioethanolverbrauch in Deutschland angestiegen, auf 1,24 Mio. t im Jahr 2011. Dabei hat eine Verschiebung von Bio-ETBE (Ethyltertiärbutylether) zu Direktbeimischung von Bioethanol in Superkraftstoffe stattgefunden. Die Produktionskapazitäten sind in deutlich stärkerem Maße ausgebaut worden, als die Nachfrage nach in Deutschland erzeugtem Bioethanol angestiegen ist, sodass die Anlagenauslastung schlecht ist (BDBe 2012; VDB 2012).

Der Rückgang der Bioethanolproduktion aus Zuckerrüben von 2010 auf 2011 zeigt, dass bei hohen Weltmarktpreisen von Zucker die Attraktivität des Absatzes in den Nahrungsmittelsektor ansteigt und es zu Verschiebungen in der Rohstoffbasis der Bioethanolherzeugung kommt (BDBe 2012).

Der steigende Import von Bioethanol trotz des hohen EU-Außenschutzes auf Ethanol wird auf Billigimporte aus den USA zurückgeführt (BDBe 2012). Bedeutend günstiger als in Europa kann Bioethanol auch in Brasilien aus Zuckerrohr aufgrund der klimatischen Bedingungen und niedriger Produktionskosten (Boden, Arbeit) hergestellt werden. Außerdem weist Zuckerrohrbioethanol eine wesentlich bessere CO₂-Bilanz auf, soweit keine indirekten Landnutzungsänderungen auftreten. Eine starke Verlagerung der Bioethanolproduktion ins Ausland wird durch den hohen EU-Einfuhrzoll von 0,192 Euro/l für nichtvergälltes Bioethanol verhindert (WB Agrarpolitik 2007, S. 138 f.).

Von Seiten der Verbraucher ist eine Akzeptanz von Biokraftstoffen nicht automatisch gegeben, selbst wenn diese konventionellen Kraftstoffe lediglich beigemischt werden. Ein Beispiel hierfür ist die verhaltene Reaktion auf die Einführung von E10, d. h. die Beimischung von

10 Prozent Bioethanol zu Benzin, die 2011 in Deutschland im Rahmen der Umsetzung der EU-Biokraftstoffrichtlinie erfolgte. Bioethanol weist trotz chemischer Übereinstimmung mit fossilem Ethanol andere physikalische Eigenschaften auf, die zu Verunsicherungen bezüglich Motorverträglichkeit und letztendlich zu Akzeptanzproblemen des Kraftstoffs geführt haben. Es haben jedoch nicht nur die Unsicherheiten, sondern auch eine fehlende Einstimmung der Öffentlichkeit auf die Einführung, Informationsmängel und fehlende Aufklärung dazu beigetragen, dass der E10-Kraftstoff in der Bevölkerung nur wenig Anklang gefunden hat (Spiegel 2011).

Unsicherheiten bestehen schließlich hinsichtlich des zukünftigen Verwendungsumfangs von Biokraftstoffen der 1. Generation (Biodiesel und Bioethanol), da diese möglicherweise durch neue Biokraftstoffe wie „biomass to liquid“ (BtL), Zelluloseethanol oder Biomethan aus Biogas sowie neue Antriebstechnologien und Fahrzeugkonzepte wie Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeuge ersetzt werden. Experten gehen zwar davon aus, dass die bisherigen Biokraftstoffe den Hauptanteil erbringen werden, um bis 2020 einen Anteil von 10 Prozent erneuerbarer Energien im Verkehrssektor zu erreichen; dennoch kann eine zunehmende Verfügbarkeit von alternativen Technologien die Bedeutung von Biokraftstoffen der 1. Generation abschwächen (Anspach et al. 2011a, S. 36 f.).

Biogas

Mit den Vergütungsregelungen des EEG 2004 und 2009 hatte die Biogaserzeugung eine hohe Wirtschaftlichkeit und stellte deshalb eine attraktive Option der Betriebsentwicklung dar (Kap. V.1.1). Strom aus Biogas ist dabei nur mit EEG-Förderung wettbewerbsfähig, da der mit Biogas erzeugte Strom derzeit im Vergleich zu Strom aus Kohle- oder Gaskraftwerken um durchschnittlich 0,14 Euro/kWh teurer ist. Bei den hohen Weltmarktpreisen für pflanzliche Erzeugnisse 2007/2008 und abermals 2010/2011 ließ sich allerdings trotz hoher EEG-Förderung mit herkömmlicher Agrarproduktion eine vergleichbare Grundrente wie mit der Biogaserzeugung erzielen, sodass Biogasanlagen nicht oder nur knapp wettbewerbsfähig gegenüber der Nahrungsmittelerzeugung waren (WB Agrarpolitik 2011, S. 4 f.).

Mit den hohen Zubauraten der letzten Jahre hat sich die Biogastechnologie weiterentwickelt, sodass technische Hemmnisse keine wesentliche Rolle mehr spielen. Verbesserungspotenzial besteht noch hinsichtlich der eingesetzten Komponenten und der Prozessführung. Außerdem hat sich der Kenntnisstand der Planer und der am Anlagenbau Beteiligten wesentlich erhöht (FFU 2007, S. 144). In Teilsegmenten der Stromerzeugung aus Biogas hat es deutliche Effizienzsteigerungen gegeben, wie bei der Züchtung ertragsstarker Maissorten und dem Wirkungsgrad der Motoren. Die Auswirkungen auf die Bereitstellungskosten der Energie waren jedoch begrenzt, weil die Kostenersparnis durch Preissteigerungen für Substrate und zusätzliche Kosten durch steigende Anforderungen an die Anlagen neutralisiert wurden. Damit ist keine Kos-

tensenkung ersichtlich, wie sie bei der Wind- und Solarenergie eingetreten ist (WB Agrarpolitik 2011, S. 9 f.).

Ein Einstieg in die Biogaserzeugung erfordert erhebliche Investitionen und bedeutet eine längerfristige Festlegung in der Betriebsentwicklung. Dies stellt eine ähnlich grundsätzliche Entscheidung des Landwirts wie die Umstellung auf ökologischen Landbau (Kap. III.1.2) dar, allerdings mit höherer Investitionssicherheit durch die für 20 Jahre garantierte EEG-Vergütung. Die Biogaserzeugung und -nutzung ist in den letzten Jahren auch für außerlandwirtschaftliche Investoren interessant gewesen.

Eine schlechte wirtschaftliche Lage von landwirtschaftlichen Betrieben (z. B. geringe Rentabilität, geringes Eigenkapital) kann Investitionen in eine Biogasanlage verhindern. Weiterhin ist die Betriebsgröße ein entscheidender Faktor für die Biogasnutzung, da durch die Tierbestände und Flächenausstattung die Anlagengröße und damit die Wirtschaftlichkeit stark beeinflusst wird (FFU 2007, S. 144). Die Wärmenutzung durch innerbetriebliche Abwärmenutzung oder externe Wärmeabnehmer hat ebenfalls Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage. Zunehmend kommt es lokal zu Akzeptanzproblemen bei nichtlandwirtschaftlichen Nachbarn, beispielsweise aufgrund des Transportaufwandes.

Eine Befragung von Landwirten vor allem in Nordwestdeutschland zeigt, dass Landwirte (insbesondere in Intensivregionen), die eine zunehmende Konkurrenz zwischen Biogas- und Nahrungsmittelerzeugung und steigende Flächenknappheit wahrnehmen, eher nicht in die Biogaserzeugung investieren. Fördernd auf den Einstieg in die Biogasproduktion wirken eine positive Meinung bezüglich Biogas im näheren Umfeld des Landwirts sowie eine hohe Zufriedenheit mit der ökonomischen Situation des Betriebes. Betriebsexterne Faktoren überlagern persönliche Präferenzen wie Technikaffinität, Umweltbewusstsein und Risikobereitschaft (Granoszewski et al. 2011).

Mit den rechtlichen Rahmenbedingungen des EEG 2012 werden voraussichtlich vor allem kleine Güllebiogasanlagen von Interesse sein. Um die gesetzlichen Anforderungen für diese Anlagen zu erfüllen, werden allerdings große Mengen Wirtschaftsdünger und dementsprechend große Viehbestände benötigt. Ob die Neugestaltung des Gasaufbereitungsbonus ausreicht, um einen Investitionsanreiz für größere Biogasanlagen zur Gasaufbereitung und -einspeisung zu realisieren, ist unsicher. Derzeit kann nicht abgeschätzt werden, ob dieser Anlagentyp aufgrund des Investitions- und Flächenbedarfs von Landwirten oder Gemeinschaften von Landwirten in den westlichen Bundesländern realisiert werden wird (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen 2012).

IV. Integration von Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau

Betrachtet man die beiden Ziele der Bundesregierung, in Zukunft sowohl den Anteil des ökologischen Landbaus an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche als auch den

Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch zu erhöhen, so stellt sich die Frage, inwieweit diese beiden Ziele gleichzeitig erreicht werden können und ob sich Konkurrenzen oder aber auch Synergieeffekte bei der Zielerreichung ergeben. Das folgende Kapitel beschäftigt sich damit, mögliche Anknüpfungspunkte zwischen Bioenergieerzeugung und ökologischem Landbau zu identifizieren. Im Anschluss daran befasst sich Kapitel V mit möglichen Konkurrenzen und Zielkonflikten zwischen den beiden Entwicklungen.

Da der Biogaserzeugung primäre Bedeutung für den ökologischen Landbau zukommt, bildet sie den Schwerpunkt der folgenden Darstellung. Ferner werden die Pflanzenöl- und Biokraftstoffproduktion sowie die Agrarholzerzeugung betrachtet. Zunächst werden Entwicklung und Stand der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau skizziert. Anschließend werden mögliche Integrationspotenziale der genannten Bioenergiepfade in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren wie Anbausysteme, Pflanzenarten und innerbetriebliche Rahmenbedingungen betrachtet. Danach werden die zu erwartenden positiven und negativen Auswirkungen der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau diskutiert. Dabei liegt das Augenmerk auf pflanzenbaulichen Chancen und Risiken sowie auf der Bereitstellung von Umweltleistungen und innerbetrieblichen Effekten. Abschließend wird abgeschätzt, welchen Beitrag der ökologische Landbau unter Berücksichtigung von Realisierungsproblemen zur Bioenergiebereitstellung leisten kann.

1. Entwicklung und Stand verschiedener Bioenergiepfade im ökologischen Landbau

Im Folgenden wird ein Überblick gegeben, welche Varianten der Bioenergieerzeugung aktuell eine Rolle in der ökologischen Landwirtschaft spielen und wie ihre bisherige Entwicklung war. Dabei wird auf die Biogaserzeugung, die Pflanzenöl- und Biokraftstoffproduktion und die Agrarholzerzeugung als relevante Entwicklungen im ökologischen Landbau eingegangen. Weitere denkbare Bioenergeträger werden nicht behandelt, da diese entweder für das System des Ökolandbaus in Deutschland keine Bedeutung haben (z. B. Bioethanol) oder die jeweiligen Technologien noch nicht so weit entwickelt und in ihren Auswirkungen nicht abschätzbar sind (z. B. BTL-Kraftstoffe) (Anspach et al. 2011b, S. 6).

1.1 Entwicklung und Stand der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau

Ökologischer Landbau als Pionier der Bioenergieerzeugung

Betriebe des ökologischen Landbaus zählten zu den Pionieren in der Weiterentwicklung der Biogastechnologie. Im Zeitraum von 1984 bis 1995, in der Biogasanlagen in Deutschland vermehrt entstanden, waren Biolandwirte vor allem in Süddeutschland beteiligt. In den Jahren 1990 und 1991 wurde der Bestand an Biogasanlagen in Deutschland auf ca. 100 geschätzt, von denen ca. 70 Anlagen auf

ökologisch wirtschaftenden Betrieben vermutet wurden. Die Ziele dieser ökologisch wirtschaftenden Betriebe aus der Pionierzeit waren neben der Energieautarkie auch das Bestreben, Nährstoffkreisläufe noch besser zu schließen bzw. eine Düngeraufwertung von Wirtschaftsdünger aus der betriebseigenen Tierhaltung zu erreichen (Lerf/Lerf 2000; Müller 1993).

Technisch gesehen waren die ersten Biogasanlagen mehr oder weniger „Bastellösungen“, die ständig durch handwerklich geschickte Landwirte angepasst wurden. Die Anlagengrößen waren auf Leistungen zwischen 10 bis 30 kW_{el} ausgelegt. Oftmals wurde ein umgebauter Motor eingesetzt, um Strom und Wärme zu erzeugen, teilweise wurde das Biogas direkt für die Verbrennung zur Wärme-gewinnung genutzt. Gewinnerzielungsabsichten standen in der Regel bei den Landwirten nicht im Vordergrund.

Vorangetrieben wurde die Entwicklung der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau vor allem im nördlichen Baden-Württemberg durch zwei Zusammenschlüsse, in denen sich hauptsächlich ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter engagierten: die Bauernschule Hohenlohe in Kirchberg-Weckelweiler und die Biogasgruppe im Bundschuh-Verband. Diese Aktivitäten mündeten in den frühen 1990er Jahren in der Gründung des Fachverbands Biogas e.V., der seine Geschäftsstelle in den Räumen der Bauernschule in Weckelweiler einrichtete (Dörrie 2009).

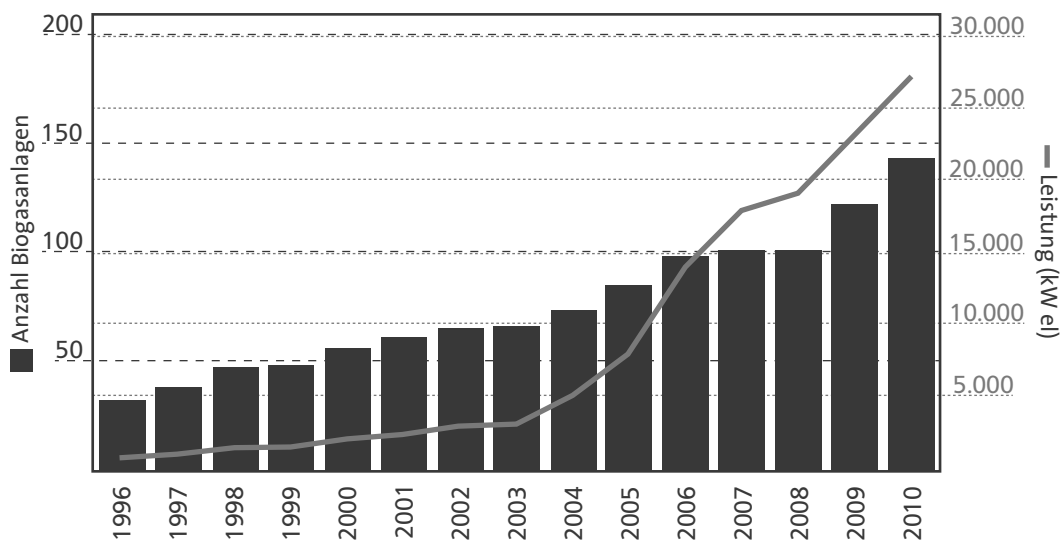
Aktueller Stand der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau

Der Status quo der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau wurde im Rahmen von drei umfangreichen Untersuchungen an der Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, 2007, 2009 und 2011 wissenschaftlich analysiert (Bio-Biogasmonitoring). Dabei wurde in Kooperation mit den Verbänden des ökologischen Landbaus eine Vollerhebung aller Biogasanlagen auf ökologischen Betrieben in Deutschland angestrebt. Es ist allerdings von einer nicht unerheblichen Dunkelziffer auszugehen, gerade bei nicht verbandsgebundenen Betrieben, die rund die Hälfte aller ökologisch wirtschaftenden Betriebe in Deutschland ausmachen (Kap. II.1.3). Der tatsächliche Bestand an Biogasanlagen wird deshalb um mindestens 20 Prozent höher eingeschätzt (Anspach et al. 2011b, S. 17 ff.).

Derzeit gibt es schätzungsweise 160 bis 180 Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben mit einer installierten elektrischen Gesamtleistung von etwa 34 bis 38 MW. Dies entspricht einem Anteil von knapp 3 Prozent aller Biogasanlagen in Deutschland. Die Biogaserzeugung auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben hat eine zunehmende Bedeutung (Abb. IV.1) (Anspach et al. 2011b, S. 17).

Abbildung IV.1

Entwicklung der Zahl und der installierten Leistung von Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland



* vorläufige Schätzung

Quelle: Anspach et al. 2011c, nach Anspach et al. 2011b, S. 18

Über 30 Prozent der untersuchten Betriebe errichteten die erste Biogasanlage bereits vor 1998. Der erste Biogasboom nach der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) im April 2000 ist an ökologisch wirtschaftenden Betrieben weitgehend vorbei gegangen. Maßgeblich ausgelöst durch die Novellierung des EEG im Jahr 2004 hat in den letzten Jahren die Bedeutung der Biogaserzeugung auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben deutlich zugenommen (Anspach et al. 2011b, S. 18).

Die durchschnittliche Biogasanlage auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb hatte 2011 eine mittlere *installierte Nennleistung* von knapp 200 kW_{el} gegenüber 66 kW_{el} im Jahr 2004. Diese Entwicklung beruht einerseits auf der steigenden durchschnittlichen Leistung der Neuanlagen seit 2004, die mittlerweile bei 240 kW_{el} liegt. Andererseits wird die Biogaserzeugung in den Kleinstanlagen der Pioniere zunehmend aufgegeben. Von 2008 bis 2010 wurden mindestens acht Biogasanlagen auf ökologischen Betrieben mit einer mittleren Leistung von ca. 30 kW_{el} stillgelegt. Dennoch ist die Hälfte aller Bio-Biogasanlagen in den Größenklassen bis 150 kW_{el} zu finden. Immer noch rund 30 Prozent sind Kleinstanlagen bis 50 kW_{el}. Allerdings stellen diese Kleinstanlagen nur noch 4 Prozent der gesamten im Ökolandbau installierten Leistung. 2011 wurden fast 45 Prozent des erzeugten Stroms von Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von 500 kW_{el} oder mehr produziert (Anspach et al. 2011b, S. 19 u. 22).

Die geografische Verteilung der Biogasanlagen zeigt deutlich regionale Cluster mit einer vergleichsweise hohen Dichte an Biogasanlagen (Abb. IV.2) (Anspach et al. 2011b, S. 20 f.):

- Region Hohenlohe/Schwäbisch Hall bis in die Gegend um Ulm (Baden-Württemberg),
- Region Westallgäu um Ravensburg/Biberach (Baden-Württemberg),
- Landkreis Waldshut bzw. auf der westlichen Schwäbischen Alb (Baden-Württemberg),
- Region Ostallgäu/Schongau (Bayern),
- Region um Landshut/Dingolfing (Bayern),
- Region Wendland (Niedersachsen).

Die Betriebsausrichtung der ökologisch wirtschaftenden Betriebe mit Biogasanlage umfasst drei Kategorien (Anspach et al. 2011b, S. 22):

- Rund 38 Prozent sind Gemischtbetriebe,
- rund 30 Prozent sind Futterbaubetriebe, vor allem mit Milchviehhaltung,
- rund 10 Prozent sind Ackerbaubetriebe (vielfach Kooperationen verschiedener Ackerbaubetriebe, zum Teil mit Einbindung viehhaltender Betriebe).

Die mittlere Betriebsgröße beträgt 215 ha und liegt damit viermal höher als die Fläche, die der Durchschnitt der Ökobetriebe in Deutschland bewirtschaftet. Allerdings wird der Gesamtdurchschnitt stark beeinflusst durch sechs Betriebe (mit durchschnittlich 1 338 ha LF). Während sich bei den Betrieben mit einem Viehbesatz bis 99 GV viele Biogasanlagen finden, die fast ausschließlich auf Basis von Wirtschaftsdüngern betrieben werden, ist bei den Betrieben über 100 GV die Kofermentation von Energiepflanzen üblich (Anspach et al. 2011b, S. 23 u. 25). Die *Viehhaltungsintensität* der untersuchten Betriebe liegt bei durchschnittlich 0,9 GV/ha und setzt sich vor allem aus Rindergroßvieheinheiten zusammen. Mittlere bis hohe betriebliche Viehdichten wirken sich positiv auf die Entscheidung zum Bau einer Biogasanlage aus (Anspach et al. 2011b, S. 24).

Der durchschnittliche *Substratmix* einer Bio-Biogasanlage besteht aus (Anspach et al. 2011b, S. 25):

- 55 Prozent Wirtschaftsdünger (inklusive Stroh und Silageabraum),
- 21 Prozent Klee gras- und Grassilage,
- 17 Prozent Maissilage,
- 3 Prozent Getreideganzpflanzensilage (kurz: Getreide-GPS),
- 1,5 Prozent Getreidekorn (inklusive Getreideabfälle),
- 2 Prozent andere Substrate wie Sudangras, Hirse und Sonnenblumen.

Bei kleinen Bio-Biogasanlagen bis 50 kW_{el} dominieren Wirtschaftsdünger mit 80 Prozent die Substratzusammensetzung. Wirtschaftsdünger haben auch bei Bio-Biogasanlagen bis zu 150 kW_{el} einen Anteil am Substratmix von knapp 50 Prozent. Die relative Bedeutung von Wirtschaftsdüngern sinkt und die Bedeutung von Klee gras, Grassilage und Maissilage steigt mit der Größe der installierten Leistung. Aufgrund mangelnder Verfügbarkeit sehr großer Mengen an Klee gras und Grassilagen verringert sich deren Anteil bei ökologisch geführten Biogasanlagen über 500 kW_{el} von 31 auf 24 Prozent. Bei Bio-Biogasanlagen über 500 kW_{el} nimmt Maissilage mit durchschnittlich 44 Prozent den Hauptanteil am Substratmix ein (Tab. IV.1).

Die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau zeichnet sich grundsätzlich durch die hohe Bedeutung von Klee gras- und Grünlandsilagen aus. Die Entwicklung geht dahin, dass auch große Biogasanlagen versuchen, die Anteile von Grassilage in ihrem Substratmix zu erhöhen. Bei Klee gras handelt es sich im ökologischen Landbau um ein im Vergleich zum konventionellen Anbau günstiges Substrat, da der Klee grasanbau systemimmanent für ökologisch wirtschaftende Betriebe ist (zu Zwecken der Stickstofffixierung, Beikrautregulierung etc.) (Anspach et al. 2011b, S. 25 u. 27).

Abbildung IV.2

Regionale Clusterbildung und Verteilung der Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland



Quelle: Anspach et al. 2011c, nach Anspach et al. 2011b, S. 21

Tabelle IV.1

Durchschnittlicher Substratmix von Bio-Biogasanlagen

Substratkategorien	durchschnittlicher Anteil am Substratmix (in Prozent)			
	Anlagenleistung bis 50 kW _{el}	Anlagenleistung 51–150 kW _{el}	Anlagenleistung 151–499 kW _{el}	Anlagenleistung ab 500 kW _{el}
Wirtschaftsdünger, Futterreste, Silageabraum	87,3	49,7	37,5	23,3
Grassilage und Klee gras	6,8	27,8	30,6	24,2
Maissilage	3,1	13,5	23,2	44,0
Getreide-GPS	0,0	4,8	4,8	2,6
Getreidekorn inkl. Mais	1,8	0,5	1,0	3,7
sonstiges	1,0	3,6	1,9	2,5

Quelle: Anspach et al. 2011c, nach Anspach et al. 2011b, S. 25

Da im ökologischen Landbau über zwei Drittel des Substratmix bereits vorhandene Substrate wie Wirtschaftsdünger, betriebliche Reststoffe, Klee gras- und Grünlandsilagen ausmachen, steht die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau im Vergleich zur konventionellen Biogaserzeugung aus Energiepflanzen deutlich weniger in Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung (Anspach et al. 2011b, S. 67).

In konventionellen Biogasanlagen ist das am häufigste verwendete Substrat Maissilage, die rund 50 Prozent der eingesetzten Substrate ausmacht. Neben Mais kommen als Energiepflanzen lediglich noch Grassilage, Körnergetreide und Getreide-GPS zum Einsatz. Die Substratversorgung ist bei konventionellen Biogasanlagen im Vergleich zu ökologisch geführten Anlagen demnach sehr einseitig und alternative Kulturen wie Sonnenblumen, Sudangras und Zuckerhirse spielen in der Praxis keine Rolle. Auch die Bedeutung von Wirtschaftsdünger als Substrat nimmt in der konventionellen Biogaserzeugung stetig ab. Nur noch ein Viertel der Anlagen setzt mehr als 50 Prozent Wirtschaftsdünger ein, bereits 15 Prozent werden ganz ohne Wirtschaftsdünger betrieben (Anspach et al. 2011b, S. 26).

Der *Zukauf konventioneller Substrate* für die Biogaserzeugung hat für viele ökologisch wirtschaftende Betriebe eine große Bedeutung. Viele Biogasanlagen können nicht auf Basis hofeigener Substrate ausgelastet werden, teilweise werden diese auch mit benachbarten Betrieben geplant und mit den Substraten der Partnerbetriebe beschickt. Das Substrat dient neben der Energieerzeugung vor allem dem Nährstoffimport bzw. der Erhöhung des Düngensiveaus im Betrieb. Die EU-Ökoverordnung gestattet eine Ausbringung der Gärreste aus betriebsfremden Ausgangsstoffen bis zu einer Grenze von 170 kg N pro ha und Jahr, wobei dieser Grenzwert nur für Wirtschaftsdünger gilt. Die Anbauverbände Bioland und Naturland vertreten strengere Richtlinien und gestatten eine Gärrestausbringung bis zu einer Grenze von 40 kg N pro ha und Jahr, wobei zusätzlich die Grenzen für den gesamten Düngereinsatz zu beachten sind (Anspach et al. 2011b, S. 41).

In mehr als der Hälfte der Bio-Biogasanlagen werden auch konventionell erzeugte Substrate eingesetzt. Betrachtet man die elektrische Nennleistung, dann stammen sogar 77 Prozent der Leistung von Betrieben, die neben ökologischen auch konventionelle Substrate einsetzen. Insgesamt hat die Vergärung konventioneller Substrate in den vergangenen Jahren an Stellenwert gewonnen und wird überwiegend in mittelgroßen und großen Biogasanlagen praktiziert (Anspach et al. 2011b, S. 41 f.).

Im Rahmen des Bio-Biogasmonitorings 2009 (Anspach/Möller 2009) wurde ermittelt, dass die durchschnittliche *Stromerzeugung* von Bio-Biogasanlagen 2009 bei 6 037 kWh je kW_{el} lag, leicht unter der durchschnittlichen Stromerzeugung konventioneller Anlagen. Die maximale theoretische Auslastung einer Biogasanlage beträgt 8 760 Volllaststunden (kWh) je kW_{el} installierte Leistung und Jahr. In betriebswirtschaftlichen Kalkulationen und Ökobilanzierungen wird in der Regel von einer weitge-

henden Auslastung von Biogasanlagen ausgegangen. Die einzelnen Bio-Biogasanlagen zeigen sehr große Spannweiten in der eingespeisten Stromerzeugung. Bei kleinen Biogasanlagen mit bis zu 150 kW_{el} Leistung war die durchschnittliche Stromerzeugung mit 3 430 kWh je kW_{el} deutlich geringer als bei mittleren und großen Biogasanlagen, jedoch spielt bei kleinen Anlagen die Eigennutzung des erzeugten Stroms eine bedeutende Rolle. Die gesamte Stromerzeugung der Biogasanlagen auf ökologisch geführten Betrieben kann auf Basis der im Rahmen des Bio-Biogasmonitoring erhobenen Daten auf 220 Mio. kWh geschätzt werden (Anspach et al. 2011b, S. 28).

Durchschnittlich werden bei Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben fast 50 Prozent der Abwärme genutzt. Bei kleinen und mittleren Anlagen ist die durchschnittliche Quote für die *Abwärmenutzung* besonders hoch, bei steigender Größe der Biogasanlage sinkt diese Quote. Bezogen auf die Gesamtabwärmenutzung dominieren mit einem Anteil von 83 Prozent der genutzten Abwärme innerbetriebliche Lösungen. Bei mittleren und großen Biogasanlagen steigt der Anteil externer Wärmenutzungspfade deutlich an. Die Nutzung der Wärme zur Beheizung und Warmwasserbereitstellung von Wohnhäusern hat im Allgemeinen die größte Bedeutung. Weitere Wärmenutzungspfade im ökologischen Landbau sind: Trocknung von Getreide, Heu, Scheitholz, Hack-schnitzeln, Kräutern; handwerkliche Verarbeitung von landwirtschaftlichen Produkten (Käserei, Bäckerei, Metzgerei); Gewächshausheizung, Kartoffelvorkeimung, Kartoffellagerkühlung und Schweinestallbeheizung. Zu externen Wärmenutzungen gehören die Beheizung von öffentlichen Einrichtungen, die Belieferung von Stadtwerken mit Nahwärme und die Lieferung von Abwärme an privatwirtschaftliche Großabnehmer (Anspach et al. 2011b, S. 29 f.).

Die *Wirtschaftlichkeit* von Biogasanlagen ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, die zum Großteil für ökologisch und konventionell betriebene Biogasanlagen ähnlich oder gleich sind. Der wichtigste Unterschied besteht in der Substratzusammensetzung. Die Kosten für die Substraterzeugung im ökologischen Landbau (Klee gras- und Grassilage) sind im Vergleich zu Maissilage aufgrund der mehrmaligen Ernte und des geringeren Methanbildungspotenzials energetisch betrachtet deutlich höher. Zudem ergeben sich durch den Einsatz dieser Substrate höhere Kosten im Betrieb der Biogasanlage (Wartung, Reparaturen, Stromverbrauch) und bei den Investitionen, denn für faserige Substrate werden beispielsweise leistungsstärkere Rührwerke benötigt.

Eine Modellrechnung nach Anspach et al. (2011b) zeigt, dass sowohl konventionelle als auch ökologische Biogasanlagen wirtschaftlich betrieben werden können. Die ökologische Biogasanlage kann jedoch aufgrund der höheren Substratkosten, der höheren laufenden Kosten und der geringeren Auslastung nur einen jährlichen Gewinn von 21 000 Euro im Vergleich zu einem Gewinn von 54 000 Euro bei der konventionellen Biogaserzeugung, erzielen. Die Mehrkosten für den Einsatz von im Anbau

ökologisch nachhaltigen Substraten (z. B. Grassilage, Zwischenfrüchte) und hinsichtlich potenzieller Klimagas-einsparungen sinnvollen Substratzusammensetzungen (hoher Wirtschaftsdüngeranteil) werden noch nicht ausreichend im Rahmen des EEG-Gesetzes honoriert. Ergäben sich für Ökobetriebe durch den Betrieb einer Biogasanlage neben der Energieerzeugung nicht auch noch weitere innerbetriebliche Leistungen, so wäre dieser aus betriebswirtschaftlicher Sicht kaum empfehlenswert (Anspach et al. 2011b, S. 31 f.).

Debatte der Anbauverbände um die Biogaserzeugung

Die Potenziale der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau werden zwischen den Organisationen und Verbänden des Ökolandbaus kontrovers diskutiert. Nachfolgend werden die Positionen und Beschlussfassungen der drei größten Bioverbände Bioland, Naturland und Demeter zur Biogaserzeugung dargestellt. Diese Vorgaben betreffen etwa die Hälfte aller Biobetriebe in Deutschland. Die andere Hälfte der Betriebe gehört keinem Anbauverband an und verpflichtet sich lediglich zur Einhaltung der Bestimmungen der EU-Öko-Verordnung, die keine Aussagen zu Biogasanlagen beinhaltet (Anspach et al. 2011b, S. 7).

Bei *Bioland* wird die Biogasfrage seit 2005 behandelt. Zunächst wurde die Biogasnutzung ggf. auch mit konventionellen Kofermentanteilen befürwortet, da der Nutzen durch die regenerative Energiegewinnung hoch bewertet wurde. Ein erstes Biolandmerkblatt für den Betrieb von Biogasanlagen vom Januar 2005 erlaubte den Zukauf von konventionellen Pflanzenaufwüchsen für die energetische Verwendung in Biogasanlagen auf Biolandbetrieben und die anschließende Verwendung der entstandenen Gärreste auf Biolandflächen (Anspach et al. 2011b, S. 7).

In den folgenden Jahren kam es zu kontroversen Diskussionen. Einerseits wurde vertreten, dass durch die Mitvergärung von konventionellen Kofermenten zu viele Stoffe aus der konventionellen Landwirtschaft auf Biolandflächen geraten, wenn die Gärreste als Dünger ausgebracht werden. Beim Einsatz von konventionellen Substraten handele es sich vor allem um konventionellen Maisanbau mit entsprechenden Auswirkungen auf Fruchtfolgen und Bodenfruchtbarkeit. Andererseits wurde in den Diskussionen darauf verwiesen, dass die Regelung insofern sinnvoll sei, da nur die ohnehin als Düngemittel erlaubten Stoffe für die Mitvergärung zugelassen waren und zusätzlich die Mengenbegrenzungen die Düngung mit Gärresten beschränkten.

Dies führte 2009 zur aktuellen Beschlussfassung, die folgende Regelungen zur Biogaserzeugung in Biolandbetrieben beinhaltet (Anspach et al. 2011b, S. 9 f.):

- Ziel ist, dass Biolandbetriebe Energie effizient einsetzen und ein hoher Anteil dieser Energie aus erneuerbaren Quellen stammt.
- Für Biogasanlagen auf Biolandbetrieben und Gemeinschaftsanlagen, an denen Biolandbetriebe beteiligt sind, gilt das Ziel, ausschließlich Fermentationsstoffe zu vergären, die aus biologischer Erzeugung stammen.

- Biogasanlagen auf Biolandbetrieben müssen durch ein Wärmenutzungskonzept und andere Maßnahmen einen möglichst hohen energetischen Gesamtwirkungsgrad aufweisen. Anzustreben ist ein Wirkungsgrad von mindestens 70 Prozent.

- *Anforderungen für Biogasanlagen, die bereits vor dem 1. Mai 2009 auf Biolandbetrieben geführt werden:*

- Es müssen mindestens 70 Prozent der Fermentationsstoffe aus biologischer Erzeugung stammen. Weitere Fermentationsstoffe müssen im Anhang (zugelassene Bodenverbesserungs- und Düngemittel sowie Substratbestandteile) aufgeführt sein.

- Für bestehende Anlagen kann durch Bioland eine Übergangsfrist für die Verwendung von weniger als 70 Prozent biologische Fermentationsstoffe genehmigt werden.

- Die Betriebe hatten bis 31. Dezember 2010 einen individuellen Maßnahmenplan zu erstellen, um den Anteil an konventionellen Fermentationsstoffen in kontinuierlichen Schritten überprüfbar zu reduzieren.

- *Anforderungen für neue Biogasanlagen auf Biolandbetrieben (ab 1. Mai 2009):*

- Mindestens 70 Prozent der Fermentationsstoffe müssen aus biologischer Erzeugung stammen. Weitere Fermentationsstoffe müssen im Anhang (zugelassene Bodenverbesserungs- und Düngemittel sowie Substratbestandteile) aufgeführt sein.

- Die Betriebe müssen einen individuellen Maßnahmenplan erstellen, aus dem ersichtlich ist, dass der Anteil an konventionellen Fermentationsstoffen ab 1. Januar 2020 auf 0 Prozent reduziert werden soll (diese Regelung wird spätestens 2015 überprüfbar).

- Für Gemeinschaftsanlagen, an denen sich ein Biolandbetrieb ab dem 1. Mai 2009 beteiligt, gelten die Regelungen für neue Anlagen auf dem Biolandbetrieb.

- *Anforderungen für die Verwendung von Gärresten als Dünger:*

- Gärreste dürfen nur dann auf Biolandflächen ausgebracht werden, wenn alle Fermentationsstoffe, die in den letzten 6 Monaten vor der Ausbringung in den Fermenter eingebracht worden sind, im Anhang (zugelassene Bodenverbesserungs- und Düngemittel sowie Substratbestandteile) aufgeführt sind.

- Gärreste aus Anlagen auf dem eigenen Betrieb können als Dünger ausgebracht werden, wobei zugekaufte Fermentationsstoffe in die Berechnung der zugelassenen Nährstoffmengen einbezogen werden müssen und hierdurch begrenzt sind.

- Für Gärreste aus Gemeinschaftsanlagen, an denen der Biolandbetrieb beteiligt ist, gilt: Biolandbetriebe dürfen die äquivalente Nährstoffmenge, die sie in die Anlage hineingegeben haben, als Gär-

reste zurücknehmen und auf ihre Betriebsflächen ausbringen. Zusätzliche Nährstoffmengen sind unter Beachtung der generellen Begrenzung der zugelassenen Zukaufnährstoffmengen einsetzbar.

- Wurden in den letzten 6 Monaten vor der Ausbringung weniger als 70 Prozent ökologisch erzeugte Fermentationsstoffe eingesetzt, kann die äquivalente Nährstoffmenge, maximal jedoch 0,5 DE/ha, als Gärrest ausgebracht werden, ebenfalls unter Beachtung der generellen Begrenzung der zugelassenen Zukaufnährstoffmengen.

Beim Anbauverband *Naturland* verlief die Entwicklung zur Biogasfrage ebenfalls seit 2005 stufenweise über mehrere Beschlussfassungen der Verbandsgremien. Auch hier gestalteten sich die Diskussionen schwierig. Einerseits wollte man die positiven Aspekte der Entwicklung nicht verbauen, andererseits wollte man keine Risiken für Glaubwürdigkeit und Image eingehen. Aus dem internen Diskussionsprozess heraus wurde eine Regelung gefunden, die bis Dezember 2010 Gültigkeit besaß: Biogasanlagen auf Naturland-Betrieben durften maximal 50 Prozent konventionelles Substrat (inklusive Silomais) einsetzen und die Rücknahme von Biogasgärresten aus konventionellen Anlagen, die teilweise von Naturland-Betrieben mit Substrat beliefert werden, wurde auf 0,5 DE konventionelle Biogasgülle/ha begrenzt, unabhängig von der gelieferten Substratmenge, allerdings nur aus reinen NawaRo-Anlagen ohne Einsatz von GVO oder konventioneller Gülle (Anspach et al. 2011b, S. 11).

Im März 2010 wurde eine Arbeitsgruppe damit beauftragt, den Themenkomplex Biogas der Naturland-Richtlinie zu überarbeiten, da die bestehende Regelung als nicht mehr zeitgemäß empfunden wurde. Die Arbeitsgruppe erhielt zudem den Auftrag, die gesteckten Ziele zu begleiten und gegebenenfalls an aktuelle Erkenntnisse aus Praxis, Wissenschaft und Forschung anzupassen. Auf Grundlage der Ergebnisse der Arbeitsgruppe wurden nach intensiven Diskussionen folgende Eckpunkte der Naturland-Biogas-Richtlinien von der Delegiertenversammlung festgelegt, die in konkrete Richtlinien überführt und im Mai 2011 verabschiedet wurden (Anspach et al. 2011b, S. 11 f.):

- *Für Biogasanlagen auf Naturland-Betrieben:*
 - Ab 1. August 2012: Reduzierung der pflanzlichen Produkte aus konventionellem Anbau auf 30 Prozent mit Ausnahme von Gras und Klee gras (nicht gedüngt und nicht gespritzt)
 - Ziel bis 1. Januar 2020: Reduzierung der pflanzlichen Produkte aus konventionellem Anbau auf 0 Prozent mit Ausnahme von Gras und Klee gras (nicht gedüngt und nicht gespritzt)
- *Für die Rücknahme von Biogasgärresten aus konventionellen Anlagen, die teilweise von Naturland-Betrieben mit Substrat beliefert werden:*
 - Ziel ist es, die Gärrestrücknahme an den Substratinput in die Biogasanlage zu koppeln. Für die Berechnung wird der Standardstickstoffgehalt des

Substrats und des Gärrestes herangezogen (N-Äquivalent).

- Ab Verabschiedung des neuen Richtlinien texts: Begrenzung der Gärrestrücknahme auf das N-Äquivalent des Substratinputs plus maximal 30 Prozent. Ab 1. Januar 2013: Begrenzung der Gärrestrücknahme auf das N-Äquivalent des Substratinputs plus maximal 15 Prozent. Ab 1. Januar 2017: Begrenzung der Gärrestrücknahme auf das N-Äquivalent des Substratinputs.
- Für den Zeitraum ab dem 1. Januar 2020 soll die Delegiertenversammlung im Zusammenhang mit dem Zukauf anderer alternativer Dünger prüfen, wie mit der Biogasgülle aus konventionellen Biogasanlagen umgegangen werden soll.

Beim Verband *Demeter* ist eine ablehnende Haltung bzw. Skepsis gegenüber dem Einsatz von Biogasgärsubstrat festzustellen. Die Skepsis begründet sich vor allem darauf, dass es zur Wirkung des Gärrestes von Biogas auf die Bodenfruchtbarkeit keine einzige Untersuchung gebe (Olbrich-Majer 2006). Der Autor erklärt, dass es eine Vielzahl an Vergärungstechniken und einsetzbaren Stoffen wie die Optimierung des Gärvorgangs durch biologisch-dynamische Präparate gebe, deren Auswirkungen auf die Qualität von Boden und Lebensmitteln aber noch untersucht werden müsste. Scheller (2006) argumentiert, dass durch die Vergärung organischen Düngern energiereiche Verbindungen entzogen werden, die zum Ausbau der Bodenfruchtbarkeit und als Grundlage für die Lebensmittelqualität im biodynamischen Konzept benötigt werden. Seiner Argumentation nach entstünde ein Ammoniumdünger, der für Ökobetriebe nicht geeignet sei, da er die Bodenfruchtbarkeit nicht fördere und triebig wirke. Auch der Humusaufbau bliebe aus, weil sich die Aminosäurezusammensetzung von Gülle und Mist durch die Vergärung verändere. Für Betriebe mit bereits bestehender Biogasanlage empfiehlt Scheller zum einen die Aufbereitung der Biogasgülle. Zum anderen sollte eine strenge Trennung der Fruchtfolge und der Flächen erfolgen, sodass nur die Flächen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe Biogasgülle und Flächen für Marktfrüchte nur Rindermist, aber keine Gärreste erhielten (Anspach et al. 2011b, S. 12 f.).

In den Demeter-Richtlinien wird das Thema Biogas wie folgt beschrieben (Anspach et al. 2011b, S. 12):

- „Es gibt Anzeichen dafür, dass die Bildekkräfte, die Rudolf Steiner im 8. Vortrag des Landwirtschaftlichen Kurses als ›Ich-Anlage‹ bezeichnet, bei der Vergärung in der Biogasanlage nicht im Dünger gehalten werden können und somit als Wirkung verlorengehen. Dies wirkt der Bildung eines geschlossenen Betriebsorganismus entgegen. Außerdem wirkt die fermentierte Gülle ähnlich den Mineraldüngern (leicht löslich; Primingeffekt). Deshalb kann die Biogasgewinnung aus Stalldünger für Demeter-Betriebe nicht empfohlen werden.“
- „Mindestens zwei Drittel (jeweils durchgängig bezogen auf Trockenmasse) der zu vergärenden Substrate

müssen aus dem Demeter-Betrieb selbst oder aus einer Betriebskooperation gemäß Abschnitt ‚Betriebskooperationen‘ ... stammen.“

- „Die Einfuhr von (zulässigen) Kosubstraten ist auf ein Drittel der zu fermentierenden Stoffe beschränkt. ... Die Stickstoffmenge betriebsfremder Dünger und Kosubstrate zusammen darf 40 kg N/ha nicht überschreiten. Die biologisch-dynamischen Kompostpräparate sind bei der Fermentation im Gärraum oder vor der Vergärung einzusetzen.“

1.2 Entwicklung und Stand der Pflanzenölerzeugung und Biokraftstoffe im ökologischen Landbau

Ökologisch erzeugtes Speiseöl wie auch Presskuchen aus der Ölgewinnung sind wichtige und hochpreisige Produkte auf dem ökologischen Lebens- und Futtermittelmarkt. In Deutschland wurden 2007 auf 11 009 ha (2,7 Prozent des ökologischen Ackerlandes) Ölfrüchte angebaut, meist Raps (mit einem Anteil von 68 Prozent der „Ölfruchtfläche“). 85 Prozent der ökologisch erzeugten Ölfrüchte finden sich in Betrieben mit einer Flächenausstattung von mehr als 100 ha. Im ökologischen Landbau sind je nach vorherrschenden Klimabedingungen Raps, Rübsen, Sonnenblume, Lein, Soja, Baumwolle, Saflor, Leindotter und Ölkürbis von Anbaubedeutung. Raps und Rübsen haben in Deutschland aufgrund des hohen Schädlingsdrucks ein sehr hohes Anbaurisiko im ökologischen Landbau. Es werden niedrige Erträge von 0,5 bis 3 t/ha erzielt. Bei Sonnenblumen kann grundsätzlich ein höheres Ertragsniveau von 2 bis 4 t/ha realisiert werden (Anspach et al. 2011b, S. 34; Mazzoncini et al. 2006; Reinbrecht/Claupain 2004; SMUL 2010).

Neben den Reinanbauverfahren werden auch Mischanbauverfahren praktiziert, bei denen das Anbaurisiko im ökologischen Landbau abgemildert wird und gleichzeitig Lebensmittel (in Hauptkultur), Pflanzenöl und Futtermittel (Presskuchen der Ölpflanzen) produziert werden. Aus diesem Vorgehen resultieren eine effizientere Flächenausnutzung und geringere Flächenkonkurrenzen zwischen Nahrungs- und Energiepflanzen (Paulsen et al. 2007). Für dieses Anbauverfahren besonders geeignet ist Leindotter, der meist im Mischanbau mit Erbsen oder Weizen kultiviert wird. Mischfruchtanbausysteme dieser Art sind aufgrund der begleitenden Wirkungen wie Unkrautunterdrückung (Paulsen et al. 2007; Saucke/Ackermann 2005) und Produktivitätssteigerungen für den ökologischen Landbau besonders interessant (Anspach et al. 2011b, S. 34).

Während der ökologische Ölpflanzenanbau aufgrund des Bedarfs an hochwertigen ökologisch erzeugten Futtermitteln in Europa weiter zunehmen wird (Zollitsch et al. 2004), hat die Nutzung ökologisch erzeugter Pflanzenöle zu energetischen Zwecken derzeit nur eine untergeordnete Bedeutung (Anspach et al. 2011b, S. 37). Zwar wurde 2004 durch die Deckelung der Dieselrückvergütung in der Landwirtschaft, die steigenden Dieselpreise, die niedrigen Preise für Rapsöl und die Steuerbegünstigung für Biokraftstoffe ein erheblicher Nachfrageboom

bei Pflanzenöl als Treibstoff in der Landwirtschaft und im Speditionsgewerbe ausgelöst, die Verteuerung von Raps- und anderen Pflanzenölen auf dem Markt, die Einführung des Biokraftstoffquotengesetzes, die stufenweise Anhebung des Steuersatzes für Biodiesel und Pflanzenöle bis 2012 und letztendlich auch die mit der Nutzung von reinem Pflanzenöl als Kraftstoff verbundenen technischen Risiken (Motorverträglichkeit) haben jedoch dazu geführt, dass der Direktabsatz von Pflanzenölen als Biokraftstoff weitgehend zusammengebrochen ist (Anspach et al. 2011b, S. 35 f.; Kap. III.2).

Die Nutzung von Pflanzenöl und Biodiesel aus ökologischen Linien wird bisher im ökologischen Landbau nur in geringem Umfang diskutiert (Müller 2008). Ökologisch geführte Betriebe sind jedoch grundsätzlich daran interessiert, rein ökologische Stoffflüsse zu realisieren, wie sie bei der Pflanzenölproduktion durch die Erzeugung ökologischen Pflanzenöls in dezentralen Ölmühlen, die Nutzung des Presskuchens in der Tierhaltung und die Produktion von eigenen Pflanzenölen für die Nahrungsmittel-, Futtermittel- und Biokraftstoffschiene gegeben wären. Ökobetriebe wären dazu bereit, bei zuverlässigen steuerlichen Rahmenbedingungen z. B. in Pflanzenöltechnologie bei Traktoren zu investieren (Anspach et al. 2011b, S. 37).

1.3 Entwicklung und Stand der Agrarholzerzeugung im ökologischen Landbau

Mit der Wärmeerzeugung und Biokraftstoffherstellung der 2. Generation (BtL-Kraftstoffe) wird für die Energieholzproduktion eine steigende Bedeutung erwartet. Der Bedarf an Holz soll in Zukunft verstärkt über Kurzumtriebsplantagen (KUP) gedeckt werden. Dabei werden schnellwachsende Baumarten wie Pappel, Weide oder Robinie als Dauerkultur auf einer Ackerfläche angebaut und in kurzen Intervallen von 2 bis 10 Jahren geerntet. Für den ökologischen Anbau empfiehlt Joergensen et al. (2005) den Anbau von Erlen, da diese mithilfe eines Bakteriums Stickstoff aus der Luft binden können (Anspach et al. 2011b, S. 38). Zur Stickstofffixierung bieten sich auch Kleeuntersaaten an. Aufgrund der langen Nutzungsdauer von maximal 20 Jahren werden die Produktionsfaktoren Kapital und Boden langfristig gebunden.

Obwohl zu KUP bereits seit einigen Jahren Forschung betrieben wird, spielt die Agrarholzerzeugung sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Landbau derzeit keine nennenswerte Rolle. Die Anbaufläche in Deutschland beläuft sich schätzungsweise auf 4 000 bis 5 000 ha (Agra-Europe 2010), für den Ökolandbau existieren keine gesonderten Daten. Gründe für die untergeordnete Rolle von KUP werden in Informationsmängeln zum Anbau und in Unsicherheiten bei der wirtschaftlichen Bewertung von KUP gesehen (Anspach et al. 2011b, S. 37 f.).

Die Begründung einer Energieholzplantage ist mit hohen Investitionskosten von über 2 000 Euro/ha verbunden, die zum Großteil auf den Erwerb der Stecklinge entfallen. Besonders im Anbaujahr ist es für die spätere Ertragsleistung einer Plantage wichtig, dass die Kultur unkrautfrei

gehalten wird. Im konventionellen Landbau werden Totalherbizide eingesetzt, bei ökologischer Bewirtschaftung gibt es bisher keine Erfahrungen zu Unkrautbekämpfungsmaßnahmen bei KUP (Paulsen 2008).

Verschiedene Studien gehen bei Pappelhybriden von einem durchschnittlichen Ertragsniveau von $10 t_{\text{atro}}/\text{ha}$ und Jahr auf mittleren Standorten und $12 t_{\text{atro}}/\text{ha}$ und Jahr auf besseren Standorten aus (Boelcke 2006; Hofmann 2009; Schweinle et al. 2007; Wagner et al. 2009; Zeller et al. 2009). Weiden, Espen und Erlen haben ein niedrigeres Ertragsniveau. Das angenommene Preisniveau für Hackschnittel variiert zwischen $65 \text{ Euro}/t_{\text{atro}}$ und $85 \text{ Euro}/t_{\text{atro}}$. Auf mittleren Standorten werden je nach Kostenrechnungsart negative oder nur geringfügig positive Gewinne bzw. Deckungsbeiträge im Bereich von $50 \text{ Euro}/\text{ha}$ und Jahr erwirtschaftet. Hofmann (2009) führt an, dass auf einem mittleren Standort mit der Fruchtfolge Winterweizen–Winterraps–Wintergerste ein durchschnittlicher jährlicher Deckungsbeitrag in Höhe von $130 \text{ Euro}/\text{ha}$ erwirtschaftet werden kann (Anspach et al. 2011b, S. 38). Geht man davon aus, dass die Wertschöpfung auf ökologisch bewirtschafteten Flächen wesentlich höher ausfällt, ist die Produktion von Energieholz mittels KUP nicht konkurrenzfähig. Deswegen wird aktuell vor allem die Möglichkeit des Anbaus auf „Grenzstandorten“ diskutiert. Nach Murach et al. (2008) wären Agrarholzplantagen besonders auf ertragsschwachen Standorten bzw. Gebieten mit einem geringen Besatz an Landschaftselementen interessant. Darüber hinaus kann Energieholz nicht nur in Form einer Plantage, sondern auch als Agroforstsystem und auf Splitterflächen eines Betriebes angebaut werden (Vetter/Bärwolff 2010).

Neben Informationslücken und fehlender Wirtschaftlichkeit sind der lange Investitionszeitraum, die in manchen Bundesländern fehlende Förderfähigkeit von Agrarholzanbau in Ökolandbaubetrieben und die langfristige Flächenbindung und -pachtung mögliche Hemmnisse für die Etablierung von Energieholzplantagen.

2. Potenziale der Integration

Das Potenzial zur Integration von Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Wahl des Anbausystems und der Pflanzenarten, aber auch die innerbetrieblichen Rahmenbedingungen spielen dabei eine wichtige Rolle. Im Folgenden wird das Potenzial zur Integration von Biogaserzeugung, Pflanzenölerzeugung und Agrarholzerzeugung in den ökologischen Landbau in Abhängigkeit dieser Faktoren näher betrachtet.

2.1 Besondere Stellung der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau

Das Potenzial zur Integration von Bioenergieerzeugung und Energiepflanzennutzung in den ökologischen Landbau ist in besonderem Maße bei der Biogaserzeugung gegeben. Aus verschiedenen Gründen besteht ein direkter Zusammenhang zwischen ökologischem Landbau und Biogaserzeugung. Wie zuvor bereits skizziert, zählten

Betriebe des ökologischen Landbaus zu den Pionieren in der Weiterentwicklung der Biogastechnologie (Kap. IV.1.1). Dementsprechend spielten Biogasanlagen in der Geschichte und Tradition des ökologischen Landbaus eine bedeutende Rolle. Des Weiteren werden im ökologischen Landbau zu Zwecken der Stickstoffversorgung, Bodenverbesserung und Beikrautregulierung Leguminosengemenge wie Klee gras kultiviert, die wiederum in Biogasanlagen eingesetzt werden können. Diese Bestände haben im ökologischen Landbau die Aufgabe, für die nachfolgenden Hauptkulturen zur Nahrungsmittelerzeugung optimale Wachstumsbedingungen zu schaffen. Ein Stickstoffzukauf ist nur begrenzt möglich und teurer als im konventionellen Landbau. Der Anbau von Leguminosengemengen in Hauptkulturstellung bzw. als Zwischenfrucht bildet einen essenziellen Bestandteil ökologischer Fruchtfolgen (Anspach et al. 2011b, S. 53).

Wenn der Aufwuchs von Leguminosengemengen in Biogasanlagen als Substrat genutzt wird, bleiben die in den Pflanzen gebundenen Nährstoffe mit Ausnahme gasförmiger Verluste bei Lagerung und Ausbringung (ca. 10 bis 15 Prozent) bei der Biogaserzeugung nahezu vollständig erhalten und können als Gärreste den Folgekulturen wieder zur Verfügung gestellt werden (Anspach et al. 2011b, S. 53 u. 58).

Befragungen im Rahmen des Bio-Biogasmonitoring 2009 haben ergeben, dass 73 Prozent der befragten Landwirte seit Umstellung der Düngung auf die Nutzung von Gärresten Ertragssteigerungen feststellen konnten. Von den untersuchten Betrieben gaben 39 Prozent an, auch Qualitätsverbesserungen im Marktfrucht- und Futterbau festzustellen. Zu den am häufigsten genannten Qualitätseffekten gehörten die Erhöhung des Proteingehalts im Getreide und damit eine höhere Backqualität und ein besserer Marktpreis für das Getreide, eine bessere Abreife von Getreide und Kartoffeln sowie dichtere und qualitativ hochwertigere Grünlandbestände (bei Futterbaubetrieben) (Anspach et al. 2011b, S. 61 ff.). Nach Erhebungen von Anspach/Möller (2009) werden für Weizen, Mais und Grünland Ertragssteigerungen von mehr als 20 Prozent angenommen, auch bei anderen Kulturen liegen die prozentualen Ertragszuwächse im zweistelligen Bereich (Anspach et al. 2011b, S. 70). Hinsichtlich des Humusaufbaus bei Gärrestdüngung besteht in der Wissenschaft jedoch ein uneinheitliches Meinungsbild, was weitere Untersuchungen notwendig macht (Anspach et al. 2011b, S. 73).

Nichtsdestotrotz passt die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau, weil regenerative Energieerzeugung sehr gut zum Grundgedanken geschlossener Nährstoffkreisläufe und einer umweltgerechten ökologischen Landwirtschaft passt (Anspach et al. 2011b, S. 58). Zudem ist sie auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen attraktiv.

Wichtig ist, dass bei der Erzeugung von Bioenergieträgern nicht andere Prinzipien der ökologischen Landwirtschaft missachtet werden. Zum Beispiel erscheint eine Fixierung auf Mais als Energiepflanze mit ökologisch negativen Auswirkungen wie Bodenerosion und Nährstoffauswaschung unvereinbar mit dem ökologischen Land-

bau (Graß 2008). Auch der Einsatz von Substraten konventioneller Herkunft ist aufgrund der Steigerung des betrieblichen Nährstoffniveaus und auch der Gefahr einer Verunreinigung solcher Substrate mit gentechnisch veränderten Organismen kritisch zu beurteilen (Anspach et al. 2011b, S. 58).

Grundvoraussetzungen für die Integration von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung

Die Bewertung von Chancen und Risiken, die sich für bzw. durch eine Ausdehnung der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau ergeben, sind vom Anbauverfahren und dem Betriebstyp abhängig. Die Auswirkungen der Biogaserzeugung auf die Umweltleistungen des ökologischen Landbaus werden insbesondere durch das pflanzenbauliche Management und die Fruchtfolgegestaltung der Energiepflanzen bestimmt (Anspach et al. 2011b, S. 52). Es ergeben sich je nach Art der Tierhaltung bzw. der viehlosen Betriebsführung grundlegend andere Voraussetzungen für die Biogaserzeugung.

Bei den Anbauverfahren kann zwischen drei Vorgehensweisen der Biomassebereitstellung zur Biogaserzeugung unterschieden werden (Anspach et al. 2011b, S. 52f):

- Anbau von C-4-Pflanzen wie Mais oder Hirse in Hauptkulturstellung;
- Anbau von ein- oder mehrjährigen Leguminosengemengen in Hauptkulturstellung;
- Anbau von Zwischenfrüchten oder Zweitkulturen mit dem Hauptziel der Stickstofffixierung, Bodenverbesserung und Beikrautunterdrückung sowie des Boden-, Wasser- und Klimaschutzes und dem Nebenziel, die Bestände für die Biogaserzeugung zu beernten.

Bei den Betriebstypen können drei Referenzsysteme ökologischer Betriebsführung unterschieden werden (Anspach et al. 2011b, S. 54):

- Gemischtbetriebe mit Ackerbau und Milchvieh-, Mutterkuh- oder Rinderhaltung mit mindestens 20 Prozent Klee gras in Hauptkulturstellung als Tierfutter;
- Ackerbaubetriebe mit Schweinen, Geflügel oder ohne Tierhaltung mit verstärktem Anbau von Körnerleguminosen, Anbau von Zwischenfrüchten zur Gründüngung und häufigem Zukauf zugelassener Stickstoffdünger oder Futtermittel;
- Ackerbaubetriebe mit optimierten Umweltleistungen mit oder ohne Tierhaltung mit intensivem Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten sowie mindestens 20 Prozent Klee gras oder anderen Körnerleguminosengemengen zur Stickstoffversorgung und Beikrautregulierung.

2.2 Potenziale von Anbausystemen und Energiepflanzen zur Biogaserzeugung

Im ökologischen Landbau werden Biogasanlagen in erster Linie mit Gras-, Klee gras-, Mais- und Getreideganzpflanzensilagen betrieben (Anspach/Möller 2009). Die

Substrate können auch aus konventionellen Anbausystemen stammen, insofern die zulässigen Gesamtdüngemengen nicht überschritten werden oder nach den Vorgaben des ökologischen Landbaus erzeugt worden sind (Kap. IV.1.1). Mit Ausnahme von Klee gras steht der Reinanbau der Kulturen im Vordergrund (Anspach et al. 2011b, S. 54).

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist zu erwarten, dass sich der ökologische Landbau vor dem Hintergrund einer angestrebten 100-prozentigen Beschickung der Biogasanlagen mit Substraten aus dem ökologischen Landbau vermehrt alternativen Anbausystemen und Pflanzenarten annehmen wird (Anspach et al. 2011b, S. 57). Zwar ist die Tendenz für den Anbau von Mais auch im ökologischen Landbau leicht steigend. Der Ökomaisanteil betrug in Deutschland 2009 aber nur 0,6 Prozent an der Gesamtanbaufläche von Mais (Schmidt/Burger 2010). Aufgrund der geringeren Ertragserwartung, der höheren pflanzenbaulichen Anforderungen und höheren Kosten ist das Risiko eines betriebswirtschaftlich motivierten Maisanbaus in Monokultur im ökologischen Landbau deutlich geringer als bei konventioneller Betriebsführung. Außerdem sind andere Anbauverfahren wie z. B. Mischkulturen oder Untersaaten und andere Kulturarten viel eher konkurrenzfähig als bei konventioneller Betriebsweise (Anspach et al. 2011b, S. 58).

Für viehlose Betriebe und Betriebe ohne Rinderhaltung besonders hervorzuheben ist die Nutzung mehrjähriger Futterbaukulturen, die es durch die Verwertung dieser Kulturen in einer Biogasanlage ermöglicht, z. B. Leguminosen-Gras-Gemenge in die Fruchtfolgen zu integrieren, vielfältige ackerbauliche Vorteile zu nutzen (wie die Verbesserung des Pflanzenwachstums und des Bodenlebens) und über das Gärsubstrat eine flexible zusätzlich einsetzbare Nährstoffquelle zu erhalten. Somit werden Synergieeffekte mit anderen Betriebszweigen geschaffen und dem Betrieb erweiterte Handlungsmöglichkeiten eröffnet (Anspach et al. 2011b, S. 58).

Für Betriebe mit ökologischer Tierhaltung ist der Einsatz von Wirtschaftsdüngern aus der Tierhaltung (Gülle und Festmist) in Biogasanlagen eine attraktive Option. Bereits heute hat die Wirtschaftsdüngerverwertung in Biogasanlagen in der ökologischen Landwirtschaft einen deutlich höheren Anteil als in der konventionellen Landwirtschaft. Viele ökologisch bewirtschaftete Biogasbetriebe haben einen höheren Anteil an Wirtschaftsdüngern eingesetzt als die im EEG 2009 für den Erhalt des Güllebonus notwendigen 30 Prozent Frischmasseanteil am Substrat (Anspach et al. 2011b, S. 59). Die Verwertung von Wirtschaftsdüngern zur Biogaserzeugung ist aus Sicht des ökologischen Landbaus positiv zu bewerten. Gründe hierfür sind die zentrale Bedeutung des Wirtschaftsdüngers für eine ausreichende und ausgewogene Fruchtbarkeit im Ackerbau sowie die kostenfreie Verfügbarkeit, während konventionelle Zukaufsubstrate teuer sind und für sie Nutzungseinschränkungen gelten. Außerdem werden mit Wirtschaftsdüngervergärung Optimierungspotenziale beim Klimaschutz erschlossen (Anspach et al. 2011b, S. 59).

Im Folgenden werden die Potenziale alternativer Anbausysteme und geeigneter Energiepflanzen für die Verwertung in Biogasanlagen diskutiert.

Zwischenfrüchte

Der Vorteil von Zwischenfrüchten besteht im Mehrfachnutzen ihrer Kultivierung. Der Zwischenfruchtanbau dient neben der Verwertung des Aufwuchses in der Biogaserzeugung auch dem Grundwasserschutz, da die Vegetation im Herbst überschüssige Stickstoffmengen aufnimmt und somit vor Auswaschung in das Grundwasser schützen kann (Anspach et al. 2011b, S. 55). Der Anbau von Mischkulturen erscheint hinsichtlich Artenvielfalt und Ertragssteigerung besonders interessant. Für die Nutzung von Zwischenfrüchten in der Biogaserzeugung spricht des Weiteren, dass Hauptkulturen weiterhin uneingeschränkt für die Nahrungsmittelproduktion genutzt und zusätzlich Verbesserungen der Umwelt- und Klimaverträglichkeit erreicht werden können (Hofer et al. 2010; Möller et al. 2006). Zwischenfrüchte spielen bei der Biogaserzeugung zurzeit nur eine untergeordnete Rolle. Dies ist bedingt durch die geringe Rentabilität aufgrund der teilweise niedrigen flächenbezogenen Erntemengen und den daraus resultierenden hohen Erntekosten (Anspach et al. 2011b, S. 55). Es wird jedoch für die Zukunft ein steigendes Potenzial der Zwischenfrüchte als Biomassesubstrat erwartet (Aigner et al. 2008; Koch 2009; Laurenz 2009; Laurenz 2010; Neff 2007; Raser et al. 2009; Szerencsits 2010).

Mischfruchtanbau

Der Mischfruchtanbau bietet sich besonders für die Biogaserzeugung an, da die Gemenge hierbei nach der Ernte nicht aufwändig getrennt werden müssen, sondern gemeinsam siliert und vergoren werden können. Mischfruchtbestände zeichnen sich durch eine höhere Artenvielfalt, oftmals höhere Erträge und eine höhere Ertragsstabilität aus. Beispiele für Mischfruchtbestände sind das im ökologischen Landbau ohnehin verbreitete Kleegras, Wintererbsen-Roggen-Gemenge oder Mais-Sonnenblumen-Gemenge. Angesichts der zunehmenden Witterungsrisiken kann der Mischfruchtanbau zukünftig an Bedeutung gewinnen (Graß/Scheffer 2005; Graß et al. 2009; TAB 2005). Die Kombination von Mischfruchtpartnern mit unterschiedlichen klimatischen Ansprüchen ist bei Zwischenfrüchten besonders sinnvoll, weil diese an den „Rändern“ der Vegetationsperiode stehen und unpassende Witterungsbedingungen nicht kompensieren können (Koch 2009).

Untersaaten

Untersaaten, z. B. in Getreide, haben den Vorteil, dass sie nur eine kurze Zeitspanne für die Ertragsbildung benötigen und sowohl die Bereitstellung von Biogassubstrat nach einer späten Ernte des Getreides als auch den Anbau von Winterungen für die Nahrungsmittelerzeugung nach ihrer Ernte ermöglichen. Als Untersaaten haben sich bis-

her Leguminosen- und Gräserarten bewährt (Lütke-Entrup/Hötte 2008; Möller et al. 2005; Möller et al. 2006; Szerencsits 2010).

Dauerkulturen

Vorteile der Dauerkulturen bestehen in der ganzjährigen Bodenbedeckung, dem ganzjährigen Nährstoffentzug und bei entsprechender Pflanzenartenwahl in hohen Erträgen sowie niedrigen Kosten, da nach der Bestandsetablierung in den Folgejahren keine Kosten für Bodenbearbeitung und Aussaat entstehen. Als Anbaupflanze derzeit im Gespräch ist die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), die in ersten mehrjährigen Anbauversuchen dem Silomais vergleichbare und teilweise sogar ihm überlegene Erträge erzielte (Anspach et al. 2011b, S. 57).

Innovative Anbausysteme

Innovative Anbausysteme gewinnen angesichts der in Zukunft zunehmenden Witterungsrisiken an Bedeutung, um Umweltgefährdungen zu vermeiden und eine höhere Ertragsstabilität zu erreichen. Ein solches Anbausystem stellt z. B. das Zweikulturnutzungssystem dar (Graß/Scheffer 2005; Stülpnagel et al. 2008), das durch den kombinierten Anbau einer Winter- und einer Sommerkultur innerhalb 1 Jahres einen ganzjährigen Bewuchs ermöglicht. Bei entsprechender Standorteignung können hohe Erträge unter effektiver Nutzung der Winterfeuchte bei ganzjährigem Bodenschutz und Nährstoffentzug erzielt werden. Allerdings ist der Anbau in einem Zweikulturnutzungssystem nur bei ausreichender Wasserversorgung und genügend langer Vegetationsperiode möglich. Diese Faktoren sind abhängig vom Standort und der zu kultivierenden Art zu beurteilen (Anspach et al. 2011b, S. 56).

In diesem Zusammenhang ist auch der verstärkte Einsatz von winterharten Kulturen zu nennen, um die höhere Winterfeuchte effektiv zur Ertragsbildung zu nutzen. Neben verschiedenen Getreidearten kommen winterharte Körnerleguminosen, Wintererbsen, Gräser und bei rechtzeitiger Aussaat auch verschiedene Kleearten infrage (Anspach et al. 2011b, S. 56).

Neue Energiepflanzen

Sonnenblumen, Hirse und Sudangras könnten in ihrer Bedeutung zukünftig zunehmen, da sie geringere Wasseransprüche als beispielsweise Mais besitzen und so bei trockeneren Bedingungen eine höhere Ertragsstabilität aufweisen. Vor allem angesichts des zu erwartenden Klimawandels ist diese Eigenschaft von besonderem Interesse. Derzeit finden Züchtungsversuche statt, um regional angepasste Sorten zu erhalten, sodass in Zukunft vermehrt Sorten dieser Pflanzenarten zur Verfügung stehen werden (Fiedler et al. 2010). Der Mischkulturanbau mit Mais ist möglich. Bei Sonnenblumen wird der Mischungspartner primär als Stützfrucht benötigt, um die Ernte der schweren Sonnenblumenköpfe zu erleichtern.

Grünland

Die Nutzung extensiver Grünlandbestände wird angesichts des Rückgangs der Tierhaltung in peripheren Regionen und aufgrund ausbleibender Konkurrenzsituationen mit der Nahrungsmittelproduktion immer interessanter. Extensive Grünlandbestände sind jedoch aufgrund des hohen Ligningehalts für die Vergärung in Biogasanlagen nur bedingt geeignet. Lignin wird während des Biogasprozesses nicht abgebaut, dies führt zu geringeren Energieausbeuten. Es befinden sich innovative Verfahren in der Entwicklung, um extensive Grünlandbiomasse nutzen zu können. Hierzu zählt die Integrierte Festbrennstoff- und Biogaserzeugung aus Biomasse (IFFB-Verfahren), bei der die feste und flüssige Phase separiert und den für sie optimierten Verwertungswegen zugeführt werden (Anspach et al. 2011b, S. 57).

Wildpflanzen

Erste Ergebnisse eines Forschungsprojekts mit Wildpflanzenmischungen zeigen ein hohes Ertragspotenzial, sodass hier in Zukunft auch interessante Energiepflanzenmischungen unter dem Aspekt „Artenvielfalt“ für die Praxis zur Verfügung stehen könnten (LWG 2010).

Nichtmarktfähige Biomasse

Sortier- und Verarbeitungsabfälle (wie „Ausputzgetreide“) können je nach betrieblicher Ausrichtung zum Einsatz kommen. Grundsätzlich bietet die Biogaserzeugung auch die Möglichkeit, schlecht entwickelte, stark verunkrautete sowie durch Hagel, Starkregen, Trockenheit oder Krankheit geschädigte Bestände zu nutzen. Um bestimmte Bonuszahlungen nicht zu gefährden, muss diese Biomasse jedoch den Verordnungen des EEG-Gesetzes entsprechen (Anspach et al. 2011b, S. 60).

2.3 Potenziale der Pflanzenölerzeugung

Aus pflanzenbaulicher Sicht tragen Ölpflanzen zur Erweiterung der Fruchtfolge in ökologischen Betrieben bei. Wenn die Pflanzenölerzeugung nicht in direkter Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen soll, müssen jedoch Mischfruchtanbausysteme mit z. B. Leindotter etabliert werden (Paulsen 2007). Bei den Mischfruchtanbausystemen können durch dichte Bestände Vorteile in der Unkrautunterdrückung, ein höherer Biomasseaufwuchs und damit verbunden eine positive Humusbilanz erzielt werden. Bei der Produktion von Pflanzenölen aus Ölsaaten fallen 65 bis 70 Prozent der Produktion als Ölkuchen an, der als qualitativ hochwertiger Eiweiß- und Energieträger für die Tierfütterung im ökologischen Landbau genutzt werden und als Kopplungsprodukt erheblich zur Erhöhung der Flächeneffizienz des Ölpflanzenanbaus beitragen kann (Anspach et al. 2011b, S. 65).

Obwohl ökologische Ölsaaten in Reinkultur bei guten Erträgen zu ähnlichen Kosten erzeugt werden können wie z. B. konventioneller Winterraps, ist aufgrund der guten Vermarktungssituation für ökologische Ölsaaten und des hohen Ertragsrisikos vor allem von Raps nicht zu erwarten, dass ökologische Pflanzenöle aus heimischer Produk-

tion in größeren Mengen in die Biokraftstoffproduktion gelangen. Während in Deutschland Szenarien der Eigenversorgung ganzer Betriebe mit ökologisch produziertem Rapsöl als Biotreibstoff durch das hohe Ertragsrisiko und die guten Absatzchancen von Bioraps in die Nahrungs- und Futtermittelschiene derzeit in der Praxis nicht realisiert werden, wäre es durch das gute Ertragspotenzial von Sonnenblumen im ökologischen Landbau denkbar, im südlichen Europa größere Flächen anzubauen und das Öl in Bio-Biotreibstofflinien zu vermarkten (Anspach et al. 2011b, S. 64 f.).

Forschungsbedarf beim ökologischen Ölpflanzenanbau besteht bei Fragen der ökologischen Pflanzenzüchtung (Öl- und Eiweißgehalte, Krankheitsresistenzen, Nährstoffaneignung, Unkrautunterdrückung, Abreife etc.), der Schädlingsregulierung, zur Weiterentwicklung der genannten Mischfruchtanbausysteme mit Ölpflanzen, zur Fruchtfolgestellung und Düngung von Ölpflanzen und zum Vergleich von Treibhausgasbilanzen des ökologischen Ölfruchtanbaus bei Verwendung der Öle als Bioenergieträger und der konventionellen Ölsaatenproduktion (Anspach et al. 2011b, S. 66).

2.4 Potenziale der Agrarholzerzeugung

Die Ausweitung der Erzeugung von Brennholz auf bewirtschafteten Agrarflächen und vor allem die Erzeugung in Kurzumtriebsplantagen (KUP) ist aufgrund der fehlenden Wirtschaftlichkeit und der direkten Flächenkonkurrenz mit der ökologischen Lebens- und Futtermittelerzeugung nicht zu erwarten. In Einzelfällen, vor allem bei Eigenversorgung des Betriebes mit Holzbiomasse zu energetischen Zwecken, könnten KUP auf marginalen Standorten auch im Ökolandbau etabliert werden. Flächenmäßig spielt diese Nutzung jedoch eine untergeordnete Rolle (Anspach et al. 2011b, S. 66).

Agroforstsysteme dagegen sind für ökologisch wirtschaftende Betriebe grundsätzlich von Interesse, soweit damit pflanzenbauliche Vorteile für die Ackerkulturen erzielt werden können. Die Agroforstwirtschaft ist in Deutschland noch im Versuchs- und Pionierstadium und die Offenheit, solche Kombinationen auf der Fläche zu erwägen, dürfte bei ökologisch wirtschaftenden Betrieben überdurchschnittlich sein. Die zukünftige Bedeutung von Agroforstsystemen ist jedoch noch nicht absehbar (Anspach et al. 2011b, S. 66).

3. Auswirkungen der Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau

Um Aussagen über Chancen zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau treffen zu können, müssen positive wie auch negative Auswirkungen der Bioenergieerzeugung auf den ökologischen Landbau betrachtet werden. Wie zuvor erläutert, werden die größten Potenziale zur Integration bei der Biogaserzeugung gesehen, weswegen im Folgenden schwerpunktmäßig auf deren mögliche Synergieeffekte im ökologischen Landbau dargestellt werden. Dabei liegt das Augenmerk auf pflanzenbaulichen Chancen und Risiken sowie auf der Bereitstellung von Umweltleistungen und innerbetrieblichen Effekten.

3.1 Biogaserzeugung

Pflanzenbauliche Konsequenzen

Chancen

Die Integration von Energiepflanzen in Fruchtfolgen mit Nahrungs- und Futterpflanzenanbau kann positive Effekte bewirken. Durch den Anbau in Mischfruchtssystemen, als Zwischenfrüchte oder Untersaaten, kann eine Erweiterung der Fruchtfolge erreicht werden, die zur Reduktion des Krankheits- und Schädlingsdrucks und des Unkrautvorkommens und zur Erhöhung der Artenvielfalt auf den Flächen beitragen kann (Anspach et al. 2011b, S. 68).

Durch den Anbau von Leguminosen als Energiepflanzen wird Luftstickstoff gebunden, der für die Folgekultur nutzbar ist. Durch die Vergärung von Leguminosen in der Biogasanlage wird der Gärrest im Vergleich zur Vergärung von Nichtleguminosen mit Stickstoff angereichert. Dieser Stickstoff wird für die Düngung der Energiepflanzen nicht komplett benötigt und kann in die Restfruchtfolge transferiert werden, wo er zur Ertragssteigerung und Qualitätsverbesserung beitragen kann (Graß 2008). Vor allem für viehlose Marktfruchtbetriebe bieten sich durch die Verwertung von Gärresten gute Möglichkeiten, Ertrag und Qualität der Marktfrüchte zu steigern. Eine Intensivierung des Marktfruchtanbaus wird auch dadurch erreicht, dass das Gärsubstrat eine deutlich höhere Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe aufweist als andere verfügbare Wirtschaftsdünger und dass die Nährstoffwirkung derjenigen leichtlöslicher Mineraldünger ähnelt (Anspach et al. 2011b, S. 68).

Durch die Beerntung von Zwischenfrüchten zur Substratgewinnung besteht die Möglichkeit, durch Verlängerung der Zwischenfruchtanbauphase höhere Stickstofffixierungsraten zu erreichen. Die Ernte der Zwischenfrüchte reduziert im Vergleich zum Häckseln und Verbleib auf dem Feld die Gefahr für Stickstoffauswaschungen. Zudem kann durch die Beerntung im Vergleich zum Mulchen und Einarbeiten der Zwischenfrüchte eine Verringerung von Lachgasemissionen realisiert werden (Hartl et al. 2010; Möller et al. 2006).

Risiken

Wenn die oberirdische Biomasse (Haupt- und Zwischenfrüchte) geerntet und in der Biogasanlage verwertet wird, kann sich dies negativ auf das Bodenleben auswirken. Um das Bodenleben zu fördern, sollte immer ein Teil der Biomasse in den Boden eingearbeitet werden (Anspach et al. 2011b, S. 69).

Mit der Ausweitung der pflanzenbaulichen Nutzung über die Hauptfruchtphase hinaus wird die einfallende Sonneneinstrahlung ganzjährig zur Ertragsbildung genutzt. Durch die fast ganzjährige Begrünung können jedoch diverse Schädlinge (z. B. Mäuse, Schnecken) und Krankheitserreger (z. B. Virose, Pilzkrankheiten) begünstigt werden. Demnach muss bei einer Intensivierung des Pflanzenbaus durch die Biogaserzeugung noch stärker das Risiko von Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall in die Fruchtfolgegestaltung und Sortenwahl eingepreist werden (Anspach et al. 2011b, S. 69).

Bei energetisch genutzten Pflanzen, vor allem bei Zwischenfrüchten, können die Erntetermine zum Vegetationsende bzw. zum Vegetationsbeginn gehäuft auftreten. In dieser Zeit (Oktober/April) ist das Risiko von Bodenverdichtungen aufgrund höherer Bodenwassergehalte in der Regel höher als im Sommer. Um Bodenverdichtungen und damit eine langfristige Verringerung des Ertragspotenzials der Flächen zu vermeiden, müssen Erntetechnik und Bereifung auf die Bodenverhältnisse abgestimmt werden (Anspach et al. 2011b, S. 70).

Umweltleistungen

Bodenfruchtbarkeit

Durch den Anbau von C-4-Pflanzen wie Mais oder anderen Sommerungen wie Zuckerrüben und Kartoffeln auf Flächen, die im Winterhalbjahr mit einem dichten Zwischenfruchtbestand bedeckt waren, kann das Erosionsrisiko reduziert werden. Auch der Anbau in Mischkulturen bzw. mit Untersaaten wie Klee- oder Gräserarten kann zu einer Verringerung des Erosionsrisikos beitragen (Anspach et al. 2011b, S. 72).

Durch die Nutzung von Leguminosengemengen zur Biogaserzeugung und die damit verbundene Stickstofffixierung können negative Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit vermieden werden. Da die energiereichen oberirdischen Pflanzenteile beerntet werden, ist es für die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und die Humusanreicherung wichtig, dass ein Teil der Biomasse, zumindest Ernterückstände und Wurzeln, im Boden verbleibt. Inwieweit diese Restanteile die ausreichende Versorgung der Bodenfauna mit frischer Biomasse sicherstellen, ist bisher noch ungeklärt (Anspach et al. 2011b, S. 73). Es wird angenommen, dass durch eine Intensivierung des Zwischenfruchtanbaus deutliche Verbesserungen des Humusgehalts erreicht werden können (Anspach et al. 2011b, S. 73). Im Vergleich zur Gründüngung sind die Gärreste in der Humusbilanz zu berücksichtigen. Für eine abschließende Bewertung der Humusreproduktionsleistung von Biogasgülle aus Biogasanlagen, in denen überwiegend Energiepflanzen vergoren wurden, sind weitere Untersuchungen erforderlich (Dominik et al. 2009).

Wirkung von Biogasgärresten

Die Zusammensetzung und Qualität der Biogärreste wird durch die Beschaffenheit der eingesetzten Substrate sowie den erzielten Abbaugrad in den Biogasfermentern bestimmt (Sensel et al. 2009). Dementsprechend sind für Gärreste aus konventioneller und ökologischer Landwirtschaft unterschiedliche Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit zu erwarten.

In den Gärresten sind schwer abbaubare Kohlenstofffraktionen (z. B. Lignine) nahezu vollständig erhalten, die signifikant zum Humusaufbau im Boden beitragen. Demnach ist mit der Anwendung von Gärresten ein bedeutender Beitrag zum Humusaufbau möglich (Reinhold 2007). Die Wissenschaft ist sich jedoch nicht einig darüber, ob Fermentationsrückstände pflanzlicher Biomasse höhere Humusreproduktionskoeffizienten aufweisen als Stallmist, Gülle oder Gründüngung. Es herrscht ein uneinheitliches

Bild vor, was Langzeituntersuchungen zur Humusdynamik bei Gärrestdüngung notwendig macht.

Untersuchungen zur Wirkung von Biogasgülle auf das Bodenleben zeigen, dass die Düngung mit Gärresten zu einer Erhöhung der Aktivität von Bodenmikroorganismen führt und das Vorkommen von Regenwürmern fördert, solange auf zu große Einzelgaben verzichtet wird (Brauckmann et al. 2009; Petz 2000; Sensel et al. 2009).

Durch den konsequenten Kleegras- und Zwischenfruchtanbau und die Etablierung von Untersaaten kann eine Verminderung des Beikrautdrucks erreicht werden. Zudem wird durch die Vergärung in Biogasanlagen die Keimfähigkeit enthaltener Unkrautsamen stark vermindert (Gansberger et al. 2009; Leonhardt et al. 2010; Oechsner 2010; Schrade et al. 2003). Dies ermöglicht den Verzicht auf intensive Bodenbearbeitung zur Beikrautregulierung, was wiederum das Bodenleben fördert, die Aggregatstabilität erhöht, das Erosionsrisiko reduziert und die Bindung von Stickstoff in der Biomasse erhöht (Anspach et al. 2011b, S. 75 u. 77).

Verschiedene Autoren (Arthurson 2009; Mayer 2006; Unterfrauner 2009) kommen zu dem Schluss, dass durch die Ausbringung von Biogasgülle keine negativen Auswirkungen auf den Humusgehalt und die Bodenfruchtbarkeit zu erwarten sind (Anspach et al. 2011b, S. 74). Die Wirkung von Gärresten auf den Boden hängt jedoch stark von den jeweiligen Bodeneigenschaften ab und muss deswegen auch immer einzelfallbezogen betrachtet werden. Darüber hinaus hängt die Bewertung der Wirkung der Biogaserzeugung auf den Humushaushalt auch immer vom jeweiligen Vergleichssystem ab. Je nach Ausgangslage der Betriebe und je nach Ausmaß der Ausdehnung des Leguminosen- und Zwischenfruchtanbaus für die Biogaserzeugung können sich positive Wirkungen für den Humusgehalt und die Bodenfruchtbarkeit ergeben, insbesondere bei viehlos wirtschaftenden Betrieben (Anspach et al. 2011b, S. 74).

Nährstoffkreisläufe

Der Einfluss der Biogaserzeugung auf betriebliche Nährstoffkreisläufe wird durch die Art der Betriebsführung und die Substratzusammensetzung der Biogasanlage bestimmt. Durch Substratzukauf für eine Biogasanlage kann sich die Nährstoffverfügbarkeit im Betrieb erhöhen, mit den exportierten Gärresten aber auch verringern (Anspach et al. 2011b, S. 49).

Vergleicht man die Wirkungen von Gärresten mit denen von Wirtschaftsdüngern, so zeigt sich, dass durch den Gärprozess die im Substrat vorhandenen Nährstoffe zu großen Teilen mineralisiert werden und damit für Pflanzen leichter verfügbar sind. Die unmittelbare Düngewirkung von Biogasgülle ist im Vergleich zur Gülle aus Rinder- und Schweinehaltung deshalb höher. Durch die Biogaserzeugung steht eine rasch wirkende Nährstoffquelle zur Verfügung (Anspach et al. 2011b, S. 49 f.).

Grundsätzlich muss die Düngung mit Gärresten bedarfsgerecht erfolgen. Vor allem angesichts der höheren Anteile an mineralischem Stickstoff in den Gärresten besteht die Gefahr, dass bei falschen Ausbringzeitpunkten Stickstoff ausgewaschen wird, was sich wiederum negativ auf

die Umweltleistungen des ökologischen Landbaus auswirkt (Anspach et al. 2011b, S. 76). Ein optimiertes Düngemanagement kann neben der Vermeidung von Umweltbelastungen dazu beitragen, dass die Erträge im ökologischen Landbau sichergestellt und ggf. sogar erhöht werden können (Anspach et al. 2011b, S. 51).

Auf Wiederkäuer haltenden Biobetrieben kommt es in der Regel zu keinen grundlegenden Veränderungen von Nährstoffkreisläufen. Da die Anforderungen einer Biogasanlage an die Substratqualität kaum geringer sind als die von Wiederkäuern an das Futter, tritt der Anbau zusätzlicher Energiepflanzen für die Biogaserzeugung bei hoher Viehbesatzdichte in Konkurrenz zur Futtermittelbereitstellung. Negativen Auswirkungen auf die Umwelt, die von der Intensivierung des innerbetrieblichen Nährstoffumsatzes zu Zwecken der Biogaserzeugung ausgehen, kann durch ein sorgfältiges Pflanzenbaumanagement entgegengewirkt werden.

Für viehhaltende Betriebe bietet sich die ergänzende Vergärung von Zwischenfruchtbeständen an, insofern der Zwischenfruchtanbau noch nicht für die Nutzung optimiert wurde und nicht vollständig in die Tierfütterung fließt. Andernfalls ist zur Erreichung einer betriebswirtschaftlich sinnvollen Substratmenge und -zusammensetzung eine Reduktion der Viehbesatzdichte oder eine Kooperation mit Betrieben mit geringeren Viehbesatzdichten zu erwägen. Auf viehlosen Betrieben steht durch die Biogaserzeugung eine Nutzungsmöglichkeit für die Leguminosenbestände zur Verfügung. Deren Anbau kann ausgedehnt und dadurch auf den Zukauf von Düngemitteln verzichtet werden (Anspach et al. 2011b, S. 76).

Emissionen

Durch den Verzicht auf eine intensive Bodenbearbeitung beim Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten als Biogassubstrat wird die Bindung des Stickstoffs in der Biomasse erhöht. Durch die Beerntung im Herbst verbleibt zudem weniger organisch gebundener Stickstoff auf den Flächen. Diese beiden Faktoren tragen dazu bei, dass das Risiko für Auswaschung und Ausgasung von Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen verringert wird (Anspach et al. 2011b, S. 77).

Durch die Vergärung von Gülle werden die Methanemissionen aus der Tierhaltung deutlich verringert. Auch wenn das Risiko von Ammoniak- und Lachgasemissionen bei nicht gasdichter Lagerung von Gärresten erhöht ist, reduzieren sich sie CO_{2äq}-Emissionen bei Gesamtbeurteilung, bei Rindergülle um 60 Prozent und bei Schweinegülle um 20 Prozent (Amon et al. 2002).

Biodiversität

Die Biogaserzeugung zeichnet sich durch eine hohe Nutzungsflexibilität hinsichtlich des Besatzes mit Wildpflanzen oder Beikräutern aus. Für die Biogaserzeugung kann eine große Vielfalt unterschiedlicher Pflanzenarten verwendet werden. Der Anbau vielfältiger Zwischenfruchtgemenge oder Untersaaten kann zu einer Erhöhung der Biodiversität beitragen (Anspach et al. 2011b, S. 77). Sollte auch im ökologischen Landbau eine Fixierung auf nur wenige oder gar eine Pflanzenart wie Mais stattfin-

den, wären negative Auswirkungen für die biologische Vielfalt zu erwarten (Anspach et al. 2011b, S. 78). Bei großflächiger und schneller Beerntung der Flächen zur Substratgewinnung kann es zu einem Rückgang der Biodiversität kommen, wenn Tiere keine Rückzugsmöglichkeiten mehr finden.

Eine abwechslungsreiche Landschaft sollte angestrebt werden, in der durch unterschiedliche Nutzungszeiträume und Artenvielfalt eine Mosaikstruktur entsteht, die Flora und Fauna Rückzugsmöglichkeiten bietet (Anspach et al. 2011b, S. 78). Substratflächen besitzen im Vergleich zu Futterflächen eine höhere zeitliche Flexibilität, was bedeutet, dass Bestände ohne erhebliche Qualitätseinbußen zur Blüte gelangen können. Dieser Umstand ermöglicht eine verbesserte Anpassung der Anbauverfahren an die Lebensrhythmen von Flora und Fauna (Wachendorf et al. 2009).

3.2 Pflanzenölerzeugung

THG-Emissionen, die im konventionellen Rapsanbau zum größten Teil aus der Düngerproduktion und den Lachgasemissionen der Böden stammen, treten im ökologischen Landbau aufgrund des Verzichts auf synthetische Stickstoffdünger und des geringeren Stickstoffdüngungsniveaus nur in geringem Maße auf (Anspach et al. 2011b, S. 79). Nach Sergis-Christian/Browers (2005) ist es möglich, biologisch erzeugten Raps mit geringeren THG-Emissionen sowie weniger Primärenergieverbrauch zu

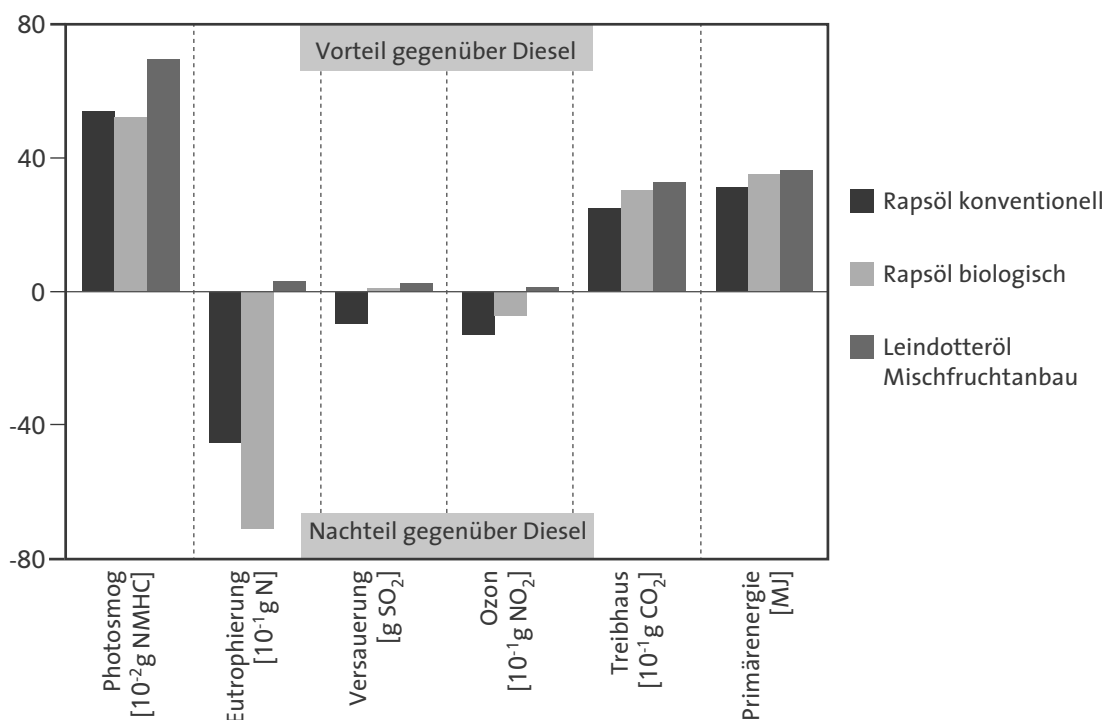
produzieren als konventionellen Raps (Abb. IV.1). Die gefundenen höheren Belastungen der ökologischen Produktion bei der Eutrophierung werden auf den Einsatz von Wirtschaftsdünger zurückgeführt, bei dem es durch Lagerung und Ausbringung zu Ammoniakemissionen kommt. Da es bisher nur wenige Untersuchungen gibt, die die Umweltwirkungen konventioneller und ökologischer Pflanzenölerzeugung im Vergleich zueinander betrachten (Anspach et al. 2011b, S. 79), wird in diesem Bereich weiterer Forschungsbedarf gesehen.

Der Mischfruchtanbau kann auch bei der Pflanzenölerzeugung eine wichtige Rolle spielen. So weist der Mischfruchtanbau von Erbsen mit Leindotter in allen Umweltwirkungskategorien bessere Werte auf als Dieselkraftstoff und als Rapsöl aus Reinanbauverfahren (Abb. IV.1) (Anspach et al. 2011b, S. 80). Der Anbau in Mischkultur hat darüber hinaus den Vorteil, dass die Aufwendungen für Ölpflanzen aus Mischkulturen geringer sind als für den Anbau von Ölpflanzen in Reinkultur. Zwar entsteht Aufwand für die gleichzeitige Saat und die Abtrennung der Saat nach der Ernte, dies wird jedoch durch die verbesserte Unkrautunterdrückung und die damit verbundene Einsparung von Arbeitsgängen wieder ausgeglichen (Saucke/Ackermann 2005; Paulsen et al. 2007).

In konventionellen Betrieben ist der Mischfruchtanbau hingegen weniger interessant, weil eine intensive Düngung schwieriger zu steuern ist und Zulassungsprobleme sowie Unverträglichkeiten beim Pflanzenschutzmitteleinsatz bestehen (Anspach et al. 2011b, S. 80).

Abbildung IV.3

Umwelteffekte ökologischer und konventioneller Pflanzenöle im Vergleich zu Dieselkraftstoff



kaltgepresste Pflanzenöle ökologischer und konventioneller Herkunft im Vergleich zur Verwendung von Dieselkraftstoff, Angaben bezogen auf 1 l Dieselkraftstoffäquivalent

Quelle: Sergis-Christian/Browers 2005, nach Anspach et al. 2011b, S. 80

3.3 Agrarholzerzeugung

Auch wenn die Etablierung von KUP aufgrund der verschiedenen Hemmnisse wie Informationsdefizite, fehlende Wirtschaftlichkeit und langfristige Flächenbindung nur stockend vorangeht und die Rahmenbedingungen verbessert werden müssen, sollte nicht verkannt werden, dass die Agrarholzerzeugung bei Berücksichtigung der Standortangepasstheit (z. B. Wirkung auf Landschaftsbild und Wasserhaushalt) als besonders umweltverträgliche Art der Biomassebereitstellung vor allem für den ökologischen Landbau ein großes Potenzial in sich birgt. Zu den umweltverträglichen Eigenschaften dieser Energieholzplantagen gehört u. a. der bei KUP im Allgemeinen übliche Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln (mit Ausnahme einer Unkrautbekämpfungsmaßnahme vor der Bestandsetablierung), die lange Bodenruhe, die sich positiv auf Bodenprozesse, Bodenlebewesen etc.) auswirkt und die Wirkung als Rückzugsgebiet für verschiedene Tier- und Pflanzenarten. Es erscheint sinnvoll, diese Art der Bioenergieerzeugung aufgrund der Vereinbarkeit mit den Grundsätzen der ökologischen Landwirtschaft in Zukunft weiterzuverfolgen.

Agroforstsysteme als Mischkultursysteme, bei denen Elemente der Landwirtschaft mit denen der Forstwirtschaft kombiniert werden, harmonisieren mit den Grundsätzen des ökologischen Landbaus. Dabei werden Bäume in heckenartigen Gehölzstreifen in die Agrarlandschaft integriert (Vetter/Bärwolff 2010). Die „Komponente“ Holz kann als Lieferant für Nahrungsmittel (z. B. Früchte, Nüsse), zur Wertholzproduktion oder zur Energiebereitstellung genutzt werden. Die Fläche zwischen den Gehölzstreifen wird mit landwirtschaftlichen Kulturen oder als Grünland bestellt. Da die Gehölzstreifen variabel gestaltet werden können, sind die Systeme sehr flexibel und lassen sich gut mit herkömmlichen Bewirtschaftungsformen verbinden. Agroforstsysteme können sich positiv auf die Humusakkumulation und die Biodiversität auswirken, was wiederum die Flächenproduktivität steigert. Zudem beugen Hecken Winderosion vor (Anspach et al. 2011b, S. 39 f.; Zehlius-Eckert 2010).

4. Möglicher Beitrag des ökologischen Landbaus zur Bioenergiebereitstellung

Im Folgenden wird diskutiert, welchen Beitrag der ökologische Landbau zur Bioenergiebereitstellung leisten kann. Dazu werden die Potenziale von Biogaserzeugung, Pflanzenöl- bzw. Biokraftstofferzeugung und Agrarholzerzeugung unter Berücksichtigung ihrer Realisierungsprobleme im ökologischen Landbau betrachtet.

4.1 Potenzialabschätzung Biogaserzeugung zur Strom- und Wärmebereitstellung

Die Ergebnisse des Bio-Biogasmonitoring 2009 (Anspach/Möller 2009) zeigen, dass die untersuchten Biogasanlagen mit einer derzeit installierten elektrischen Leistung von 34 bis 38 MW_{el} bereits heute jährlich über 220 Mio. kWh elektrischen Strom bereitstellen. Dies reicht aus, um über 70 000 2-Personen-Haushalte mit einem durchschnittlichen jährlichen Stromverbrauch von 3 000 kWh zu versorgen.

Im Folgenden wird eine Abschätzung des technischen Potenzials für die Biogaserzeugung im ökologischen

Landbau in Deutschland vorgenommen, um den möglichen Umfang einer Integration von ökologischer Lebensmittelherzeugung und Bioenergiebereitstellung zu bestimmen (Tab. IV.2). Die Analyse erfolgt auf Basis von Strukturdaten der ökologischen Landwirtschaft, der AMI-Marktbilanz Ökolandbau 2010 (AMI 2010) und des Statistischen Jahrbuchs des BMELV (2009a). Auf Basis dieser Strukturdaten wird eine überschlägige Abschätzung der in der Praxis für die Biogaserzeugung erfassbaren technischen Potenziale aus Wirtschaftsdüngern, überschüssigem Klee gras, Zwischenfrüchten, Untersaaten, Grünland und Reststoffen vorgenommen. Für 2008 wird das Potenzial der erfassbaren Menge an Wirtschaftsdünger in der ökologischen Milchviehhaltung auf 50 Prozent, in der ökologischen Mutterkuhhaltung auf 25 Prozent und in der ökologischen Veredlung (Hühner und Puten) auf 60 Prozent geschätzt. Die Fläche an überschüssigem Grünland und Klee grasbeständen im ökologischen Landbau wird für 2008 auf rund 150 000 ha geschätzt. Darüber hinaus müssen noch das als Einstreu in der Tierhaltung eingesetzte Stroh, Futterreste, Silageabraum und Reststoffe (rund 1 t je GV und Jahr) und die Potenziale von Zwischenfrüchten und Untersaaten in der Abschätzung des technischen Potenzials berücksichtigt werden (Anspach et al. 2011b, S. 86). Für 2020 wird angenommen, dass die erfassbare Menge an Wirtschaftsdünger steigen wird, im Bereich der Milchviehhaltung auf 50 Prozent und im Bereich der Mutterkuhhaltung und der Veredlung auf jeweils 70 Prozent. Diese Annahmen beruhen darauf, dass zum einen größere Wachstumsbetriebe ihre Tierbestände aufstocken und damit mehr Wirtschaftsdünger erfassbar wird, kleinere Betriebe dagegen aufgrund des Strukturwandels aufgegeben werden, und zum anderen darauf, dass durch eine zunehmende räumliche Dichte an ökologischen Betrieben verstärkt Möglichkeiten für Kooperationen entstehen (Anspach et al. 2011b, S. 87).

Für das Bezugsjahr 2008 zeigt die Potenzialabschätzung unter Berücksichtigung der spezifischen potenziellen Methanerträge der einzelnen Substrate, dass im ökologischen Landbau Biogasanlagen mit einer Leistung von 257 MW_{el} möglich gewesen wären (Tab. IV.2). Bei einem jährlichen Flächenwachstum des ökologischen Landbaus von 5 Prozent ergibt sich für 2020, dass im Ökolandbau Biogasanlagen mit einer Leistung von 479 MW_{el} realisierbar wären (Anspach et al. 2011b, S. 87).

Mit dem technischen Potenzial der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau hätten 2008 rund 1,5 Mrd. kWh Strom erzeugt werden können, bei einer derzeit in der Praxis realisierten durchschnittlichen Strommenge von 6 000 kWh/kW_{el}. Bei einem jährlichen Wachstum des ökologischen Landbaus von 5 Prozent würde sich bei einer unterstellten Effizienzsteigerung von insgesamt 20 Prozent in der Biogaserzeugung das Stromerzeugungspotenzial auf rund 3,5 Mrd. kWh erhöhen (Tab. IV.3). Damit könnten 2020 potenziell bis zu 1,15 Mio. 2-Personen-Haushalte in Deutschland mit Strom versorgt werden. Im Bereich der Wärmenutzung liegt das technische Potenzial 2020 bei rund 1,4 Mrd. kWh (Tab. IV.3), bei einem durchschnittlichen Wärmenutzungsgrad von 50 Prozent der überschüssigen Wärme, ohne Einbezug der Prozesswärme in Höhe von 30 Prozent (Anspach et al. 2011b, S. 88).

Tabelle IV.2

Technisches Potenzial der Biogasproduktion im ökologischen Landbau 2008 und 2020

Herkunft Substrat	Bestand 2008	technisches Potenzial für Biogasproduktion 2008	installierbare elektrische Leistung 2008 kW_{el}	technisches Potenzial für Biogasproduktion 2020*	installierbare elektrische Leistung 2020* kW_{el}
Milchkühe	117.000 St.	58.500 St.	7.119	126.069 St.	15.342
Nachzucht Milchkühe	157.950 St.	78.975 St.	3.759	170.193 St.	8.098
Mutterkühe	130.000 St.	32.500 St.	3.955	70.038 St.	8.523
Nachzucht Mutterkuhhaltung	175.500 St.	43.875 St.	2.087	94.552 St.	4.499
Mastschweine und Zuchtsauen	133.500 St.	80.100 St.	1.047	167.823 St.	2.193
Hühner und Puten	2.828.000 St.	1.696.800 St.	1.544	3.555.077 St.	3.234
Stroh als Einstreu	730.000 t	500.000 t	24.255	917.683 t	52.270
Futterreste/ Silageabraum/ Reststoffe	–	247.000 t	9.627	440.000 t	17.150
Grünland	490.000 ha	122.000 ha	144.204	209.000 ha	260.780
Klee grasgemenge	109.500 ha	27.000 ha	47.888	60.000 ha	86.000
Zwischenfrüchte/ Untersaaten	–	27.550 ha	11.578	49.476 ha	20.792
Gesamtpotenzial inst. Leistung (kW _{el})	–		257.063		478.881

* bei einem jährlichen Wachstum des Ökolandbaus von 5 Prozent
Quelle: Anspach et al. 2011b, S. 87 f.

Tabelle IV.3

Technische Potenziale der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas im ökologischen Landbau 2008 und 2020

technische Potenziale der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas im ökologischen Landbau	Einheit	2008	2020*
installierbare elektrische Leistung	kW _{el}	257.063	478.881
Stromerzeugung (inklusive Effizienzsteigerung von 20 % bis 2020)	kWh _{el}	1.551.889.331	3.469.492.845
Wärmenutzung (inklusive Effizienzsteigerung von 20 % bis 2020)	kWh _{therm}	628.923.571	1.406.057.627
Ø versorgbare 2-Personen-Haushalte (inkl. Effizienzsteigerung von 20 % bis 2020)	Anzahl	517.296	1.156.498

* bei einem jährlichen Wachstum des Ökolandbaus von 5 Prozent
Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 89

Wenn das in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung festgelegte Ziel eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche erreicht würde, dann läge das technische Potenzial für die Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdüngern, Reststoffen, Klee gras und Grünland sogar bei einer installierten Anlagenleistung von rund 1 GW_{el}. Dies entspricht einem Biogasanlagenbestand von 2 000 Anlagen mit 500 kW_{el} oder 5 000 Anlagen mit 200 kW_{el} installierter Leistung. Die potenzielle nutzbare Energiemenge läge nach heutigen Konversionstechniken und Wirkungsgraden bei über 7 Mrd. kWh Strom und 3 Mrd. kWh Wärme (Anspach et al. 2011b, S. 89).

Substraterzeugung für die Biogasproduktion

Klee gras, Leguminosengemenge, Zwischenfrüchte, Untersaaten, Grünland, Wirtschaftsdünger und landwirtschaftliche Rest- und Abfallstoffe empfehlen sich vorrangig für den Ausbau der Bioenergiebereitstellung, da diese Ressourcen keine Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelerzeugung hervorrufen und durch deren Nutzung gleichzeitig Synergien mit anderen ökologischen Zielen und Wirtschaftsbereichen erschlossen werden können. Wenn weder biologisch noch konventionell geführte Betriebe Wirtschaftsdünger rentabel verwerten können, wäre aus Sicht des Klimaschutzes sogar die kombinierte Verwertung des Wirtschaftsdüngers aus biologischer und extensiver konventioneller Tierhaltung sinnvoll (Anspach et al. 2011b, S. 89).

Da im ökologischen Landbau zwecks Stickstofffixierung und Unkrautunterdrückung rund 20 Prozent Leguminosengemenge in Hauptkulturstellung angebaut werden, sind in diesem Bereich bedeutende Potenziale für die Bioenergiebereitstellung vorhanden. Das Ertragspotenzial von Klee gras liegt zwischen 10 und 15 t Trockensubstanz pro ha. Bei einem Methangehalt von 300 Normliter/kg organischer Trockensubstanz ergibt sich ein Methanertragspotenzial von ca. 3 000 bis 4 500 m³ Methan pro ha (Anspach et al. 2011b, S. 89). Durch die Vergärung von Zwischenfrüchten kann ein Methanertragspotenzial von ca. 800 m³ Methan pro ha erschlossen werden (Anspach et al. 2011b, S. 90).

Für die Biogaserzeugung aus Klee gras, anderen Leguminosengemengen, Zwischenfrüchten und Untersaaten besteht pflanzenbaulicher und technischer Anpassungs- und Entwicklungsbedarf. Dies gilt zum Beispiel hinsichtlich der bodenschonenden Beerntung bei ungünstigen Witterungsbedingungen und innovativer pflanzenbaulicher Strategien gegen Schaderreger und Pflanzenkrankheiten, die bei Zwischenfrüchten und Untersaaten aufgrund der ganzjährigen Begrünung der Flächen auftreten können (Anspach et al. 2011b, S. 90).

Im Vergleich zur Biogaserzeugung in konventionell geführten Betrieben, die Mais zur Biogaserzeugung anbauen, zeigt sich, dass mit der Biogaserzeugung in ökologisch bewirtschafteten Betrieben je nach Ertragsersparnis mit

4 bis 6 ha Zwischenfrüchten oder mit 1,5 bis 2,5 ha Klee gras etwa 1 ha konventionell angebaute Mais ersetzt werden kann. Es könnte somit im ökologischen Landbau bei entsprechender Optimierung der Fruchtfolgesysteme ein Potenzial für die Biogaserzeugung erschlossen werden, das mit dem konventioneller Biogaserzeugung im Flächenbedarf vergleichbar ist, wenn diese nicht ausschließlich auf Maissubstrat beruht (Anspach et al. 2011b, S. 90 f.).

Bio-Biogaskonzepte

Die Forderung des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 2009) nach zukunftsfähigen und nachhaltigen Bioenergienutzungskonzepten und Landnutzungsformen kann im ökologischen Landbau durch die Kombination aus ökologischer Landbewirtschaftung und nachhaltiger Bioenergieerzeugung weitgehend erfüllt werden. Die Bioenergieerzeugung, insbesondere die Biogaserzeugung, ist zum einen mit den Grundsätzen des ökologischen Landbaus vereinbar, und zum anderen besitzt der ökologische Landbau das Potenzial, Biogassysteme nachhaltiger zu gestalten. Damit kann der ökologische Landbau nicht nur in der nachhaltigen Nahrungsmittelerzeugung, sondern auch bei der nachhaltigen Energiebereitstellung eine Vorreiterrolle einnehmen und zukunftsfähige Konzepte entwickeln, die nicht in Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung stehen. Dabei stehen vor allem kleine und mittlere, auf die Betriebsgröße und das Produktionsprogramm der Betriebe angepasste, regionale und dezentrale Biogaskonzepte im Fokus (Anspach et al. 2011b, S. 91).

Die vielfältigen Chancen und Potenziale, die sich aus der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau ergeben können, sind jedoch noch nicht umfassend in der Praxis angekommen. Dies liegt zum einen daran, dass der große Informations- und Beratungsbedarf bisher noch nicht kompetent und umfassend befriedigt wird. Um zu realistischen Einschätzungen zu kommen, muss bei der Planung einer Biogasanlage im ökologischen Landbau der gesamte Betrieb mit einbezogen werden. Da die Beratungs- und Planungsaktivitäten von Akteuren der konventionellen Biogaserzeugung nur bedingt auf die Rahmenbedingungen des ökologischen Landbaus übertragbar sind, ist eine Spezialberatung z. B. durch die Verbände des ökologischen Landbaus erforderlich, die ihre Kompetenzen im Bereich der ökologischen Biogaserzeugung ausweiten müssten. Zum anderen scheuen viele Landwirte die relativ hohen Investitionskosten, denen gerade bei kleineren Anlagen und vielseitigem Substratmix eine geringere Rendite gegenübersteht als bei konventionellen Anlagenkonzepten. Außerdem bewirkt die Staffelung der Stromvergütung im EEG, dass die Stromvergütung für kleine Anlagen unter 50 kW_{el} auf der Basis von Energiepflanzen und Reststoffen in der Regel zu gering für einen wirtschaftlichen Betrieb ist (Anspach et al. 2011b, S. 91 f.).

4.2 Möglicher Beitrag der Biokraftstoffe

Die pflanzenbaulichen Anforderungen und das relativ geringe Energieertragspotenzial pro Flächeneinheit stellen im ökologischen Landbau Hemmnisse für die Erzeugung von Pflanzenölen zur energetischen Verwendung dar. Außerdem lässt sich mit der Verwertung der Ernteprodukte (Pflanzenöle) als ökologisch erzeugte Lebensmittel eine höhere Wertschöpfung erzielen als mit der Vermarktung als Biokraftstoff.

Für pflanzenölbasierte Biokraftstoffe aus ökologischem Landbau müssten Anbaukonzepte entwickelt werden, die eine größtmögliche Ertragssicherheit auf hohem Niveau gewährleisten. Dann scheint bei geringeren Umweltbelastungen und ähnlichen Kosten im Vergleich zur konventionellen Rapsproduktion eine Produktion von ökologischem Pflanzenöl für die Biokraftstofflinie möglich zu sein. Gunstlagen und Managementqualitäten der Betriebsleiter werden die wichtigsten Einflussgrößen für den Erfolg dieser Konzepte sein. Eine Schlüsselrolle für die Rentabilität der ökologischen Pflanzenölproduktion wird die Verwertung des Presskuchens als hochwertige Futterkomponente einnehmen. Die Verwertung des Presskuchens wird zunehmend attraktiv werden, da in der ökologischen Landwirtschaft zukünftig nicht mehr auf konventionelle Futterkomponenten zurückgegriffen werden darf. Der Zukauf von Soja wird kritisch gesehen aufgrund der langen Transportwege aus Übersee, dem Anspruch der Schaffung lokaler Stoffflüsse und der Gefahr von GVO-Verunreinigungen. Die direkte Flächenkonkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion kann durch Mischfruchtanbau mit Ölpflanzen oder eine Intensivierung der Fruchtfolgen durch Ersatz der Grünbrache zur Ölpflanzenproduktion mit Leguminosenuntersaaten (Teilbrache) gemindert werden. Aufgrund der geringen Anbaufläche ökologischer Ölsaaten kommt die Verwendung von reinen Pflanzenölen als Treibstoff aus biozertifizierten oder hofeigenen Ölmühlen infrage, ökologische Biodiesellinien hingegen sind unwahrscheinlich (Anspach et al. 2011b, S. 64 ff. u. 92 f.).

4.3 Möglicher Beitrag der Agrarholzerzeugung

Wie in Kapitel IV.4.1 skizziert, werden Kurzumtriebsplantagen (KUP) aus wirtschaftlichen und standorttechnischen Gründen im ökologischen Landbau eher die Ausnahme darstellen und nur auf Grenzstandorten angelegt werden. Der Ausbau von Agroforstsystemen im ökologischen Landbau ist wahrscheinlicher, wird jedoch im Vergleich zur Biogaserzeugung nur einen untergeordneten Stellenwert einnehmen und überwiegend auf die Selbstversorgung mit Holz zur Deckung des eigenen Wärmebedarfs abzielen (Anspach et al. 2011b, S. 66 u. 93).

V. Konkurrenzen und Zielkonflikte

Während im Kapitel III wesentliche Faktoren, die die jeweilige Entwicklung von ökologischem Landbau bzw. Energiepflanzenanbau bestimmen, herausgearbeitet wurden, widmet sich dieses Kapitel der Frage, ob und ggf. in welchem Umfang sich die beiden landwirtschaftlichen

Produktionsrichtungen bzw. die zu ihrer Förderung getroffenen Maßnahmen gegenseitig beeinflussen.

Der globale Angebotszuwachs aus der landwirtschaftlichen Produktion hat in den letzten Jahren kaum mit der Nachfrageentwicklung Schritt halten können (WB Agrarpolitik 2012, S. 3). Zahlreiche Faktoren führen zu einer *steigenden Nachfrage*. Die wichtigsten Faktoren sind das Bevölkerungswachstum, sich verändernde Ernährungsgewohnheiten, die Verschwendung von Nahrungsmitteln in Industrieländern sowie die zunehmende Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Geringere Ertragssteigerungen, witterungsbedingte Ertragseinbrüche und hohe Nacherteverluste in Entwicklungsländern sind auf der anderen Seite relevante Faktoren, die die Entwicklung des Angebots beeinflussen.

Die Folge sind neue *Nutzungskonkurrenzen* zwischen den verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Biomasse. Grundlegende Verwendungszwecke sind konventionell und ökologisch erzeugte Lebens- und Futtermittel, stoffliche Verwertungen und energetische Nutzungen. Die Konkurrenz zwischen verschiedenen Nutzungen kann direkt und indirekt wirken (Bringezu et al. 2008, S. 15). Eine direkte Konkurrenz liegt vor, wenn ein Agrarprodukt über mehr als einen Nutzungspfad verwertet werden kann. Dies ist beispielsweise bei Raps der Fall, der sowohl als Nahrungsmittel (Speiseöl), als industrieller Rohstoff (technisches Öl) sowie als Energieträger (Biodiesel) eingesetzt werden kann. Eine indirekte Konkurrenz besteht, wenn ein landwirtschaftlicher Rohstoff zwar nur über einen Nutzungspfad genutzt werden kann, aber mit anderen Nutzungspfaden um Anbauflächen konkurriert. Dies gilt beispielsweise für den Anbau von Energiepflanzen (Energiemais, Kurzumtriebsplantagen), die nicht als Nahrungsmittel genutzt werden können, aber über die Flächenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelherzeugung verknüpft sind.

Die Ressource Fläche ist begrenzt und insgesamt nicht vermehrbar. Die verschiedenen landwirtschaftlichen Nutzungen stehen untereinander und mit nicht landwirtschaftlichen Nutzungsformen wie Siedlungs- und Straßenbau oder der Ausweisung von Schutzgebieten in Konkurrenz (Rösch et al. 2008). Weltweit hat die landwirtschaftlich genutzte Fläche in den letzten 40 Jahren um rund 5 Prozent zugenommen (Smith et al. 2010). Der Druck zur Ausweitung wird zukünftig hoch sein, was aber den weiteren Verlust natürlicher Ökosysteme und von Biodiversität, beispielsweise durch die Rodung von Regenwäldern, bedeuten würde. Hinzu kommt das Problem der Bodendegradation. Wissenschaftlich besteht deshalb breiter Konsens, dass die notwendigen Produktionssteigerungen wie schon in der Vergangenheit möglichst auf der vorhandenen Fläche erzielt und durch eine entsprechende Politikgestaltung unterstützt werden sollten.

Dem einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb stehen bei seiner jährlichen Anbauplanung immer mehrere Optionen offen. Diese werden eingeschränkt durch naturräumliche

(z. B. Ertragsfähigkeit des Standorts) und anbautechnische Beschränkungen (z. B. Fruchtfolgenanforderungen) sowie durch längerfristige Festlegungen aufgrund von Investitionsentscheidungen (z. B. Stallbau, Maschinen) und etablierten Vermarktungswegen. Sowohl die Umstellung auf ökologischen Landbau als auch die Errichtung einer Biogasanlage bedeuten längerfristige Festlegungen. Wie sich die Wirtschaftlichkeit von Ökolandbau und Energiepflanzenutzung in den letzten Jahren entwickelt und wie sich dies auf ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber der konventionellen Lebensmittelproduktion ausgewirkt hat, wird im Kapitel V.1.1 diskutiert.

Erst durch die Summe der Einzelentscheidungen kann es zu einer relevanten Flächenkonkurrenz auf regionaler, nationaler oder auch globaler Ebene kommen, die wiederum Auswirkungen auf die Flächenkosten und damit Produktions- wie Produktkosten sowie die Angebotsmenge der unterschiedlichen Rohstoffe haben kann. Anhand veränderter Flächennutzungen und Pachtpreise wird dies in Kapitel V.1.2 analysiert. Zur *Flächenkonkurrenz* kommt es dann, wenn eine zunehmende Nachfrage eines (neuen) Nutzungspfades wie der Energiepflanzenutzung nicht durch eine entsprechende Verringerung der Flächennachfrage für die Nahrungsmittelerzeugung, beispielsweise durch landwirtschaftliche Ertragssteigerungen oder rückläufige Nahrungsmittelnachfrage, kompensiert wird.

Auf diesen Sachverhalt bezieht sich die Diskussion der letzten Jahre unter dem Begriff „Tank oder Teller“. Die Sorge bzw. Kritik zielt im Kern darauf, dass die Bioenergieerzeugung, sofern sie nicht auf die Verwertung von Rest- und Abfallstoffen beschränkt wird, in großem Umfang landwirtschaftliche Fläche für den Anbau von Energiepflanzen in Anspruch nimmt, sodass diese Fläche nicht mehr für die Nahrungsmittelerzeugung oder andere Zwecke zur Verfügung steht. Die Fragestellung dieses Berichts richtet sich nicht auf das (aktuelle und zukünftige) Konkurrenzproblem als Konsequenz aller Nutzungspfade, sondern versucht Wechselwirkungen zwischen den Förderzielen Ausbau der Bioenergie und Steigerung des Anteils der ökologischen Landwirtschaft in Deutschland zu erfassen. Das Ziel der Analyse dieser komplexen Konkurrenzsituation ist eine Abschätzung, ob und wie die beiden Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie – Ausbau der Bioenergie und Steigerung des Anteils der ökologischen Landwirtschaft – erreicht werden können, ohne Effekte hervorzurufen, die unerwünscht sind und in ihrer Summe die Situation sogar verschlechtern. Diese Effekte müssen nicht auf Deutschland beschränkt sein, sondern sind sogar sehr wahrscheinlich durch Wirkungsketten mit völlig anderen Weltregionen verbunden.

Die Ausgestaltung der Förderpolitik und weitere politische Rahmensetzungen beeinflussen die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit erheblich. Die zukünftige Nutzungskonkurrenz zwischen verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Biomasse und ihre Auswirkung auf die Flächenkonkurrenz ist aber nicht nur von der Förderpolitik abhängig, sondern ebenso von weiteren Faktoren. Wichtige Faktoren wie die landwirtschaft-

liche Produktivitätsentwicklung, die verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche und die genutzten Pfade der Bioenergiebereitstellung einerseits und die mögliche Entwicklung der Nachfrage bei Nahrungsmitteln und Energie andererseits werden in Kapitel V.2 diskutiert.

Eine Diskussion der Flächenkonkurrenzen in Deutschland ist nicht ausreichend. Ein Teil der Biokraftstoffe bzw. der Rohstoffe zur Biokraftherstellung wird schon heute importiert. Aus den nationalen Aktionsplänen der EU-Mitgliedstaaten ergibt sich, dass 2020 im Durchschnitt ein Importanteil von 50 Prozent des Bioethanols und 41 Prozent des Biodiesels erwartet wird (Bowyer 2010). Sowohl der Import von Bioenergieträgern als auch die Verdrängung von Nahrungsmittelerzeugung ins Ausland kann in den Exportländern zu Flächennutzungsänderungen führen. Zum einen können dies *direkte Landnutzungsänderungen* sein, wenn in den Exportländern der Anbau von Bioenergieträgern auf neu erschlossenen Flächen erfolgt. Direkte Landnutzungsänderungen, die ökologisch wertvolle Flächen betreffen, sind durch die EU-Nachhaltigkeitsanforderungen für Biokraftstoffe mittlerweile ausgeschlossen. Zum anderen kann der Anbau von Bioenergieträgern auf bisher schon landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Exportländern zur Verdrängung der bisherigen Nutzung (z. B. Nahrungsmittelerzeugung) und damit zu *indirekten Landnutzungsänderungen* führen, wenn für die verdrängte Nahrungsmittelproduktion neue landwirtschaftliche Anbauflächen erschlossen werden. Je nach Standort können erhebliche CO₂-Freisetzungen aus der oberirdischen Biomasse (insbesondere bei der Umwandlung von Wald) und aus den organischen Bestandteilen des Bodens (insbesondere bei Torfböden) die Klimagas-einsparung aus der Bioenergienutzung auf einen langen Zeitraum übertreffen. Dies ist der Hintergrund für die kontroverse Diskussion über die Anrechnung von indirekten Landnutzungsänderungen („indirect land use change“ – ILUC) bei Nachhaltigkeitszertifizierung. Ein kurzer Überblick zum Stand der Diskussion wird in Kapitel V.3 gegeben.

Noch komplexer werden die Zusammenhänge dadurch, dass es bei zunehmender Flächenkonkurrenz über steigende Agrarpreise zu *Rückkopplungen bei der Wirtschaftlichkeit der Energiepflanzenutzung* kommt, da die landwirtschaftlichen Rohstoffe wesentlich die Wirtschaftlichkeit bestimmen. Dies kann zu erhöhtem Subventionsbedarf oder zum Ausstieg aus einzelnen Bioenergienutzungen führen (Kap. V.2.5).

Flächenkonkurrenzen zwischen dem Energiepflanzenanbau und dem ökologischem Landbau bzw. allgemein der Nahrungsmittelerzeugung sind nicht die einzigen relevanten Konkurrenzbeziehungen. Der Anbau von Energiepflanzen kann Auswirkungen auf landwirtschaftliche Ökosystemdienstleistungen wie den Erhalt der Biodiversität oder die Qualität des Grundwassers haben. Dies wird im Kapitel V.4 kurz umrissen.

Schließlich ist zu fragen, inwieweit die verschiedenen Konkurrenzentwicklungen zu Zielkonflikten zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen „Bioenergieerzeu-

gung“ und „Ökologischer Landbau“ führen. Grundsätzlich sind folgende Situationen zu unterscheiden und zu diskutieren:

- Die beiden Ziele schließen sich grundsätzlich aus.
- Die beiden Ziele können nicht gleichzeitig vollständig erreicht werden.
- Die Maßnahmen zur Erreichung des einen Zieles behindern die Verfolgung des anderen Zieles (bzw. behindern die Wirkung der Maßnahmen für das andere Ziel).
- Hindernisse bei der Erreichung der Ziele bestehen, sind aber nicht durch Konkurrenzen, sondern durch weitere Faktoren bedingt.

Ein *grundsätzlicher Widerspruch zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen besteht nicht*, da das allgemein anerkannte Verständnis der Multifunktionalität von Landwirtschaft die beiden Nutzungspfade einschließt und sogar eine Integration der Bioenergieproduktion in den ökologischen Landbau möglich ist, wie in Kapitel IV diskutiert worden ist.

Die Zielerreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele – Ausbau der Bioenergie und Steigerung des Anteils der ökologischen Landwirtschaft – liegt in der Zukunft und ist von der Entwicklung zahlreicher weiterer Faktoren abhängig. Daher ist die Frage, ob die *beiden Ziele gleichzeitig vollständig erreicht werden können oder nicht*, neben der Ausgestaltung der Förderpolitiken von der zukünftigen Entwicklung und Gestaltung der Rahmenbedingungen mit abhängig. Deshalb wird diese Fragestellung mit drei Szenarien untersucht (Kap. V.5).

Die Analyse der bisherigen Entwicklung und die aktuelle Situation können Hinweise liefern, inwieweit *Maßnahmen zur Erreichung des einen Zieles die Verfolgung des anderen Zieles behindern*. Da Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen nicht unmittelbar messbar sind, müssen Anhaltspunkte aus der Veränderung von Wirtschaftlichkeit, Flächennutzungen, Pachtpreisen usw. gewonnen werden.

Hindernisse, die bei der Erreichung der Ziele bestehen und nicht durch Konkurrenzen bedingt sind, wurden bereits im Kapitel III behandelt.

1. Bisherige Konkurrenzsituation

Für die Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ relevant war in den letzten Jahren insbesondere die Entwicklung der Biogaserzeugung. Zur Beurteilung der Nutzungskonkurrenz wird im ersten Schritt die Wirtschaftlichkeit von ökologischem Landbau und Biogaserzeugung verglichen (Kap. V.1.1). Dann wird untersucht, wie sich die hohe wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit der Biogaserzeugung unter dem EEG 2004 und 2009 auf die Flächennutzung und die Pachtpreise ausgewirkt hat (Kap. V.1.2). Eine sich verschärfende Flächenkonkurrenz wurde insbesondere in Veredelungsregionen und Milchproduktionsregionen mit hohem Dauergrünlandanteil bewirkt, wobei der ökologische Landbau aufgrund seiner Produktionsschwerpunkte und regionalen Verteilung davon bisher nur sehr begrenzt betroffen war

(Kap. V.1.3). Mit dem neuen EEG 2012 wurden die Vergütungsniveaus und -bedingungen mit dem Ziel verändert, insbesondere den Verdrängungseffekt bei der Rinderhaltung durch Biogas zu verhindern. Es bleibt allerdings umstritten, ob die Veränderungen ausreichend sind, um die gewünschten Effekte hervorrufen zu können.

1.1 Wirtschaftlichkeit von ökologischem Landau und Biogaserzeugung im Vergleich

Die Wirtschaftlichkeit von ökologischen Landbaubetrieben im Vergleich zur Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung ist ein wichtiger Faktor für ihre Wettbewerbsfähigkeit und damit ihrer Chancen in der potenziellen Konkurrenzsituation. Dies wird anhand typischer Modellbetriebe respektive typischer Modellbiogasanlagen untersucht. Für Biogasanlagen liegen nur Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Bedingungen des EEG 2009 vor, also vor der letzten EEG-Novellierung im Jahr 2011. Damit werden hier nur Aussagen über die bis 2011 bestehende Wettbewerbssituation gemacht.

Für den *ökologischen Landbau* wurden vier typische Biobetriebe modelliert (Baumgart et al. 2011, S. 39):

- Milchviehbetrieb in Nordwestniedersachsen
- Ackerbaubetrieb in Südniedersachsen
- Ackerbaubetrieb in Hohenlohe, Baden-Württemberg
- Ackerbaubetrieb im tertiären Hügelland in Bayern

Die typischen Modellbetriebe sind keine realen Durchschnittsbetriebe, sondern bilden vielmehr einen speziellen Betrieb in der jeweiligen Region ab. Die gewählten Regionen sind durch eine wachsende Anzahl von Biogasanlagen und steigende Pachtpreise in den letzten Jahren gekennzeichnet (Baumgart et al. 2011, S. 39).

Wichtige *ökonomische Kenndaten zur Rentabilität der Modellbetriebe für den ökologischen Landbau* sind in Tabelle V.1 zusammengefasst. Der Unternehmensgewinn bewegt sich bei allen Betrieben in der Größenordnung (35 000 bzw. 25 000 Euro bei dem kleineren Betrieb in Hohenlohe), die ein nachhaltiges Wirtschaften und die Entlohnung der eingesetzten Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital, Boden) erlaubt. Beim Unternehmensgewinn sind alle eingesetzten Faktoren (Arbeit, Boden, Kapital) schon entlohnt, auch die betriebseigenen. Wenn der Unternehmensgewinn gleich Null ist, bedeutet das, dass alle eingesetzten Faktoren ausreichend entlohnt wurden. Es zeigt sich, dass dies den Betrieben nicht vollständig gelingt. Die Gesamtkapitalrentabilität, d. h. die Verzinsung des gesamten im Betrieb gebundenen Kapitals, erreicht wiederum nur teilweise fast die anzustrebende Rate von 6 Prozent oder mehr (Baumgart et al. 2011, S. 43).

Die Analyse der *Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen* mit unmittelbarer Verstromung beruht auf Modellkalkulationen von Toews (2009) mit unterschiedlicher Anlagenleistung von 190, 250, 500 bzw. 1 000 kW_{el} und mit Nutzung des NawaRo- und Güllebonus (Kap. II.2.2), d. h. unter den Vergütungsregelungen des EEG 2009.

Tabelle V.1

Rentabilität typischer ökologischer Modellbetriebe

Kennzahl	Milchvieh Nordwest- niedersachsen	Ackerbau Süd- niedersachsen	Ackerbau Hohenlohe	Ackerbau Bayern
Unternehmensgewinn (Euro)	48.000	27.893	23.478	31.868
Unternehmergewinn (Euro)	-8.500	-2.807	-6.428	-4.513
Gesamtkapitalrentabilität (%)	5,7	4,4	3,4	5,9

Quelle: Baumgart et al. 2011, S. 42

Die betrachteten Biogasanlagen wiesen bei dem Unternehmergewinn, der Gesamtkapitalrentabilität, der Arbeitsverwertung und dem langfristig zahlbaren Maispreis eine sehr hohe Wirtschaftlichkeit auf (Tab. V.2). Der Grenzpreis für Mais bedeutet, dass die Biogasanlagenbetreiber Mais teilweise bis zu einem Preis von 40 Euro/t zukaufen können und trotzdem eine volle Entlohnung ihrer eingesetzten Faktoren erhalten. Die ökonomischen Kennzahlen fallen bedeutend günstiger aus als beim ökologischen Landbau. Dies weist darauf hin, dass eine sehr hohe Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Betriebszweigen in der Landwirtschaft bestand (Toews 2009, S. 240). Biogasanlagen stellten somit eine attraktive Option der Betriebsentwicklung dar.

Bei Biogasanlagen mit Direkteinspeisung ins Erdgasnetz wurde sogar eine Gesamtkapitalrentabilität von über 30 Prozent erreicht. Damit wurde die Renditeerwartung alternativer Investitionsprojekte mit vergleichbarem Risiko um ein Vielfaches übertroffen (Toews 2009, S. 245).

Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik kommt zu dem vergleichbaren Ergebnis, dass beispielsweise unter den Vergütungsbedingungen des EEG 2009 eine Biogasanlage für 500 kW auf Basis von 210 ha Mais, 30 Prozent Masseanteil Gülle und 30 Prozent Wärmenutzung auf eine durchschnittliche Bodenrente von rund 750 Euro/ha kam, was unter Berücksichtigung der zusätzlichen Direktzahlungen aus der Gemeinsamen Agrarpolitik (aktuell im Bundesdurchschnitt ca. 335 Euro/ha) zu einem Deckungsbeitrag von fast 1 000 Euro/ha führte (WB

Agrarpolitik 2012, S. 5 f.). Der Deckungsbeitrag wird aus der Differenz zwischen Erlösen und variablen Kosten eines Produktionsverfahrens berechnet und stellt den Betrag dar, der aus dem Produktionsverfahren zur Deckung der Fixkosten und des Gewinns des landwirtschaftlichen Betriebes zur Verfügung steht.

1.2 Flächennutzung und Pachtpreise

Zunächst werden die durch den Energiepflanzenanbau für die Biogas- und Biodieselerzeugung ausgelösten Veränderungen der Flächennutzung diskutiert, insbesondere ob dabei in den letzten Jahren eine Flächennutzungskonkurrenz zum ökologischen Landbau aufgetreten ist. Dann werden die Auswirkungen auf die Pachtpreisentwicklung als ein Indikator für Konkurrenzen analysiert.

Veränderung der Flächennutzung durch Biogas

Die Energieerzeugung aus Biogas wurde in den vergangenen Jahren in Deutschland stark ausgebaut (Kap. II.2.3). Ursache hierfür war die deutlich verbesserte Förderung im Zuge der EEG-Novellen 2004 und 2009 (WB Agrarpolitik 2012, S. 3). Der Ausbau der Biogaserzeugung hat sich in einer deutlichen Ausweitung der *Anbaufläche von Silomais* niedergeschlagen, die in den letzten 10 Jahren um über 60 Prozent zugenommen hat (Abb. V.1). Da der Rinderbestand in den letzten Jahren rückläufig war, ist der zusätzlich angebaute Mais vor allem in die Energieproduktion gegangen (Baumgart et al. 2011, S. 31).

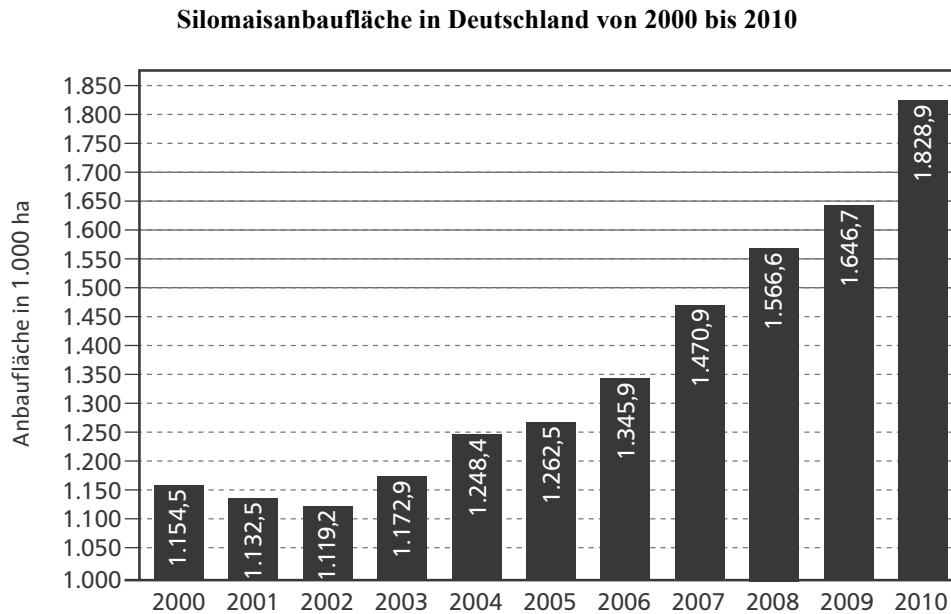
Tabelle V.2

Rentabilität von Modellbiogasanlagen unterschiedlicher Anlagenleistung

Kennzahl	Biogasanlage 190 kW _{el}	Biogasanlage 250 kW _{el}	Biogasanlage 500 kW _{el}	Biogasanlage 1.000 kW _{el}
Unternehmergewinn (Euro)	38.253	39.204	65.869	37.789
Gesamtkapitalrentabilität (%)	12,2	10,7	10,3	6,9
Grenzpreis Mais (Euro/t)	39,71	37,71	36,75	32,02

Quelle: Toews 2009, S. 241

Abbildung V.1



Quelle: DMK 2011

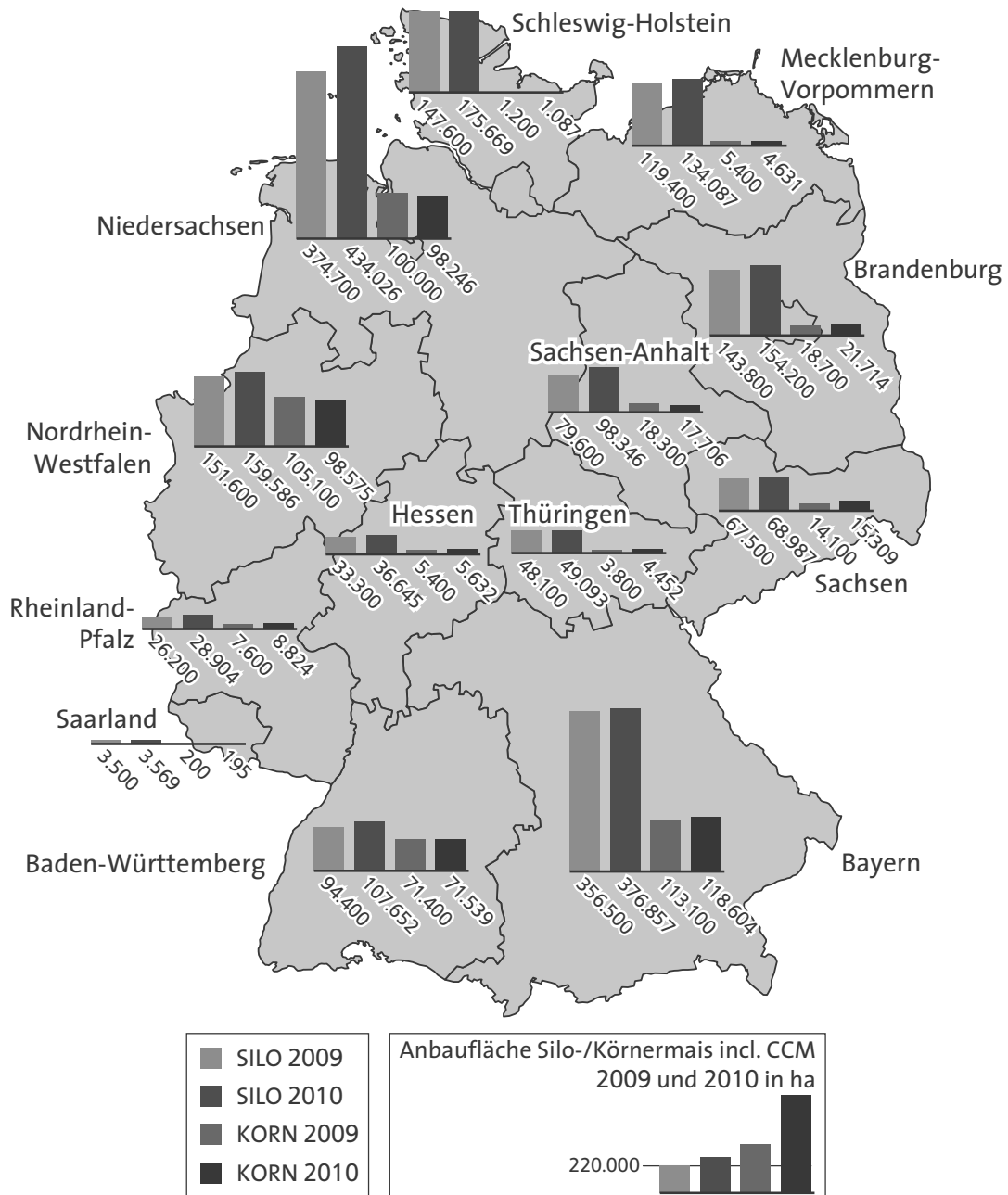
Die *Biogasanlagen sind regional sehr ungleichmäßig verteilt*. Jeweils rund ein Viertel der installierten elektrischen Anlagenleistungen entfällt auf Niedersachsen und Bayern, gefolgt von Baden-Württemberg mit rund 9 Prozent (Kompetenzzentrum 2010, S. 9). Dies spiegelt sich in den Anbauflächen für Silomais nach Bundesländern wider (Abb. V.2). In Niedersachsen beispielsweise lag der Energiemaisanteil an der Maisanbaufläche im Jahr 2010 bei ca. 35 Prozent. Dabei gibt es innerhalb der Bundesländer wiederum erhebliche regionale Unterschiede. In vier niedersächsischen Landkreisen (Soltau-Fallingb., Celle, Oldenburg, Cloppenburg) mit einem hohen Bestand an Biogasanlagen liegt der Anteil des Energiepflanzenanbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit 17 bis 21 Prozent deutlich über dem Landesdurchschnitt (7,3 Prozent) und dem Bundesdurchschnitt (10 Prozent). Dies führt dazu, dass in Gebieten mit hoher

Biogas- und Viehdichte, wie zum Beispiel in der Weser-Ems-Region, der Maisanbau über 50 Prozent der Ackerfläche einnimmt (Kompetenzzentrum 2010, S. 12 ff.).

Durch die Ausgestaltung der EEG-Vergütung bis zur Novellierung 2011 wurden die meisten Neu- und Erweiterungsbauten von Biogasanlagen in viehstarken Regionen vorgenommen. Damit hat sich in den viehstarken Veredlungsregionen, wo schon vor dem „Biogasboom“ die Pachtpreise hoch waren, die regional vorherrschende Flächenknappheit durch die gestiegene Biogasdichte weiter verschärft. Aber auch in einigen Regionen (z. B. Celle und Soltau-Fallingb. in Niedersachsen) mit einer relativ hohen Dichte von Biogasanlagen und einer unter dem Landesdurchschnitt liegenden Viehdichte haben die Biogasanlagen die Flächenknappheit erhöht (Theuvsen et al. 2010, S. 117; WB Agrarpolitik 2012, S. 10).

Abbildung V.2

Anbaufläche von Silo- und Körnermais/CCM nach Bundesländern im Jahr 2009 und 2010



Quelle: DMK 2011

Außerdem waren insbesondere in Ostdeutschland einzelne Investoren aktiv geworden, die – gestützt auf der sicheren Planungsgrundlage des EEG – Biogasanlagen in großem Stil errichten und die hierzu benötigten

Flächen pachten oder kaufen. Auf diese Weise wurden die Wachstumsmöglichkeiten der ortsansässigen Agrarunternehmen begrenzt (WB Agrarpolitik 2012, S. 10).

Tabelle V.3

Ökologischer Landbau nach Bundesländern 2010

Bundesland	Betriebe mit ökologischem Landbau (Anzahl)	Anteil Betriebe mit ökologischem Landbau an landw. Betriebe insg. (%)	Anteil ökologisch bewirtschafteter LF an der gesamt LF (%)
Baden-Württemberg	3.042	6,8	7,0
Bayern	5.732	5,9	6,1
Berlin	6	9,1	12,4
Brandenburg	690	12,4	10,6
Bremen	11	6,8	9,8
Hamburg	28	3,6	6,8
Hessen	1.527	8,6	9,4
Mecklenburg-Vorpommern	712	15,1	8,7
Niedersachsen	1.183	2,8	2,9
Nordrhein-Westfalen	1.304	3,6	3,6
Rheinland-Pfalz	830	4,0	5,1
Saarland	117	8,9	10,6
Sachsen	389	6,2	3,7
Sachsen-Anhalt	302	7,2	4,1
Schleswig-Holstein	442	3,1	3,3
Thüringen	217	5,9	4,4
Deutschland gesamt	16.532	5,5	5,6

Quelle: Statistische Ämter 2011, S. 38 ff.

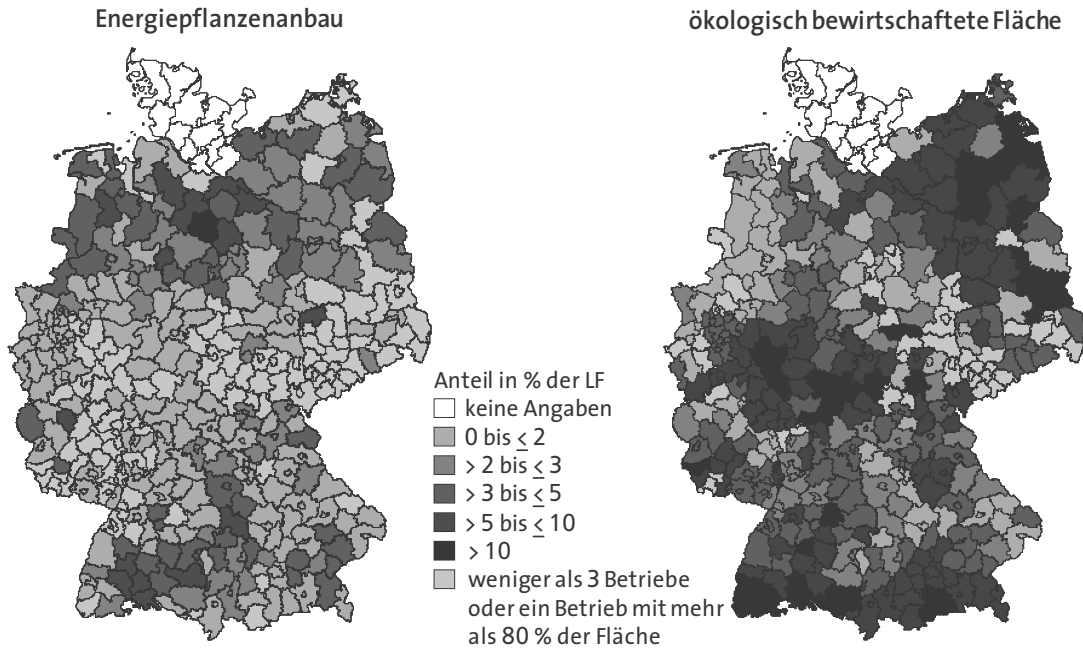
Die Flächennutzung durch den ökologischen Landbau ist ebenfalls regional sehr unterschiedlich verteilt. Hohe Anteile an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) werden bei den Flächenstaaten im nordöstlichen Teil Deutschlands (Bundesländer Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern) sowie in den alten Bundesländern Saarland, Hessen, Baden-Württemberg und Bayern erreicht (Tab. V.3). In den neuen Bundesländern ist der Anteil der Ökobetriebe an den landwirtschaftlichen Betrieben insgesamt mit 9 Prozent fast doppelt so hoch wie im früheren Bundesgebiet mit 5 Prozent, wobei seit der Landwirtschaftszählung 2007 die Zunahme der Ökobetriebe gleichermaßen in beiden Gebieten erfolgt ist.

Der Vergleich auf der Ebene der Bundesländer zeigt, dass die Schwerpunkte bei der Flächennutzung durch ökologi-

schen Anbau und Energiepflanzenanbau größtenteils unterschiedlich sind. Einen differenzierteren Einblick geben die Daten der Agrarstrukturerhebung von 2007 auf Kreisebene (Abb. V.3). Insgesamt ist in den Landkreisen, die einen überdurchschnittlichen Ökoflächenanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) aufweisen, der Anteil des Energiepflanzenanbaus relativ gering und umgekehrt. Ausnahmen bilden Landkreise in Südbayern und im östlichen Niedersachsen. Anzumerken ist, dass mit der Agrarstrukturerhebung im Jahr 2007 die Dynamik im Energiepflanzenanbau zwischen 2008 und 2011 nicht erfasst ist. Es ist allerdings davon auszugehen, dass sich die regionalen Strukturen des ökologischen Landbaus und des Energiepflanzenanbaus nicht grundlegend verändert haben (Anspach et al. 2011a, S. 44).

Abbildung V.3

Anteil des Energiepflanzenanbaus und der ökologisch bewirtschafteten Fläche an der LF gemäß Agrarstrukturerhebung 2007



Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 45, auf der Grundlage der Agrarstrukturerhebung 2007

Veränderung der Flächennutzung durch Biodiesel

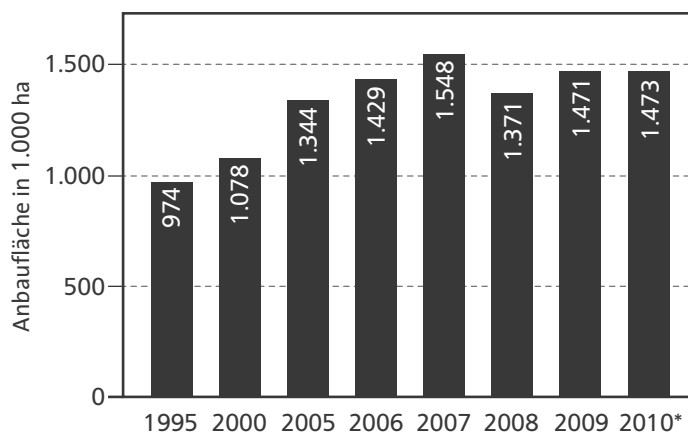
Im Gegensatz zur Biogaserzeugung ist die Rohstoffbereitstellung für die Biodieselerzeugung nicht ortsgebunden. Mit dem starken Anstieg von Biodieselerzeugung und -absatz bis 2007 ist die Anbaufläche von Raps und Rübsen um rund 50 Prozent (Abb. V.4) erhöht worden, wobei Winterraps mit einem Anteil von 99,7 Prozent die dominierende Stellung einnimmt (LEL/LfL 2011, S. 53). Rund zwei Drittel der Rapsanbaufläche werden mittlerweile für die Biokraftstoffherstellung verwendet (Kap. II.2.3). Der Ausweitung der Rapsanbaufläche stand allerdings ein Rückgang der Stilllegungsflächen im gleichen Umfang gegenüber. Einen hohen Anteil an der Ackerfläche hat Winterraps in Mecklenburg-Vorpom-

mern (19,0 Prozent), Thüringen (18,5 Prozent), Sachsen (17,6 Prozent), Sachsen-Anhalt (15,9 Prozent), Schleswig-Holstein (13,2 Prozent) und Hessen (13,6 Prozent) (Angaben für 2011, Statistisches Bundesamt 2011a). Die Schwerpunkte des Rapsanbaus stimmen teilweise mit den Schwerpunkten des ökologischen Landbaus überein.

Verbunden mit der Ausweitung der Rapsanbaufläche kam es in den letzten Jahren beim Rapsöl zu einer deutlichen Verlagerung von Nahrungsmittelverwendung hin zur Biodieselerzeugung, sodass mittlerweile 80 Prozent der Erzeugung im Nonfoodbereich verwendet wird. Gleichzeitig ist der Selbstversorgungsgrad bei Raps und Rübsen von rund 80 Prozent am Anfang des Jahrzehnts auf rund 67 Prozent im Jahr 2008/09 gesunken (LEL/LfL 2011, S. 55).

Abbildung V.4

Anbaufläche Raps und Rübsen in Deutschland (in 1 000 ha)



Quelle: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/28651/umfrage/anbauflaeche-fuer-raps-und-ruebsen-seit-1995/>

Die erhöhte Rapsproduktion in Deutschland hat nicht ausgereicht, um den Rohstoffbedarf der Biodieselerzeugung zu decken. Bei einer heimischen Produktion von rund 2 Mio. t Rapsöl und einem Verbrauch von 0,5 Mio. t als Nahrungsmittel verbleiben theoretisch 1,5 Mio. t für den Biokraftstoffmarkt. Produziert wurden aber in den letzten Jahren zwischen 2,5 und fast 3 Mio. t (Thrän et al. 2011, S. 26). Die Biodieselversorgung in Deutschland beruht daher teilweise auf dem Import von Rapssaad, Rapsöl und Biodiesel (Abb. V.5).

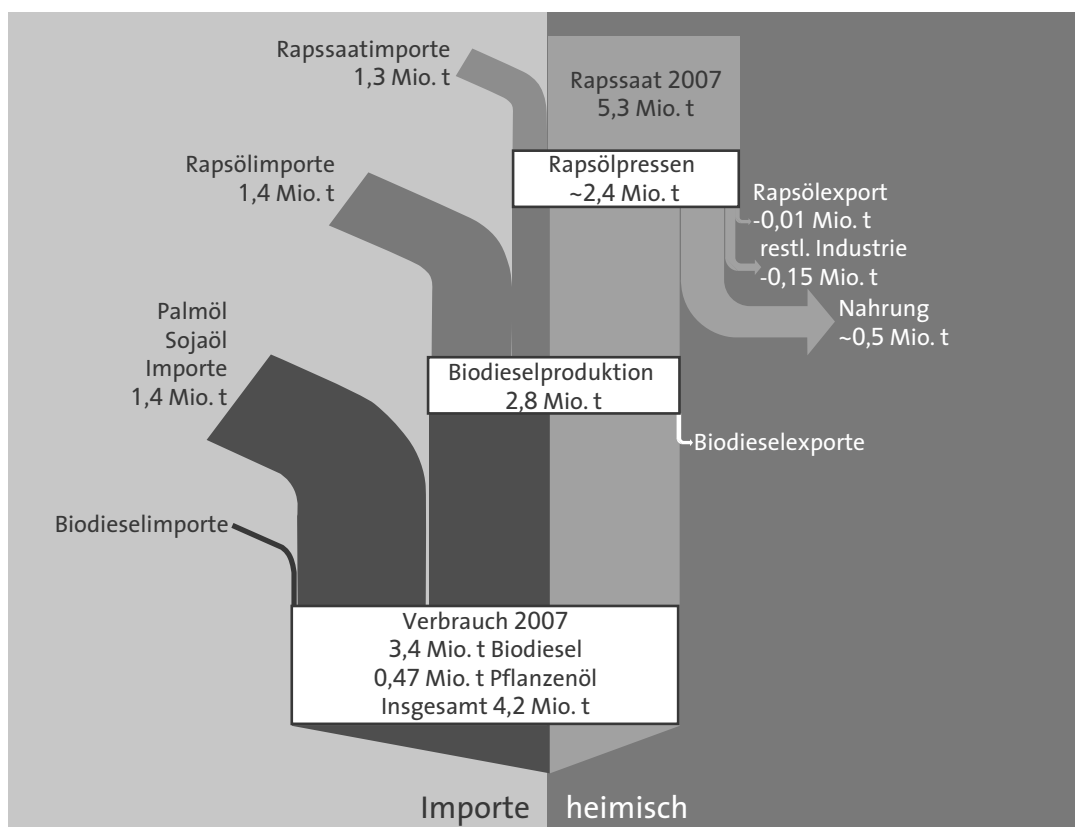
Im Ergebnis ist der Bereich Biodiesel bisher nicht durch inländische Flächenkonkurrenz, sondern durch Nutzungskonkurrenzen und eine zunehmende Internationalisierung der Biokraftstoffmärkte gekennzeichnet.

Auswirkungen auf Pachtpreise

Der Anteil der Pachtflächen an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche Deutschlands betrug 60 Prozent im Jahr 2010 (Statistische Ämter 2011, S. 22). Der landwirtschaftliche Strukturwandel, soweit er den Faktor Boden betrifft, erfolgt größtenteils über den Pachtweg. Verfügbarkeit von Pachtflächen und die Höhe des Pachtentgelts haben deshalb wesentlichen Einfluss auf die Entwicklungsfähigkeit von landwirtschaftlichen Betrieben. Die Spannweite der Pachtentgelte in Deutschland ist groß (Abb. V.6). Die Pachtentgelthöhe ist von den erzielbaren Erlösen geprägt und damit abhängig von der Intensität der landwirtschaftlichen Produktion. Hohe Pachtentgelte finden sich in Regionen mit intensiver Veredlung, mit bedeutender Milchwirtschaft, umfangreichem Feldgemüseanbau und hohem Rebflächenanteil (Statistische Ämter 2011, S. 22).

Abbildung V.5

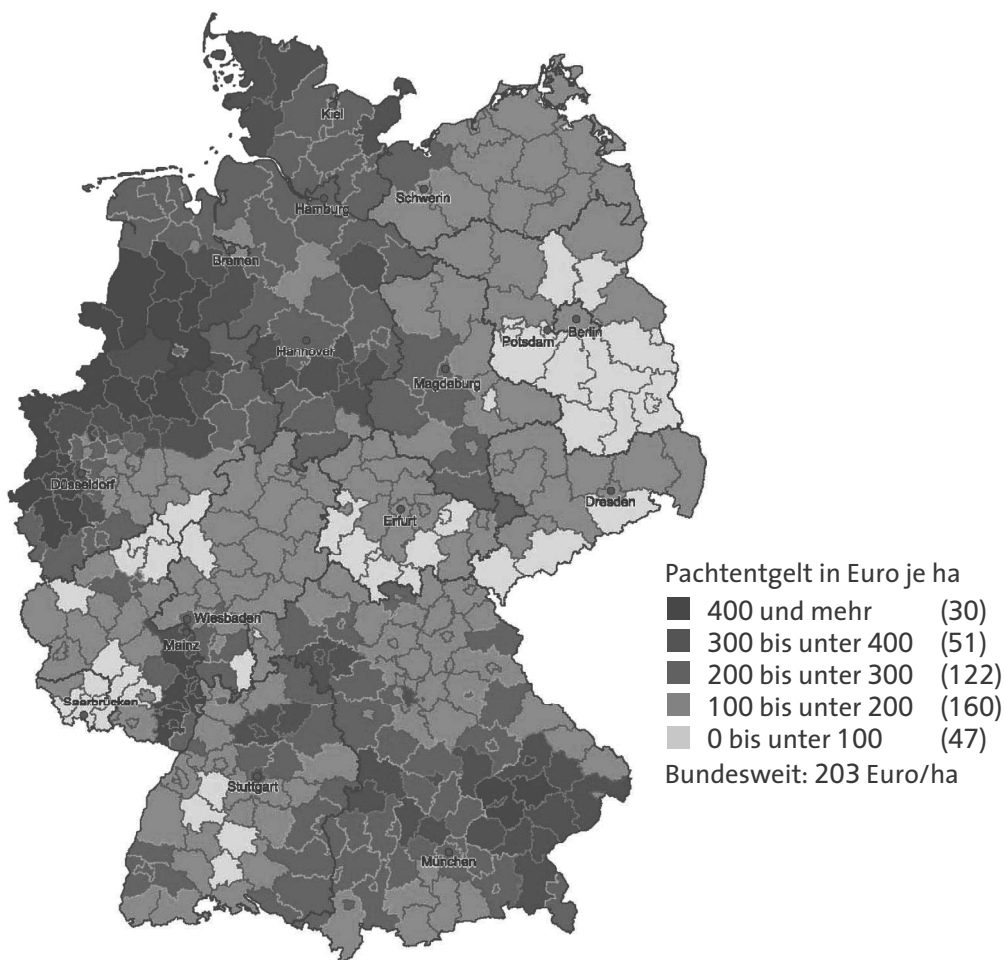
Produktion und Verbrauch von Biodiesel und Pflanzenöl in Deutschland 2007



Quelle: Thrän et al. 2011, S. 26

Abbildung V.6

Durchschnittliche Pachtentgelte 2010 in den kreisfreien Städten und Landkreisen

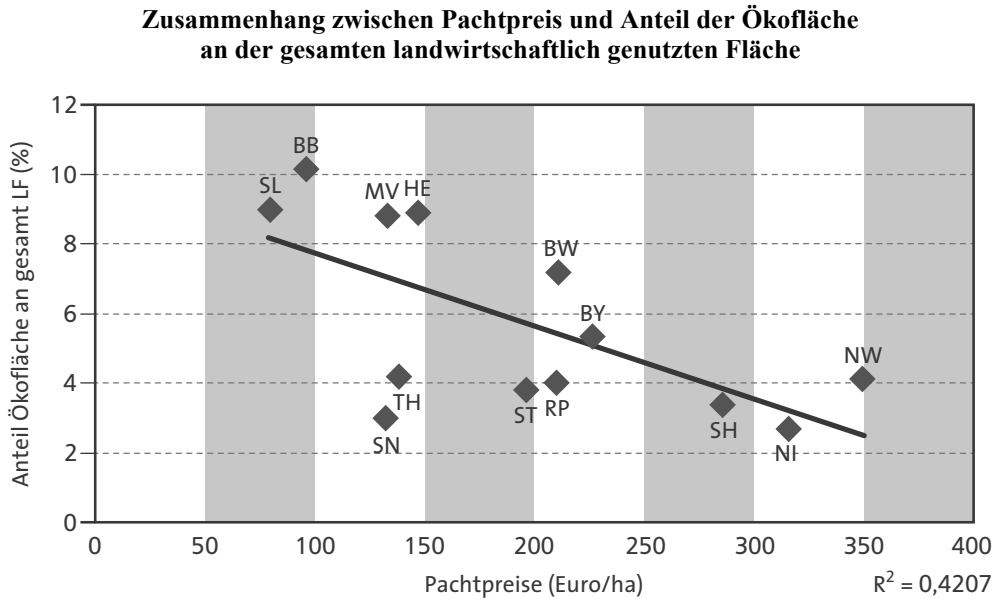


Quelle: Statistische Ämter 2011, S. 23

Insbesondere für Westdeutschland gilt, dass in Bundesländern mit einem geringeren durchschnittlichen Pachtpreisniveau der prozentuale Anteil ökologisch bewirtschafteter Fläche höher ist als in Bundesländern mit einem höheren durchschnittlichen Pachtpreisniveau (Abb. V.7)

(Anspach et al. 2011a, S. 46). Dies korrespondiert mit den Schwerpunkten des ökologischen Landbaus in benachteiligten Gebieten und bei der Grünlandbewirtschaftung mit Mutterkuhhaltung (Kap. II.1.3).

Abbildung V.7



Quelle: Baumgart et al. 2011, S. 38

In den letzten 5 Jahren hat ein Anstieg der Pachtpreise stattgefunden, vor allem in Veredlungsregionen. Hohe Viehbesatzdichte, Umweltschutzaufgaben (z. B. Düngebilanz) und Ausbau der Biogaserzeugung in den viehstarken Regionen hatten dort wesentlichen Anteil am starken Anstieg der regionalen Pachtpreise (Rauh 2010; Theuvsen et al. 2010, S. 38 ff.). Biogasanlagen ermöglichen unter dem EEG 2009 eine wirtschaftliche Verwertung des Maises, die mit der Viehhaltung in den Sektoren Milch und Rindfleisch nachhaltig kaum zu erzielen war (WB Agrarpolitik 2012, S. 10).

Eine Untersuchung von fünf Regionen in Niedersachsen ergab, dass Biogasbetriebe durchweg höhere Pachtpreise für Ackerland zahlen als Betriebe ohne Biogasanlage und höhere Grenzpatchpreise angeben. In den viehstarken Regionen sind die Unterschiede zwischen Biogasbetrieben und Betrieben ohne Biogasanlage sowohl bei den gezahlten Ackerpachtpreisen als auch bei den Grenzpatchprei-

sen für Ackerflächen teilweise extrem. Dichte der Biogasanlagen und Entfernung zur nächsten Biogasanlage hatten einen deutlichen Einfluss auf die Pachtpreisentwicklung (Theuvsen et al. 2010, S. 96 ff.).

Als *Grenzpatchpreis* wird der höchste wirtschaftliche Pachtpreis, den ein Betrieb für eine bestimmte Fläche zahlen kann, bezeichnet. In Modellkalkulationen für Ökobetriebe und Biogasanlagen (Annahmen beschrieben in Kap. V.1.1) wurde der Grenzpatchpreis bestimmt durch den aus der Produktion erzielbaren durchschnittlichen Deckungsbeitrag der Fruchtfolge minus Kosten für Mehrarbeit, flächengebundene Gemeinkosten (z. B. Beitrag zur Berufsgenossenschaft, Grundsteuer) und zusätzlichen Flächenkosten (z. B. für Drainage, Bodenverbesserung, Wegekosten) (Baumgart et al. 2011, S. 45). Auf dieser Basis ergeben sich maximale Pachtpreise zwischen 467 und 596 Euro/ha, die von ökologischen Betrieben gezahlt werden können (Tab. V.4).

Tabelle V.4

Grenzpatchpreise typischer ökologischer Modellbetriebe

Kennzahl	Milchvieh Nordwest- niedersachsen	Ackerbau Süd- niedersachsen	Ackerbau Hohenlohe	Ackerbau Bayern
Betriebsfläche	77 ha	80 ha	46 ha	65 ha
Deckungsbeitrag	623 Euro/ha	357 Euro/ha	287 Euro/ha	339 Euro/ha
Lohnansatz (15 Euro/h)	450 Euro/ha	150 Euro/ha	157 Euro/ha	135 Euro/ha
zusätzliche Gemeinkosten	65 Euro/ha	65 Euro/ha	65 Euro/ha	65 Euro/ha
zusätzliche Flächenkosten	48 Euro/ha	48 Euro/ha	48 Euro/ha	48 Euro/ha
Grenzpatchpreis ohne Prämien	60 Euro/ha	94 Euro/ha	17 Euro/ha	91 Euro/ha
Prämien	432 Euro/ha	427 Euro/ha	450 Euro/ha	505 Euro/ha
Grenzpatchpreis mit Prämien	492 Euro/ha	521 Euro/ha	467 Euro/ha	596 Euro/ha

Quelle: Baumgart et al. 2011, S. 46 f.

Die Modellkalkulation der Grenzpatchpreise für Biogasanlagen beruht auf einer silomaisbetonten Fruchtfolge mit 80 Prozent Mais und 20 Prozent Winterweizen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Vergütungsbedingungen des EEG 2009 haben gezeigt, dass Betreiber von Biogasanlagen in Abhängigkeit von der Anlagenleistung einen maximalen Preis zwischen 32 und 40 Euro/t Mais bezahlen können, bei voller Entlohnung von eingesetztem Kapital und eigener Arbeit (Kap. V.1.1). Für drei verschiedene Silomaispreise (30, 35, 40 Euro) wurde mit der gleichen Vorgehensweise wie bei den Ökobetrieben der Grenzpatchpreis kalkuliert. Für die Deckungsbeitragsrechnung des Silomais wird davon ausgegangen, dass der Biogasanlagenbetreiber die Ernte und den Transport für den Mais übernimmt. Der Maislieferant bekommt aus der Biogasanlage Gärsubstrat zurück und übernimmt die Kosten der Ausbringung selbst (Baumgart et al. 2011, S. 49). Die errechneten Grenzpatchpreise bewegen sich zwischen etwa 500 und 900 Euro/ha (Tab. V.5).

Die Analyse der Grenzpatchpreise zeigt, dass es für Betriebe, die Silomais für Biogasanlagen produzieren, unter den Bedingungen des EEG 2009 möglich war, hohe Deckungsbeiträge zu erzielen und damit auch hohe Grenzpatchpreise bis über 900 Euro/ha zu zahlen. Für Biobetriebe mit einer klassischen Druschfruchtfolge und einem geringen Anteil an Hackfrüchten in der Fruchtfolge oder für Milchviehbetriebe sind Patchpreise dieser Größenordnung nicht realisierbar. Die maximalen Patchpreise der hier untersuchten Betriebe liegen zwischen 450 und 600 Euro/ha (Tab. V.4). Dabei muss beachtet werden, dass die Prämien bei den Biobetrieben einen wesentlich größeren Einfluss auf die Grenzpatchpreise haben, als dies bei konventionellen Betrieben der Fall ist (Baumgart et al. 2011, S. 50).

Ein wichtiger Faktor bei der Höhe von Pachten ist die räumliche Dichte von preistreibenden Produktionen, wie Biogas und Veredelung. Für Veredelungsbetriebe ist ein Status als landwirtschaftlicher Betrieb ökonomisch von großem Vorteil, da die Betriebe auf diese Weise steuerliche Vorteile gegenüber einer gewerblichen Produktion haben. Um den landwirtschaftlichen Status zu behalten, müssen die Betriebe im Verhältnis zum Tierbesatz eine entsprechende Flächenausstattung haben. Deshalb sind sie bereit, für die „letzten“ Hektar eine relativ hohe Pacht zu zahlen. Handelt es sich um eine Region mit einer hohen Veredelungsdichte, werden viele „letzte“ Hektar benötigt, was sich sehr stark auf die regionalen Patchpreise auswirkt. Ähnlich verhält es sich in Regionen mit einer großen Dichte von Biogasanlagen. Die meisten Anlagen werden mit einem hohen Anteil von Fremdkapital finanziert. Vor der Kreditvergabe verlangen die Banken zumeist einen Nachweis, dass die Anlagenbetreiber ausreichend Fläche zum Betreiben der Anlagen vorweisen können. Deshalb sind die Anlagenbetreiber ebenfalls bereit, für die „letzten“ Hektar einen relativ hohen Patchpreis zu bezahlen. Wenn in einer Region viele Biogasanlagen stehen und viele Betreiber die „letzten“ Hektar Patchfläche brauchen, hat das wiederum einen starken Einfluss auf den regionalen Patchmarkt. Gibt es in einer Region eine hohe Veredelungs- und Biogasdichte, kommen beide Faktoren zusammen, was den Druck auf den Patchmarkt nochmals verstärkt (Baumgart et al. 2011, S. 51). Wie zuvor aufgezeigt, sind hauptsächlich konventionelle Betriebe betroffen, da der ökologische Landbau in diesen Regionen nur schwach vertreten ist. Der geringe Anteil ökologischer Betriebe im Veredelungsbereich ist eher durch Umstellungshemmnisse wie hohe Umstellungskosten, unsichere Nachfrage und unzureichende Förderung bedingt (Kap. III.1). Inwieweit die steigenden Patchpreise ansonsten möglicherweise erfolgte Umstellungen verhindert haben, dazu liegen keine Untersuchungen vor.

Tabelle V.5

Grenzpatchpreise bei verschiedenen Maiszukaufspreisen

Kennzahl	Preis Maissilage		
	30 Euro/t	35 Euro/t	40 Euro/t
<i>Deckungsbeitrag</i>	<i>535 Euro/ha</i>	<i>735 Euro/ha</i>	<i>935 Euro/ha</i>
Lohnansatz (15 Euro/ha)	150 Euro/ha	150 Euro/ha	150 Euro/ha
zusätzliche Gemeinkosten	65 Euro/ha	65 Euro/ha	65 Euro/ha
zusätzliche Flächenkosten	48 Euro/ha	48 Euro/ha	48 Euro/ha
<i>Grenzpatchpreis ohne Prämien</i>	<i>272 Euro/ha</i>	<i>472 Euro/ha</i>	<i>672 Euro/ha</i>
Prämien	270 Euro/ha	270 Euro/ha	270 Euro/ha
<i>Grenzpatchpreis mit Prämien</i>	<i>542 Euro/ha</i>	<i>742 Euro/ha</i>	<i>942 Euro/ha</i>

Quelle: Baumgart et al. 2011, S. 49

1.3 Zukünftige Konkurrenzsituation unter bisherigen Rahmenbedingungen

Einzelne Untersuchungen liegen vor, wie sich die Flächenkonkurrenz unter den derzeitigen Rahmenbedingungen bzw. den bis letztes Jahr geltenden EEG-Regelungen in den nächsten Jahren entwickeln würde.

Dies sind zum einen Untersuchungen im Rahmen der vTI-Baseline 2009 bis 2019 mit dem Betriebsgruppenmodell FARMIS (Offermann et al. 2010), einem statisch-komparativen Betriebsgruppenmodell auf der Grundlage der deutschen Testbetriebsdaten, das landwirtschaftliche Aktivitäten auf Betriebsebene detailliert abbildet und projiziert. Danach wird der Energiepflanzenanbau in Deutschland in allen vier Regionen¹ unter den bisher gegebenen Rahmenbedingungen in den nächsten 10 Jahren weiter substantiell zunehmen (Abb. V.8). Im Gegensatz dazu dehnt sich die Fläche des ökologischen Landbaus nach den Modellergebnissen kaum aus. In den südlichen und östlichen Bundesländern ist sogar ein Rückgang zu beobachten. Dieser Rückgang ist primär auf exogene Annahmen zum Strukturwandel sowie auf die gesunkene re-

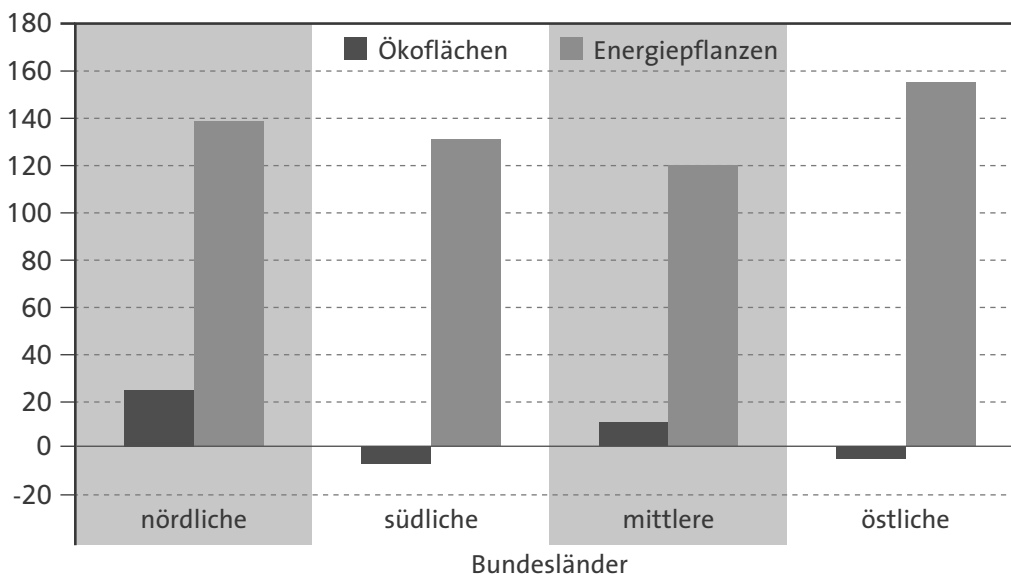
lative Vorzüglichkeit der Ökoproduktion zurückzuführen. Zu berücksichtigen ist bei den Ergebnissen allerdings, dass im Rahmen der Analyse eine Umstellung auf Ökolandbau nicht explizit abgebildet wurde. Da die Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus von verschiedenen Faktoren (beispielsweise von der Anzahl und der Leistung von Biogasanlagen), abhängt, die nicht alle im Modell abgebildet werden konnten, zeigt die Abbildung V.8 in erster Linie das künftige Potenzial bzw. die Wettbewerbsfähigkeit des Energiepflanzenanbaus, wenn die Förderpolitik der Vergangenheit fortgesetzt würde (Anspach et al. 2011a, S. 50).

Hinweise auf die längerfristige Dynamik im Energiepflanzenanbau, die unter dem EEG 2009 zu erwarten war, liefern außerdem die Modellergebnisse von Gömann et al. (2010) auf der Grundlage des Regionalmodells RAUMIS. Ausgehend von einem geschätzten Flächenumfang von 600 000 ha Energiemais für 2009, würde sich nach den Modellabschätzungen unter den Bedingungen des EEG 2009 die Energiemaisfläche auf rund 2 Mio. ha im Jahr 2020 erhöhen. Wie die Abbildung V.9 zeigt, würde die Ausdehnung unter anderem auch in Regionen stattfinden, in denen der Ökolandbau heute relativ stark vertreten ist (beispielsweise in Hessen). Die in der Modellanalyse bestimmte Flächenausdehnung spiegelt in erster Linie die Wettbewerbsfähigkeit und damit das Verdrängungspotenzial der Energiemaisproduktion wider (Anspach et al. 2011a, S. 50 f.).

¹ Die nördlichen Bundesländer umfassen Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein, Hamburg, die südlichen Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern, die östlichen Bundesländer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen sowie die mittleren Bundesländer Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland.

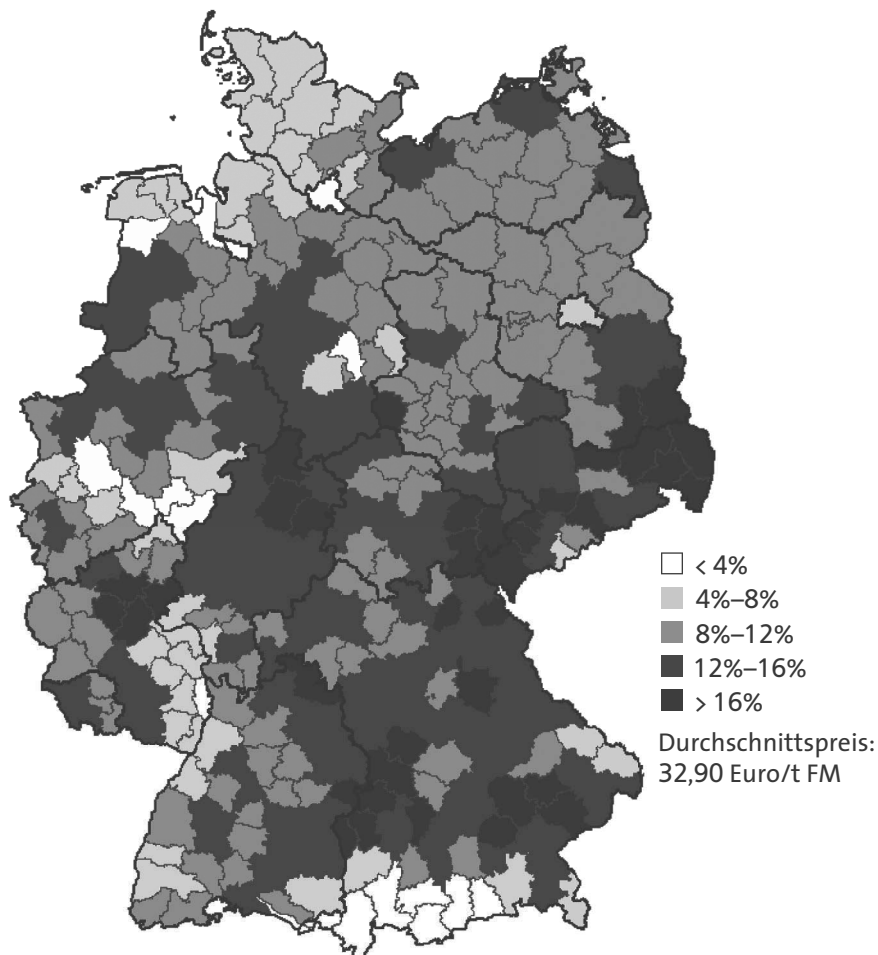
Abbildung V.8

Modellergebnisse zur Entwicklung der Flächennutzung durch ökologischen Landbau und Energiepflanzenanbau zwischen 2007/2009 und 2019



Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 50

Abbildung V.9

**Regionaler Anteil der Energiemaisfläche 2020 bei unterstelltem Fortbestehen des EEG 2009
in Prozent der LF**

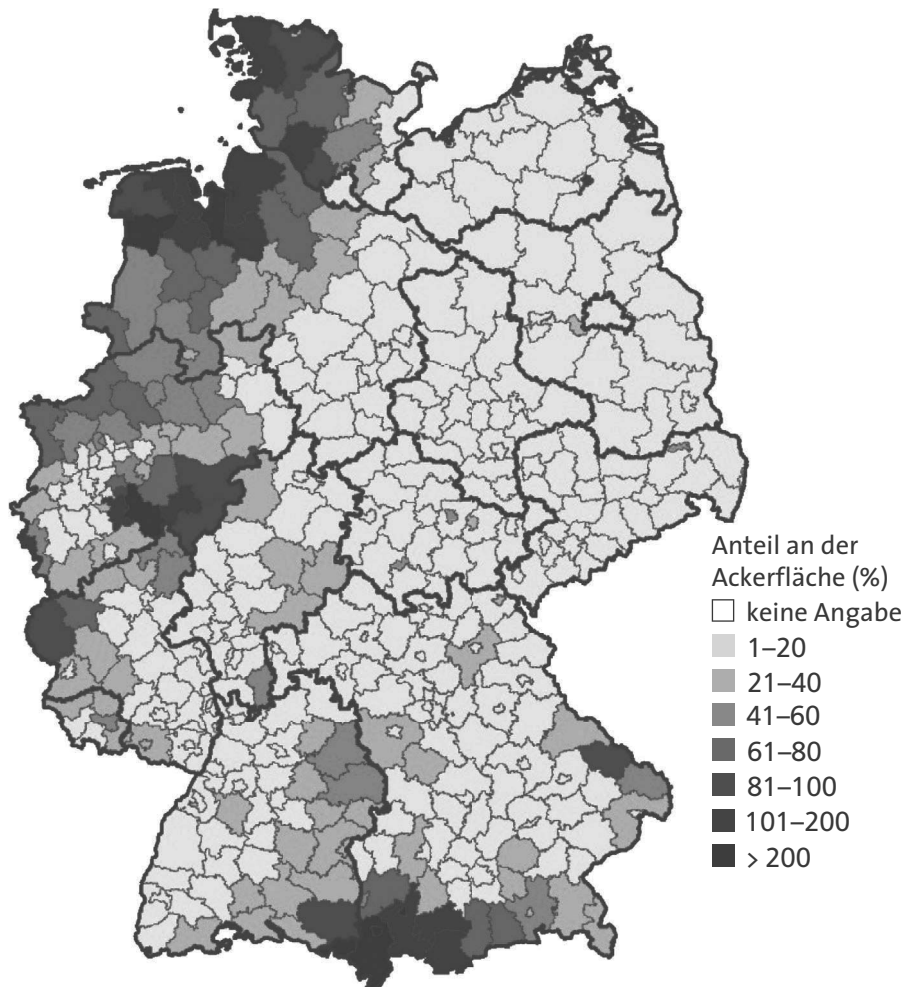
Quelle: Görmann et al. 2010, S. 51

Schließlich ist von Thiering/Bahrs (2011) die Wirkung des Güllebonus, der mit dem EEG 2009 eingeführt worden war und der als Aufschlag auf den Bonus für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe gewährt wurde, auf die Flächennutzung untersucht worden. Dabei wurde abgeschätzt, welcher Ackerflächenbedarf für Energiemais als Kosubstrat entstehen würde, wenn die viehhaltenden Betriebe ihren eigenen Wirtschaftsdünger in jeweils einer eigenen Biogasanlage mit 150 kW_{el} Leistung und einem Substratanteil von 35 Prozent Wirtschaftsdünger vergä-

ren. In den meisten Regionen Deutschlands wären dann unter 20 Prozent der Ackerfläche erforderlich. Anders stellt sich die Situation in den Veredlungsregionen Nordwestdeutschlands und in Dauergrünlandregionen mit hohem Anteil an Milchproduktion in Norddeutschland sowie Teilen Süd- und Westdeutschlands dar, wo 60 bis mehr als 200 Prozent der eigentlich verfügbaren Ackerfläche genutzt werden müssten, wenn unter den getroffenen Annahmen der betriebliche Wirtschaftsdünger vollständig in der Biogasproduktion eingesetzt würde (Abb. V.10).

Abbildung V.10

Erforderliche Ackerfläche für Energiemais in Prozent der regional verfügbaren Ackerfläche bei Vergärung betriebseigenen Wirtschaftsdüngers mit 35 Prozent Masseanteil in Biogasanlagen (mit einer Mindestgröße von 150 kW)



Quelle: Thiering/Bahrs 2011

Die Flächenkonkurrenz wäre damit besonders ausgeprägt in der Veredlungsregion Nordwestdeutschlands, wo die Zahlungsbereitschaft für die Bodennutzung schon in der Vergangenheit ein sehr hohes Niveau erreicht hatte. Dies stimmt mit dem beobachteten weiteren Anstieg der Pachtpreise überein (Kap. V.1.2). In Regionen mit hohem Dauergrünlandanteil und Milchproduktion führten die hohen betriebswirtschaftlichen Vorteile von Energiemais bei knappem Ackerland ebenfalls zu steigenden Pachtpreisen und steigerten die Motivation, Grünland umzubrechen, soweit dies im Rahmen der Cross-Compliance-Regelungen bzw. des Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetzes möglich ist (Thiering/Bahrs 2011). Ohne Änderung des EEG wäre damit zu rechnen gewesen, dass die Rinderhaltung in den kommenden Jahren und Jahrzehnten schrittweise immer stärker durch Biogas verdrängt worden wäre (Thiering/Bahrs 2011; WB Agrarpolitik 2012, S. 10).

Mit dem neuen EEG 2012 wird die Zielsetzung verfolgt, den Problembereichen Flächenkonkurrenz in den einzel-

nen Regionen und zunehmender Energiemaisanbau Rechnung zu tragen. Dazu sollen folgende neue Regelungen beitragen (BMU 2011b u. 2011c):

- Der Einsatz von Mais und Getreidekorn ist auf 60 Prozent (massebezogen) begrenzt.
- Biogasanlagen müssen als Mindestanforderungen entweder 60 Prozent Wärmenutzung oder 60 Prozent Gülleeinsatz nachweisen oder den Strom direkt vermarkten (z. B. in der Marktprämie).
- Der Güllebonus ist abgeschafft und das Vergütungssystem mit zwei Einsatzstoffvergütungsklassen (Substratbonus, Reststoffbonus) vereinfacht worden.
- Das Vergütungsniveau wurde um 10 bis 15 Prozent abgesenkt, sodass die Vergütung für eine typische 150-kW-Anlage von bisher rund 0,26 Euro/kWh auf nun 0,20 bis 0,22 Euro/kWh verringert ist.

Außerdem ist eine Sonderkategorie für kleine Hofanlagen mit bis zu 75 kW mit mindestens 80 Prozent Gülleeinsatz (dies entspricht etwa Gülle von mindestens 240 GVE [Großvieheinheiten]) und 0,25 Euro/kWh Vergütung eingeführt worden (BMU 2011c). Damit sollen ungenutzte Güllepotenziale erschlossen und Methanemissionen aus der Gülle vermieden werden, als zusätzlicher Klimaschutzbeitrag.

Der WB Agrarpolitik (2011, S. 11) hatte einen obligatorischen Gülleanteil von 95 Prozent (massebezogen) für kleine Hofanlagen gefordert. Weitere vorgetragene Kritik am neuen EEG ist, dass die Förderung großer Biogasanlagen und die unzureichende Begrenzung des Maiseinsatzes zu Lasten einer dezentralen und regionalverträglichen Energieerzeugung in bäuerlicher Hand ginge (Stodieck 2012, S. 14). Es liegen noch keine wissenschaftlichen Analysen zum neuen EEG 2012 vor, die abschätzen,

- ob die neue Vergütungsstruktur und -höhe ausreicht, um die bisherige hohe wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Biogaserzeugung zu beenden und die starke Ausdehnung des Energiemaisanbaus zur Biogaserzeugung abzubremesen,
- ob die neuen Regelungen zur Begrenzung des Einsatzes von Mais und Getreidekorn sowie zur Mindestanforderung beim Gülleeinsatz bewirkt, dass die bisherige starke regionale Konkurrenzsituation in den nordwestdeutschen Veredlungsgebieten und einigen Gebieten mit hoher Milchviehhaltung aufgehoben wird,
- ob die Sonderkategorie für Gülleanlagen und weitere Änderungen ausreichen, um eine stärkere Nutzung der Wirtschaftsdüngerpotenziale und eine Verlagerung des weiteren Ausbaus der Biogasnutzung von Energiepflanzen hin zu landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen zu erreichen.

Nur auf dieser Basis könnten Aussagen zur zukünftigen Nutzungs- und Flächenkonkurrenz durch die Biogaserzeugung sowie zur zu erwartenden Nutzung von Wirtschaftsdüngern gemacht werden.

2. Einflussfaktoren auf die zukünftige Entwicklung von Flächenkonkurrenzen

In diesem Kapitel werden wichtige Faktoren diskutiert, die die zukünftige potenzielle „Flächenfreisetzung“ einerseits und den Flächenbedarf für Bioenergieerzeugung und Ökolandbau andererseits beeinflussen und damit die weitere Entwicklung möglicher Flächenkonkurrenzen bestimmen.

2.1 Landwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung

Zukünftige Ertragssteigerungen haben erheblichen Einfluss darauf, in welchem Umfang der Energiepflanzenanbau ausgedehnt werden kann, ohne die Nahrungsmittelproduktion zu beeinträchtigen und damit die Lebensmittelpreise unter Druck zu setzen. Die landwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung ist schwierig abzuschätzen, da sie

von zahlreichen Einflussfaktoren und komplexen Zusammenhängen bestimmt wird.

Konventionelle Landwirtschaft

In den letzten 50 Jahren sind erhebliche Ertragssteigerungen erzielt worden, und die landwirtschaftliche Produktion ist schneller gewachsen als die Weltbevölkerung (Royal Society 2009, S. 12 f.). Allerdings haben sich auf globaler Ebene die Ertragszuwächse in den letzten beiden Jahrzehnten deutlich verringert (Alston et al. 2009; Foresight 2011, S. 68). Dafür wird eine Reihe von Gründen genannt (Meyer 2011):

- niedrigere Ertragszuwächse durch Züchtung bei schon erreichtem hohem Ertragsniveau und genetischen Ertragsobergrenzen;
- geringerer Zuwachs bei den öffentlichen Ausgaben für landwirtschaftliche Forschung und Entwicklung;
- tendenzielle Änderung der Forschungsschwerpunkte in den Industrieländern von Ertragssteigerung zu Fragen der Umweltverträglichkeit, Lebensmittelsicherheit und -qualität;
- zunehmende Differenz zwischen kapitalintensiven Innovationen für Landwirte in Industrieländern und dem Innovationsbedarf der Kleinbauern in Entwicklungsländern;
- starker Rückgang des Anteils der Landwirtschaft an der Entwicklungshilfe.

In den letzten Jahren ist von verschiedener Seite die Dringlichkeit höherer Investitionen in die landwirtschaftliche Forschung und Produktion betont worden (Foresight 2011; IAASTD 2009; Royal Society 2009; World Bank 2007; Worldwatch Institute 2011). Von ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen ist abhängig, inwieweit zukünftig wieder höhere Ertragssteigerungen erzielt werden können.

Im langfristigen Trend haben sich die Erträge im Pflanzenbau um 1 bis 1,5 Prozent jährlich erhöht (Anspach et al. 2011a, S. 27). In der letzten Dekade haben sich die Erträge vieler Kulturen in Deutschland in der Praxis jedoch kaum noch verändert, sondern unterliegen den normalen witterungsbedingten Schwankungen (BMELV 2010a, S. 98). Das DBFZ erwartet für etablierte Feldfrüchte in den nächsten Jahren in Deutschland nur noch moderate Ertragssteigerungen von 0,6 Prozent pro Jahr (Thrän et al. 2011, S. 71). Auf globaler Ebene wird es für möglich gehalten, dass die Nahrungsmittelproduktion mit verbesserten Technologien bis 2050 um 50 Prozent gesteigert werden kann, ohne zusätzliches Land zu beanspruchen (Jaggard et al. 2010).

Die Pflanzenzüchtung hat in der Vergangenheit etwa zur Hälfte zur Ertragserhöhung beigetragen. Es gibt Anzeichen, dass die Züchtung zumindest bei einigen wichtigen Kulturarten allmählich eine Ertragsobergrenze erreicht. Trotzdem werden gute Chancen gesehen, auch zukünftig züchterische Ertragssteigerung zu erzielen (Jaggard et al. 2010).

Grundsätzlich besteht eine Ertragslücke zwischen dem züchterisch erreichten Ertragspotenzial und dem in der landwirtschaftlichen Praxis realisierten Ertrag, die in Entwicklungsländern oftmals besonders groß ist. Es ist daher zwischen der Ertragsentwicklung in der Forschung bspw. in Landessortenversuchen und der Praxis auf den landwirtschaftlichen Betrieben zu differenzieren. So werden von Seiten der Pflanzenzüchtung zum Teil sehr große Züchtungsfortschritte für die nächsten Jahre prognostiziert: Beispielsweise erwartet die KWS eine Verdopplung der Silomaisserträge innerhalb von 10 Jahren (Schmidt 2006). Tatsächlich zeigen auch Landessortenversuche beim Silomais einen deutlichen Züchtungs- und damit Ertragsfortschritt in den zurückliegenden 20 Jahren. In der gleichen Periode haben sich jedoch in der Praxis die durchschnittlichen Erträge nicht verändert. Dies könnte unter anderem darin begründet liegen, dass bei einem zunehmenden Anbauumfang in der Praxis stärker auf weniger gut geeignete Standorte ausgewichen werden muss, sodass das genetische Ertragspotenzial nicht ausgeschöpft werden kann (Anspach et al. 2011a, S. 27).

Ökologischer Landbau

Die Erträge im ökologischen Landbau der Industrieländer sind in der Regel niedriger als in der konventionellen Landwirtschaft, aufgrund der umweltverträglicheren Produktionsgestaltung, insbesondere dem Verzicht auf Mineraldünger und synthetische Pflanzenschutzmittel. Allgemein wird angegeben, dass die Ernteerträge pro ha im ökologischen Landbau um 10 bis 40 Prozent geringer sind. Es gibt eine erhebliche Spannweite bei vorliegenden Versuchsergebnissen mit Ertragsvergleich, in Abhängigkeit von Kultur, Standort und Untersuchungsdesign (Badgley et al. 2007; de Ponti et al. 2012). Der Betriebsvergleich im Rahmen der vTI-Analyse der wirtschaftlichen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe weist hohe Ertragsunterschiede aus, für 2010/2011 beispielsweise einen Weizenanbau von 30,8 dt/ha für ökologische Betriebe gegenüber 63,6 dt/ha bei der konventionellen Vergleichsgruppe sowie einen Kartoffelertrag von 188,1 dt/ha bei ökologischer gegenüber 346,6 dt/ha bei konventioneller Bewirtschaftung (vTI 2012). Eine aktuelle Metaanalyse von Ertragsdaten (wobei 85 Prozent der Datensets aus Europa und Nordamerika stammten) kommt zu dem Ergebnis, dass aktuell die Erträge im ökologischen Landbau im Durchschnitt bei 80 Prozent der konventionellen Erträge liegen. Bei Soja, anderen Hülsenfrüchten, Reis und Mais ist danach die Ertragsdifferenz geringer, bei Weizen, Gerste und Kartoffeln im Durchschnitt höher. In Ländern mit intensiver Landbewirtschaftung, wie Dänemark und Niederlande, ist die Ertragsdifferenz tendenziell etwas höher (de Ponti et al. 2012).

Das niedrigere Ertragsniveau bedeutet, dass der ökologische Landbau zur Erzeugung 1 t Weizen (oder anderer pflanzlicher Produkte) mehr Ackerfläche benötigt als der konventionelle Pflanzenbau. Da über die Hälfte der pflanzlichen Produktion in Deutschland als Futtermittel in der Tierhaltung eingesetzt wird, haben diese Ertragsdifferenzen auch Auswirkungen auf den Flächenbedarf der verschiedenen Tierhaltungsverfahren. Zusätzlich kom-

men in der Tierhaltung unterschiedliche Leistungsniveaus in der Futtermittelverwertung hinzu, die den Flächenbedarf weiter differenzieren (Hirschfeld et al. 2008, S. 140). Verschiedene Studien kommen allerdings zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen, welcher zusätzliche Flächenbedarf bei einer Ausdehnung der ökologischen Landwirtschaft ausgelöst wird.

Hirschfeld et al. (2008, S. 146) haben bei einer Gesamtumstellung der deutschen Landwirtschaft auf ökologischen Landbau einen zusätzlichen Flächenbedarf von 11,5 Mio. ha oder 68 Prozent der gegenwärtig genutzten landwirtschaftlichen Fläche berechnet, unter der Annahme einer unveränderten Produktionsstruktur und unveränderter Konsummuster der Verbraucher, also bei einer statischen Betrachtung. Außerdem werden die derzeit bestehenden Ertragsdifferenzen zwischen ökologischer und konventioneller Bewirtschaftung zugrunde gelegt. Damit bleibt unberücksichtigt, dass der ökologische Landbau derzeit überdurchschnittlich auf eher ungünstigen Standorten stattfindet. Bei einer deutlichen Ausdehnung würden sich die durchschnittlichen Erträge alleine dadurch erhöhen, dass dann vermehrt auch auf Gunstandorten produziert wird.

Eine weitere Szenariostudie kommt zu dem Ergebnis, dass bei einer Ausdehnung des ökologischen Landbaus auf einen Anteil von 30 Prozent im Jahr 2030 zusätzlich 1,3 Mio. ha benötigt würden. Dem steht allerdings ein zusätzliches Flächenpotenzial von über 3 Mio. ha gegenüber, wenn sich die bisherigen Trends für die landwirtschaftliche Produktion, den Flächenverbrauch und Naturschutz bis 2030 fortsetzen würden (Simon et al. 2007).

Parallel zu einer Ausdehnung des Ökolandbaus könnte eine Veränderung des Ernährungsverhaltens (Kap. V.2.3) eintreten. Denn mit der Biokaufintensität steigt auch der Anteil der Personen, die die lebensmittelbasierten Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) erreichen. Dies zeigen Detailauswertungen auf Basis der Daten der Nationalen Verzehrsstudie II (MRI 2008), differenziert nach dem Kaufverhalten von Nichtbiokäufern und Biokäufern (Intensiv-, Gelegenheits- und Seltengruppe) (Hoffmann/Spiller 2010). Danach nimmt der Verzehr von Obst und Gemüse mit steigender Biokaufintensität zu, während der durchschnittliche Verzehr von Fleisch und Wurstwaren bei den Biokäufern signifikant niedriger ist als bei den Nichtbiokäufern (Anspach et al. 2011a, S. 57).

Ausgehend von den Ernährungsempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) mit einer Halbierung des Fleischkonsums (Kap. V.2.3) ergeben die theoretischen Berechnungen von Weitowitz (2007), dass bei einem entsprechend geänderten Ernährungsverhalten eine vollständige Umstellung auf ökologischen Landbau in Deutschland möglich wäre. Danach würden lediglich 8,4 Mio. ha für die ökologische tierische Lebensmittelproduktion benötigt, fast 1,5 Mio. ha weniger als die aktuell beanspruchte landwirtschaftliche Nutzfläche für die Tierproduktion (Anspach et al. 2011a, S. 57).

Der ökologische Landbau nimmt an der allgemeinen landwirtschaftlichen Produktivitätsentwicklung teil. Eine vergleichende Untersuchung zeigt, dass zwischen den analysierten ökologischen und konventionellen Betrieben für den untersuchten Zeitraum von 1990/2000 bis 2006/2007 keine signifikanten Unterschiede in der Produktivitätsentwicklung (gemessen als totale Faktorproduktivität) festzustellen waren. Den ökologischen Futterbau- und Verbundbetrieben ist es gelungen, ihre Produktivität in diesem Zeitraum zu steigern. Die ökologischen Ackerbaubetriebe haben zwar ein höheres Produktivitätsniveau bei Betrachtung aller Produktionsfaktoren als ihre konventionellen Vergleichsbetriebe, aber sie haben im Zeitverlauf einen Produktivitätsrückgang zu verzeichnen, sodass sich ihr Produktivitätsvorsprung verringerte (Tiedemann/Latacz-Lohmann 2011). Dies deckt sich mit der Beobachtung, dass der ökologische Betriebstyp viehloser bzw. viehschwacher Marktfruchtbetrieb Schwierigkeiten hat, die anfangs gute Ertragslage aufgrund mangelnder Verfügbarkeit organischer Dünger, reduziertem Leguminosenanbau und systembedingt engen Fruchtfolgen langfristig zu halten (Anspach et al. 2011a, S. 19).

Vom Umfang der spezifischen Forschung zum ökologischen Landbau wird abhängen, inwieweit durch züchterischen Fortschritt und verbesserte Produktionstechnik Ertragssteigerungen im ökologischen Landbau erreicht werden.

Energiepflanzenanbau

Gegenüber der Zucht für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion bestehen bei der Züchtung von Energiepflanzen je nach Kultur geringe bis stärkere Unterschiede in den Zuchtzielen. Dementsprechend fallen die Ertragssteigerungspotenziale im Energiepflanzenanbau durch Züchtungsfortschritt unterschiedlich aus.

Annähernd identische Zuchtziele bestehen beim *Raps*. Sowohl für die Herstellung von Biodiesel als auch für Speiseöl sind die Erhöhung der Erträge und des Ölgehaltes wichtige Zuchtziele. Da Raps bereits seit langem züchterisch bearbeitet wird, ist mittelfristig eher ein verhaltener Zuchtfortschritt zu erwarten (Anspach et al. 2011a, S. 28).

Bei Getreide gibt es neben einheitlichen Zuchtzielen bei Ertragssteigerung und -stabilität deutliche Unterschiede bei den Qualitätsanforderungen. Bei Brotweizen ist eine sehr gute Backfähigkeit, bei der Züchtung von Futterweizen der Stärkeertrag und bei der Erzeugung von Bioethanol aus Getreide eine hohe Ethanolausbeute wichtig. *Ethanolgetreide* sollte wie Futtergetreide einen möglichst hohen Stärkegehalt aufweisen, aber außerdem einen geringen Stickstoffgehalt haben. Langfristig ist es deshalb möglich, dass spezielle Ethanolgetreidesorten gezüchtet werden. Bei der Zucht von Ethanolgetreide ist jedoch mittelfristig eher mit einem verhaltenen Zuchtfortschritt zu rechnen (Anspach et al. 2011a, S. 28).

Bei einem Einsatz von *Getreide*, vor allem *Roggen*, als *Ganzpflanzensilage* (GPS) in Biogasanlagen liegen dage-

gen zum Teil unterschiedliche Qualitätsanforderungen und Zuchtziele vor als im Futtermittelbereich. Wenn Getreide-GPS zu einem frühen Schnittermittelpunkt, zum Beispiel zum Zeitpunkt des Ährenschiebens, geerntet wird, ist eine rasche Entwicklung im Frühjahr wichtig, während Zuchtziele wie Kornertrag oder Resistenz gegen Ährenkrankheiten unwichtig sind. Bei der Zucht von Energiegetreide zur Nutzung in Biogasanlagen sind mittelfristig leichte Verbesserungen im Ertragspotenzial zu erwarten (Anspach et al. 2011a, S. 28).

Herkömmlicher Silomais ist für die Fütterung auf einen hohen Stärkeertrag gezüchtet. Da in Biogasanlagen die Verweilzeit des Substrates deutlich größer als im Magen von Rindern ist, können auch andere Pflanzenbestandteile gut in Methan umgesetzt werden. Daher ist es möglich, auf einen hohen Biomasseertrag zu züchten, der nicht hauptsächlich auf Stärke (also Maiskörner), sondern auf Gesamttrockenmasse (also Pflanzenlänge) beruht. In der Zucht von *Energiemaissorten* gibt es bereits sehr viel versprechende Ansätze zur Erhöhung der Trockenmasseerträge durch Einkreuzung von italienischen, osteuropäischen und exotischen Sorten. Problematisch sind jedoch der hohe Wasserbedarf von Mais und die begrenzte Kältetoleranz. Daher können zwar grundsätzlich Ertragssteigerungen in der Energiemaisproduktion erwartet werden, wie sich die Ertragspotenziale jedoch mittelfristig in der Praxis niederschlagen, ist derzeit schwer absehbar (Anspach et al. 2011a, S. 28 f.).

Neben der züchterischen Bearbeitung herkömmlicher Pflanzenarten für den energetischen Einsatz werden auch neue Energiepflanzen erprobt und züchterisch bearbeitet. Im Folgenden sollen kurz wichtige Potenziale und Probleme dieser neuen Energiepflanzen skizziert werden (FNR 2010; KTBL 2009):

- *Sudangras (Sorghum sudanense)*: Sudangras wird bisher vor allem als Futterpflanze angebaut. Bisher sind erst wenige Sorten auf dem Markt. Aufgrund der Massenwüchsigkeit ist Sudangras jedoch auch als Energiepflanze interessant. Sudangras ist gegenüber Trockenheit toleranter als Mais und hat daher vor allem auf Standorten mit geringerer Wasserversorgung große Potenziale. In Gunstregionen kann sie als Zwischenfrucht nach der Gersten- oder Rapserte angebaut werden. Aufgrund des hohen Wärmebedarfs ist Sudangras nur für wärmere Ackerbaustandorte geeignet. Bei Kälteeinbrüchen drohen Ertragsdepressionen. In trockenen und heißen Jahren kann Sudangras dagegen ertragsstärker als Mais sein. Weitere Zuchtfortschritte sind zu erwarten.
- *Zuckerhirse (Sorghum bicolor)*: Die Zuckerhirse wird in erster Linie als Nahrungspflanze angebaut. Bisher sind erst wenige Sorten auf dem Markt. Sie ist mit dem Sudangras verwandt und weist ähnliche Eigenschaften auf. Aufgrund ihrer Massenwüchsigkeit und Trockentoleranz ist sie zunehmend als Energiepflanze interessant. Weitere Zuchtfortschritte sind zu erwarten.

- *Topinambur (Helianthus tuberosus)*: Topinambur wird in erster Linie als Nahrungspflanze angebaut und stammt aus Nordamerika. Als Energiepflanze ist Topinambur durch seine Massenwüchsigkeit und Mehrjährigkeit interessant. Bei der Bioethanolgewinnung beträgt der Flächenethanolertrag inulinreicher Topinambursorten 4 600 bis 5 000 l/ha und wird nur durch die Zuckerrübe übertroffen. Grundsätzlich ist Topinambur eine sehr frostharte mehrjährige Pflanze, hohe Erträge können jedoch nur auf leichten, warmen und vor allem im Sommer ausreichend mit Wasser versorgten Standorten erreicht werden. Auf Trockenheit reagiert Topinambur mit deutlichen Ertragsverlusten. Problematisch sind die invasiven Eigenschaften von Topinambur, der aus geringen Ernteresten in Folgekulturen austreiben kann und daher eine gründliche und tiefe Bodenbearbeitung oder den Einsatz von Totalherbiziden erfordert. Züchterische Ansätze, z. B. hinsichtlich der mechanischen Bearbeitbarkeit der Knollen, wären grundsätzlich möglich, bisher sind jedoch keine züchterischen Aktivitäten in Deutschland bekannt.
- *Durchwachsene Silphie (Silphium perfoliatum L.)*: Die Durchwachsene Silphie stammt ursprünglich aus Nordamerika und ist eine sehr neue Energiepflanze, die derzeit noch nicht kommerziell, sondern nur zu Erprobungs- und Forschungszwecken angebaut wird. Die Erwartungen knüpfen sich an eine sehr hohe Massenwüchsigkeit in Verbindung mit hoher Trockentoleranz und Anspruchslosigkeit. Die Durchwachsene Silphie kann über mindestens 10 Jahre beerntet werden und soll Erträge bis zu 20 t Trockenmasse erreichen. Die Etablierung der Bestände ist derzeit jedoch noch sehr aufwendig und kostenintensiv, da die Durchwachsene Silphie im 1. Jahr sehr konkurrenzschwach gegenüber Beikräutern ist. Vor einer Etablierung der Durchwachsenden Silphie im kommerziellen Anbau sind noch intensive Forschungsarbeiten und weitere Zuchtfortschritte notwendig.

Insgesamt besteht bei Energiepflanzen die Erwartung, dass noch deutliche Ertragssteigerungen erzielt werden können. Bei Silomais und neuen Anbausystemen wie 2-Kulturen-Systemen, Miscanthus und schnell wachsenden Baumarten in Kurzumtriebsplantagen wird das Potenzial zukünftig deutlich höherer Erträge gesehen (Thrän et al. 2011, S. 71).

Auswirkungen des Klimawandels

Landwirtschaftliche Produktion ist in hohem Maße klima- und witterungsabhängig. Die infolge der Klimagasemissionen bewirkten und zukünftig eintretenden Klimaänderungen werden die landwirtschaftliche Produktivität beeinflussen. Die wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf die landwirtschaftlichen Erträge sind (Gornall et al. 2010; TAB 2011, S. 58 ff.):

- *Erhöhte Durchschnittstemperatur*: Die globale Durchschnittstemperatur wird nach Szenarienberechnungen

in Abhängigkeit von der Emissionsentwicklung bis 2100 um 2 bis 4 °C steigen, bei regionalen Unterschieden in der Temperaturveränderung. In hohen Breiten wird ein leichter Ertragsanstieg erwartet, da dort niedrige Temperaturen und kurze Vegetationsperioden ertragsbegrenzend sind. In den niederen Breiten (Tropen und Subtropen) werden dagegen Ertragsrückgänge prognostiziert, da einige wichtige Kulturpflanzen sich dort schon heute an ihrem Temperaturmaximum bewegen.

- *Veränderte Niederschläge*: Mit dem Anstieg der Durchschnittstemperaturen ist eine Veränderung der Niederschlagsmenge und -verteilung verbunden. Diese Veränderungen sind schwierig mit den verfügbaren Klimamodellen abzuschätzen. Allgemein wird eine Erhöhung der Niederschläge, regional aber auch ein Rückgang erwartet. Gleichzeitig erhöhen sich mit steigenden Temperaturen der Wasserbedarf der Pflanzen und die Verdunstung von Bodenwasser. In semi-ariden und ariden Gebieten wird mit einer Verschärfung des Wassermangels gerechnet.
- *CO₂-Düngungseffekt*: Erhöhte CO₂-Konzentrationen in der Atmosphäre führen bei vielen Pflanzen zu einem schnelleren Wachstum und höheren Erträgen. Einige Autoren argumentieren, dass die experimentell gemessenen positiven CO₂-Effekte die in der landwirtschaftlichen Praxis eintretenden Wirkungen überschätzen, weil zahlreiche limitierende Faktoren gegenüberwirken.
- *Klimavariabilität und extreme Witterungsereignisse*: Extrem hohe Temperaturen (Hitzeperioden), Dürren, Veränderung von Niederschlagsperioden, Starkniederschläge und Überflutungen sowie tropische Stürme können zu erheblichen Ernteausschlägen führen. Mit dem Klimawandel wird eine Zunahme extremer Witterungsereignisse erwartet, was einen erheblichen Risikofaktor darstellt.

Neben den direkten Wirkungen werden indirekte Effekte diskutiert. Hierzu zählen verändertes Auftreten von Krankheiten und Schädlingen, Zunahme der Bodendegradation und der Verlust landwirtschaftlicher Flächen durch einen Anstieg des Meeresspiegels. Die Zusammenhänge zwischen Klimaänderung und Krankheits- bzw. Schädlingsdruck sind komplex und die Ertragswirkungen unsicher. Höhere Temperaturen, veränderte Niederschläge und zunehmende Extremereignisse fördern Erosion, Versalzung und Abbau organischer Bodensubstanz (Kap. V.2.2). Vom Anstieg des Meeresspiegels und Sturmfluten sind insbesondere große Flussdeltas bedroht, die wichtige landwirtschaftliche Produktionsstandorte darstellen.

Die Wirkungen des Klimawandels erfordern Anpassungsmaßnahmen, sowohl in der Pflanzenzüchtung als auch bei den Anbauverfahren. Dies gilt sowohl für die Nahrungsmittelproduktion als auch für Energiepflanzen (TAB 2010, S. 153 ff.). Gleichzeitig muss die Landwirtschaft zur Reduktion von Klimagasemissionen beitragen. Diese Anpassungserfordernisse binden Ressourcen und

stellen eine Herausforderung für den Erhalt und die Steigerung landwirtschaftlicher Produktivität dar (Nelson et al. 2010). Damit wird es auf globaler Ebene noch schwieriger, die notwendigen Produktivitätssteigerungen zur Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung zu erreichen.

2.2 Verfügbare landwirtschaftliche Fläche

Die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung beinhaltet die Zielsetzung, den *Flächenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrsflächen* bis 2020 auf nicht mehr als 30 ha täglich zu begrenzen. Derzeit liegt der Flächenverbrauch in Deutschland noch deutlich höher, bei 104 ha pro Tag im Zeitraum von 2005 bis 2008 und bei 94 ha pro Tag im Zeitraum von 2006 bis 2009, wobei überwiegend Acker- und Grünland betroffen sind (Bundesregierung 2011b, S. 11). Insgesamt ist die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland in den letzten 20 Jahren um rund 2 Prozent zurückgegangen, wobei das Dauergrünland zugunsten der Ackerfläche stärker verringert wurde (BMELV 2010a, S. 83; Thrän et al. 2011, S. 73). Es ist damit zu rechnen, dass in Zukunft der Landwirtschaft weitere Fläche in moderatem Umfang verloren gehen.

Parallel zur Ausweitung des Energiepflanzenanbaus (Kap. II.2.3) hat es deutliche Veränderungen bei der Flächenstilllegung und der Ackerfläche gegeben. Die 1992 in der EU-Agrarpolitik eingeführte *obligatorische Flächenstilllegung* zur Begrenzung der Überschussproduktion wurde 2008 ausgesetzt und 2009 abgeschafft, als Reaktion auf die gestiegene Nachfrage und die hohen Agrarpreise. Schon vorher war ein zunehmender Anteil der Stilllegungsfläche für den Energiepflanzenanbau genutzt worden. Damit gingen positive Effekte der Flächenstilllegung hinsichtlich Biodiversität und Biotopvernetzung verloren, und die Flächennutzung hat sich intensiviert. Außerdem haben freiwillige Flächenstilllegungen im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen und dem Vertragsnaturschutz an ökonomischer Attraktivität verloren (Thrän et al. 2011, S. 91).

Durch den starken Rückgang der Flächenstilllegung und der Umwandlung von Grünland in Ackerland im Umfang von etwa rund 500 000 ha hat sich die in der *Nutzung befindliche Ackerfläche* (ohne Flächenstilllegung) von 1994, dem Jahr mit der höchsten Flächenstilllegung, mit 10,366 Mio. auf 11,691 Mio. ha im Jahr 2010 erhöht (BMELV 2010a, S. 84).

Neue Flächenpotenziale für den Anbau von Energiepflanzen könnten sich theoretisch aus freiwerdenden Flächen in Stagnations- und Schrumpungsregionen sowie brach fallenden Industrie- und Gewerbeflächen, militärischen Liegenschaften usw. ergeben. 2004 waren rund 12 Prozent der Siedlungs- und Verkehrsfläche Siedlungsbrachen und andere minder genutzte Flächen, was einer Fläche von ca. 5 600 km² entspricht. Die grundsätzliche Verfügbarkeit dieser Flächen aufgrund der städtebaulichen Rahmenbedingungen sowie ihre wirtschaftliche Nutzbarkeit

aufgrund der Kleinteiligkeit dieser Flächen und ihrer verstreuten und/oder ungünstigen Lage sowie der begrenzten Ertragsfähigkeit schränkt allerdings eine Mobilisierung dieses Flächenpotenzials erheblich ein (Wuppertal Institut et al. 2008, S. 115).

Im Rahmen der umfassenden Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) für den Finanzierungszeitraum 2013 bis 2020 hat die EU-Kommission eine „*Ökologisierungskomponente*“ bei den *Direktzahlungen*, das sogenannte „greening“, vorgeschlagen: In Ergänzung zu den fortbestehenden, vereinfachten Cross-Compliance-Regelungen sollen 30 Prozent des nationalen Finanzrahmens für Direktzahlungen obligatorisch an die Einhaltung von drei dem Klima- und Umweltschutz förderlichen Bewirtschaftungsmethoden gebunden werden (EK 2010a u. 2011a):

- *Erhalt von Dauergrünland*: Die für das Referenzjahr 2014 angemeldete Dauergrünlandfläche ist vom Betrieb beizubehalten, mit der Einschränkung, dass danach maximal 5 Prozent umgebrochen werden dürfen, im Falle „höherer Gewalt oder außergewöhnlicher Umstände“ auch mehr.
- *Anbaudiversifizierung*: Der Landwirt muss auf seinem Ackerland mindestens drei verschiedene landwirtschaftliche Kulturen anbauen, von denen keine 70 Prozent des Ackerlandes übersteigen und keine weniger als 5 Prozent des Ackerlands einnehmen darf.
- *Flächennutzung im Umweltinteresse*: Mindestens 7 Prozent der beihilfefähigen Fläche (ohne Dauergrünland) müssen „als im Umweltinteresse genutzte Fläche“ ausgewiesen werden. Als Beispiele werden Brachflächen, Terrassen, Landschaftselemente (wie Hecken), Pufferstreifen (entlang von Gewässern) und Aufforstungsflächen genannt.

Nach der Vorstellung der Kommission sollen Ökolandbaubetriebe diese Greeningvorgaben nicht gesondert nachweisen müssen, da sie bereits eindeutig im Umweltinteresse produzieren. Eine Umsetzung dieses Vorschlages, insbesondere des letzten Elements, würde eine Extensivierung auf einen Teil der landwirtschaftlichen Fläche bedeuten und damit einen höheren Flächenbedarf für die derzeitige landwirtschaftliche Produktion der EU bewirken.

Auf *globaler Ebene* wird erwartet, dass sich das zukünftige Bevölkerungswachstum fast ausschließlich in urbanen Räumen abspielen wird, verbunden mit dem entsprechenden Bedarf an Flächen für Siedlung, Industrie und Verkehr. Aktuell wird der jährliche weltweite Verlust an landwirtschaftlicher Fläche durch *Urbanisierung* auf 16 Mio. ha geschätzt, oftmals in hoch produktiven Gebieten (Foresight 2011, S. 57). Die steigende städtische Nachfrage könnte allerdings über steigende Nahrungsmittelpreise einen Innovationsschub und damit eine höhere Produktivität auf der verbleibenden Fläche bewirken, sodass der Verlust landwirtschaftlicher Fläche durch

Urbanisierung zumindest teilweise ausgeglichen würde (Satterthwaite et al. 2010).

Weltweit sind landwirtschaftliche Flächen in erheblichem Umfang durch *Bodendegradation* bedroht, die zu einer verringerten Produktivität der Flächen bis hin zum vollständigen Verlust der Nutzbarkeit führen kann. Entwicklungsländer sind im Allgemeinen stärker betroffen als Industrieländer, aufgrund der naturräumlichen Bedingungen (Klima der Tropen und Subtropen, stark verwitterte alte Böden) und armutsbedingter Übernutzung natürlicher Ressourcen (TAB 2011, S. 54). Das „Global Assessment of Human Induced Soil Degradation“ (GLASOD) (Oldeman et al. 1990) ist der bislang einzige Versuch, das Problem der Bodendegradation auf globaler Ebene abzuschätzen. Beruhend auf Experteneinschätzungen sind nach GLASOD weltweit rund 2 Mrd. ha von Bodendegradation betroffen. Dies entspricht etwa 15 Prozent der gesamten Landfläche oder rund einem Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Von der betroffenen Fläche sind rund 55 Prozent von Wassererosion, rund 28 Prozent von Winderosion, rund 12 Prozent von chemischer und rund 4 Prozent von physikalischer Degradation beeinträchtigt (Hurni et al. 2008, S. 48). Es gibt vielfältige Ansatzpunkte, durch eine nachhaltige Landbewirtschaftung die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. Die zukünftige Umsetzung entsprechender bodenerhaltender Maßnahmen in der Landwirtschaft entscheidet, inwieweit Flächenverluste durch Bodendegradation verhindert werden können.

2.3 Veränderung von Ernährungsstilen

Das Ernährungsverhalten unterliegt einem kontinuierlichen Wandel und beeinflusst den Flächenbedarf für die Nahrungsmittelerzeugung. Von besonderer Relevanz ist dabei der Umfang des Verzehrs tierischer Lebensmittel,

da für ihre Erzeugung bedeutend mehr Fläche als für pflanzliche Lebensmittel benötigt wird (TAB 2011, S. 61). Die große Bedeutung der tierischen Produktion für die deutsche Landwirtschaft zeigt sich darin, dass in Deutschland auf 10,4 Mio. ha bzw. 62 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche Futtermittel für die Tierproduktion erzeugt werden (Anspach et al. 2011a, S. 53).

Konsumgewohnheiten ändern sich in der Regel nur langsam. In Deutschland war in den letzten Jahren ein leichter Rückgang des Fleischkonsums zu beobachten. Von 2007 bis 2009 nahm der Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch, gemessen in Schlachtgewicht, um 1,6 auf 88,2 kg ab (BMELV 2010e). Der Verzehr von Fleisch liegt aber nach wie vor deutlich über den Verzehrempfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Die Nationale Verzehrstudie II ergab einen durchschnittlichen Konsum von Fleisch, Wurst und Gerichten auf Basis von Fleisch in Höhe von 121 g pro Tag und Person, gegenüber der Ernährungsempfehlung der DGE von 43 bis 86 g pro Tag und Person für Fleisch und Wurst (DGE 2004; MRI 2008).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt, die Proteinzufuhr zu reduzieren, dabei aber die Zufuhr über Milch und Milchprodukte relativ konstant zu halten, um die Calciumversorgung zu sichern. Der Fleisch- und Wurstkonsum sollte dagegen um die Hälfte reduziert werden (Tab. V.6). Während die Obstversorgung den Empfehlungen entspricht, sollte der Gemüseverzehr fast verdoppelt werden. Eine ausgewogene und gesunde Ernährung kann über mehr pflanzliche Erzeugnisse sichergestellt werden, insbesondere durch einen höheren Verzehr von Gemüse und Hülsenfrüchten zur Eiweißversorgung (Anspach et al. 2011a, S. 54).

Tabelle V.6

Tatsächliche und empfohlene Proteinzufuhr in Deutschland

Produkte	tatsächliche Proteinzufuhr	empfohlene Proteinzufuhr nach DGE
	in g pro Person und Tag	
Fleisch gesamt	20,8	9,0
Milch und Milchprodukte	23,4	18,0
Eier	3,4	2,0
pflanzliche Lebensmittel und Getränke	32,0	32,0
Summe Proteinzufuhr	79,6	61,0
Anteil tierisches Protein in %	57	48
Anteil pflanzliches Protein in %	43	52

Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 54, nach Weitowitz 2007

Ausgehend von dieser Differenz zwischen tatsächlicher und von der DGE empfohlener Proteinzufuhr wurde von Woitowitz (2007) kalkuliert, welche Verringerung des Flächenbedarfs sich aus einem Verzehr tierischer Lebensmittel entsprechend den DGE-Ernährungsempfehlungen ergeben würde. Aus der Proteinzufuhr wurde im ersten Schritt der Verzehr von Fleisch, Milch und Eiern, der tatsächliche und der sich aus den DGE-Ernährungsempfehlungen ergebende, bestimmt (Tab. V.7). Geringere Verzehrsmengen an Fleisch, Milch und Eiern würden sich direkt auf die Tierbestände in Deutschland auswirken. Hierdurch käme es zu einer Bestandsminderung unter der Annahme, dass sich der Umfang der im Inland erzeugten tierischen Lebensmittel am vollen Selbstversorgungsgrad der einheimischen Bevölkerung orientiert. Anstelle von 14,8 Mio. Großvieheinheiten (GVE) (2001) wären in Deutschland bei konventioneller Wirtschaftsweise nur noch rd. 7,0 Mio. GVE zur Deckung des Fleischbedarfs erforderlich (Woitowitz 2007, S. 1). Für die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit tierischen Lebensmitteln würde sich damit der Flächenbedarf von etwa 10 Mio. ha LF unter derzeitigen Konsummustern auf rund 6 Mio. ha bei einem reduzierten Konsum tierischer Lebensmittel und konventioneller Bewirtschaftung verringern, also ein Flächenpotenzial von etwa 4 Mio. ha freigesetzt werden (Tab. V.7). Diese Fläche entspricht fast einem Viertel der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland (Anspach et al. 2011a, S. 55).

Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommen Noleppa/Witzke (2012). Sie untersuchten, welcher veränderter Flächenbedarf entstehen würde, wenn die Verbraucher ihren derzeitigen Verzehr an die alters- und geschlechtsdifferenzierten Ernährungsempfehlungen der Deutsche

Gesellschaft für Ernährung (DGE) bzw. des Forschungsinstituts für Kinderernährung (FKE) anpassten. Im Kern steht wieder ein verringerter Fleischkonsum, der rund 3,7 Mio. ha freisetzen könnte. Wenn der Flächenbedarf für den höheren Verbrauch anderer Lebensmittel (vor allem Gemüse und Gemüseprodukte, Getreide und Getreideprodukte) berücksichtigt wird, bleibt nach dieser Modellrechnung immer noch ein Flächengewinn von etwa 1,8 Mio. ha (Noleppa/Witzke 2012, S. 35).

Die durch Veränderung von Ernährungsstilen freiwerdenden Flächen könnten für eine Ausdehnung des ökologischen Landbaus oder die Ausweitung der Bioenergieerzeugung genutzt werden. Kurzfristige Reduktionspotenziale beim Fleischkonsum werden aufgrund der in der Regel nur langsamen Veränderung von Konsumgewohnheiten als eher gering eingeschätzt. Eine Entwicklung hin in Richtung wissenschaftlicher Ernährungsempfehlungen könnte längerfristig aber durchaus relevante Flächenfreisetzungen bewirken.

Eine wichtige Voraussetzung ist die Verbreitung neuer Ernährungsstile, wie sie beispielsweise intensive Biokäufer praktizieren (Kap. V.2.1), in verschiedenen gesellschaftlichen Schichten und Käufergruppen. Zukünftige Preisentwicklung wie höhere Fleischpreise durch steigende Futtermittelpreise könnten ebenfalls eine Verhaltensänderung der Verbraucher unterstützen (Anspach et al. 2011a, S. 55). Der WB Agrarpolitik (2012, S. 10) gibt außerdem zu bedenken, ob die allgemeine Umsatzsteuervergünstigung für Lebensmittel in Deutschland noch zeitgemäß ist, und sieht die Chance, durch eine einheitliche Umsatzsteuer für alle Güter und Dienstleistungen zumindest ein Stück weit zu einer effizienteren Ressourcennutzung beizutragen.

Tabelle V.7

Flächenbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel beizeitigem und reduziertem Verbrauch

Produkte	derzeitiger Verbrauch	reduzierter Verbrauch	derzeitiger Flächenbedarf	Flächenbedarf bei reduziertem Verzehr
	(kg bzw. Stück pro Person und Jahr)		(1 000 ha pro Jahr)	
Milch	334	257	4.269	3.285
Rindfleisch	13	10	1.419	1.125
Schweinefleisch	53	18	3.085	1.079
Geflügelfleisch	18	3	648	124
Hühnereier	220	133	510	307
Summe tierische Lebensmittel	–	–	9.931	5.920
Verringerung Flächenbedarf				4.011

Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 55, nach Woitowitz 2007

Auf *globaler Ebene* wird in den nächsten Jahrzehnten eine deutlich steigende Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln erwartet. Als wesentliche Ursachen dafür werden Bevölkerungswachstum, wirtschaftliche Entwicklung und Urbanisierung gesehen. Heute liegt der jährliche Fleischverbrauch in den Industrieländern im Durchschnitt bei etwa 80 kg pro Person, im Durchschnitt der Entwicklungsländer aber nur bei rund 30 kg pro Person und in Südasien und Subsahara-Afrika sogar unter 10 kg pro Person (Thornton 2010). In Entwicklungs- und Schwellenländern wird mit wirtschaftlicher Entwicklung und steigendem Einkommen eine (nachholende) Entwicklung hin zu einem höheren Konsum von Fleisch- und Milchprodukten erwartet. Dementsprechend wird sich auch der Bedarf an Futtermitteln künftig weiter stark erhöhen. Die veränderte Zusammensetzung der Nahrung führt zu einem erhöhten Flächenbedarf, da insbesondere tierische Produkte, aber auch z. B. Pflanzenöle mit einem größeren Flächenbedarf pro Kilokalorie einhergehen als etwa Getreide oder Gemüse. Die derzeitigen Ernährungsgewohnheiten in Industrieländern und – in zunehmendem Maße – auch in Schwellen- und Entwicklungsländern bewirken einen enormen Bedarf an landwirtschaftlicher Fläche für die Erzeugung tierischer Nahrungsmittel. Derzeit werden rund 470 Mio. ha oder ein Drittel des gesamten weltweiten Ackerlandes für die Erzeugung von Futtermitteln verwendet (TAB 2011, S. 66 f.).

Ein verringerter Verbrauch tierischer Lebensmittel in Deutschland führt nur dann zu einer entsprechenden Flächenfreisetzung in Deutschland, wenn der geringere inländische Verbrauch nicht durch einen verstärkten Export kompensiert wird. Da global gesehen von einer weiteren Steigerung des Konsums tierischer Lebensmittel auszugehen ist, eröffnen sich der deutschen Ernährungsindustrie verstärkte Exportchancen. In den letzten Jahren hat der Export tierischer Lebensmittel zugenommen, was sich am Selbstversorgungsgrad und der Bruttoeigenerzeugung für Fleisch und Milchprodukte ablesen lässt. Der Selbstversorgungsgrad für Fleisch hat sich seit 2003 kontinuierlich von 93 Prozent auf 110,5 Prozent im Jahr 2009 gesteigert (BMELV 2009b u. 2010d). Die Bruttoeigenerzeugung von Fleisch insgesamt nahm von 2004 auf 2009 um 13 Prozent zu, wobei sich die Bruttoeigenerzeugung von Rind- und Kalbfleisch um 11 Prozent reduziert, die von Schweinefleisch um knapp 17 Prozent und die von Geflügel um 22 Prozent erhöht hat (BMELV 2009b u. 2010d). Bei Milchprodukten liegt der Selbstversorgungsgrad ebenfalls über 100 Prozent: Er betrug 2008 für Frischmilcherzeugnisse 116,4 Prozent, für Käse 119,1 Prozent und für Magermilchpulver 166,9 Prozent (BLE 2009). Der Exportüberschuss von Milch und Milcherzeugnissen betrug 2008 1,85 Mio. t (BMELV 2009b) (Anspach et al. 2011a, S. 56).

2.4 Reduzierung von Lebensmittelverlusten

In den letzten Jahren haben Nahrungsmittelverluste zunehmende Aufmerksamkeit gefunden. Allgemein wer-

den unter Nahrungsmittelverlusten verlorengegangene oder weggeworfene Lebensmittel verstanden, die für den menschlichen Verbrauch produziert wurden. Entlang der Lebensmittelkette vom landwirtschaftlichen Produzenten bis zum Konsumenten werden verschiedene Arten von Nahrungsmittelverlusten unterschieden (Grethe et al. 2011; Gustavsson et al. 2011; Noleppa/Witzke 2012; Parfitt et al. 2010):

- Der englischsprachige Begriff „food losses“ (Nahrungsmittelverluste, teilweise auch als Nachernteverluste bezeichnet) umfasst Verluste in der landwirtschaftlichen Produktion und Ernte, bei der Lagerung und dem Transport vom Landwirt zum Verarbeiter, bei der Nahrungsmittelverarbeitung bis hin zum Vermarkter auf der Großhandelsebene. Von „Nahrungsmittelverlusten“ ist die Rede, wenn Nahrungsmittel durch unsachgemäße Erntetechnologien, mangelhafte Lagerung, Schädlingsbefall, Verarbeitungs- oder Planungsfehler verderben und aus dem Produktionsprozess herausgenommen werden müssen.
- Der englischsprachige Begriff „food waste“ (Nahrungsmittelvernichtung oder Nahrungsverschwendung) setzt dagegen beim Verbraucher an und beinhaltet alle Verluste, die im Einzelhandel, bei Großverbrauchern und vor allem in privaten Haushalten anfallen. Von „Nahrungsmittelvernichtung“ wird dann gesprochen, wenn noch für den Verzehr geeignete Lebensmittel oder Speisen infolge mangelnder Nachfrage, abgelaufener Mindesthaltbarkeitsdaten oder zu großer Portionen entsorgt werden.
- Der Begriff „Lebensmittelabfall“ umfasst Lebensmittelreste aus den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette sowie rohe und verarbeitete genusstaugliche Lebensmittel. Die Erfassung nutzt die Abfallstatistik, ergänzt um spezifische Befragungen und Erhebungen (z. B. Sortieranalysen von Haushaltsmüll).

Weiterhin wird nach verschiedenen Kategorien der Vermeidbarkeit von Lebensmittelabfällen unterschieden (Kranert et al. 2012, S. 4):

- Vermeidbare Lebensmittelabfälle: Dies sind zum Zeitpunkt ihrer Entsorgung noch uneingeschränkt genießbare Lebensmittel.
- Teilweise vermeidbare Lebensmittelabfälle: Diese beruhen beispielsweise auf Gewohnheiten (z. B. Apfelschalen) oder Organisation (z. B. Speisereste) der Verbraucher.
- Nicht vermeidbare Lebensmittelabfälle: Diese beinhalten bei der Speisezubereitung anfallende nicht essbare Bestandteile (z. B. Knochen, Bananenschalen) sowie prinzipiell essbare Bestandteile (z. B. Kartoffelschalen).

Diese Unterscheidung wird allerdings nicht in allen Abschätzungen vorgenommen. Der Begriff Lebensmittelverluste wird im Folgenden als Oberbegriff verwendet.

Produzierte und nicht zum Verzehr gelangende Nahrungsmittel beanspruchen Fläche und andere Ressourcen (Wasser, Düngemittel etc.) und verursachen negative Umweltwirkungen wie z. B. Klimagasemissionen. Eine Reduktion von Nahrungsmittelverlusten könnte also den Flächenbedarf für die Futter- und Nahrungsmittelproduktion verringern sowie die Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit erhöhen.

Unterschiedliche Definitionen, verschiedene Ansätze zur Datenerfassung, erhebliche Datenlücken und unterschiedliche Vorgehensweisen bei Hochrechnungen führen zu hohen Unsicherheiten bei der Abschätzung von Nahrungsmittelverlusten. Entsprechend groß ist die Spannweite der abgeschätzten Nahrungsmittelverluste auf globaler Ebene, die von 10 bis 50 Prozent reicht (Grethe et al. 2011, S. 35; Parfitt et al. 2010).

Übereinstimmung besteht aber insoweit, dass in Entwicklungsländern Nahrungsmittelverluste vor allem in der Landwirtschaft und den unmittelbar nachgelagerten Stufen der Lebensmittelkette auftreten, verursacht durch unzulängliche Erntetechniken, falsche Handhabung des Ernteguts, unsachgemäße Lagerung, fehlende Transportinfrastruktur oder mangelndes Wissen über Technologien zur Verbesserung der Haltbarkeit von Produkten (Hensel 2009, S. 6). Eine Reduzierung der Nachernteverluste in Entwicklungsländern würde einen wichtigen Beitrag zur Ernährungssicherung leisten und den Druck zur Ausweitung landwirtschaftlicher Flächen verringern (TAB 2011).

In den Industrieländern sind die unmittelbaren Nachernteverluste gering und die Verluste konzentrieren sich auf die nachgelagerten Stufen der Lebensmittelkette: Lebensmittelindustrie, Handel, Gastronomie und private Haushalte. Nach einer erstellten Abschätzung für Deutschland fallen entlang der Wertschöpfungskette (Industrie, Handel, Großverbraucher, Haushalte) insgesamt Lebensmittelabfälle mit einem Medianwert von rund 11 Mio. t pro Jahr und einer Bandbreite von rund 8 bis 15 Mio. t pro Jahr an (Kranert et al. 2012, S. 9). Im Rahmen einer europäischen Abschätzung auf der Basis von EUROSTAT-Daten zur Abfallstatistik sind für Deutschland Lebensmittelabfälle (ebenfalls ohne Landwirtschaft) in der Größenordnung von 11 Mio. t pro Jahr bestimmt worden, was etwa 7,5 Prozent der in Deutschland produzierten Nahrungsmittelmenge entspricht (EK 2010c, S. 42 u. 51). Der Vergleich zwischen den EU-Ländern zeigt, dass die Höhe der Lebensmittelabfälle und ihre Verteilung auf die verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette sehr unterschiedlich sind.

Die Studie von Kranert et al. (2012, S. 10) kommt zu dem Ergebnis, dass in Deutschland fast zwei Drittel der Lebensmittelabfälle auf die privaten Haushalte entfallen, während Lebensmittelindustrie und Großverbraucher jeweils für 17 Prozent und der Handel für 5 Prozent verantwortlich sind. Eine Studie für Nordrhein-Westfalen ord-

net dagegen den Endverbrauchern nur rund die Hälfte der Lebensmittelabfälle zu (Göbel et al. 2012, S. XII). Eine Studie für Europa sieht bei den Verbrauchern nur rund ein Drittel der Nahrungsmittelverluste, während zwei Drittel auf die Lebensmittelkette von der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Handel entfallen (Gustavsson et al. 2011, S. 5). Die Verteilung der Nahrungsmittelverluste auf die verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette entscheidet mit darüber, wo am wirkungsvollsten Maßnahmen zur Verminderung ansetzen können.

Bei der Betrachtung von Lebensmittelgruppen zeigt sich bei allen Unterschieden tendenziell, dass die prozentualen Verluste bei Getreide, Gemüse und Obst etwa doppelt so hoch sind wie bei tierischen Lebensmitteln (Gustavsson et al. 2011, S. 26 f.; Noleppa/Witzke 2012, S. 22). Die Vermeidung von Verlusten tierischer Nahrungsmittel hat aber einen besonders großen Flächeneffekt.

Es wird allgemein angenommen, dass ein wachsendes Einkommen und ein geringerer Anteil der Lebensmittelausgaben am Haushaltseinkommen, sich verändernde Lebensstile sowie höhere Qualitätsanforderungen und komplexere Lebensmittelketten zu steigenden Nahrungsmittelverlusten führen. Eine Kalkulation für die USA schätzt, dass Nahrungsmittelverluste in den letzten 40 Jahren um rund 50 Prozent (gemessen am Energiegehalt der Lebensmittel) zugenommen haben (Hall et al. 2009). Die Forschung zu Ursachen von Nahrungsmittelverlusten und zur Wirksamkeit von Reduktionsansätzen steht erst am Anfang.

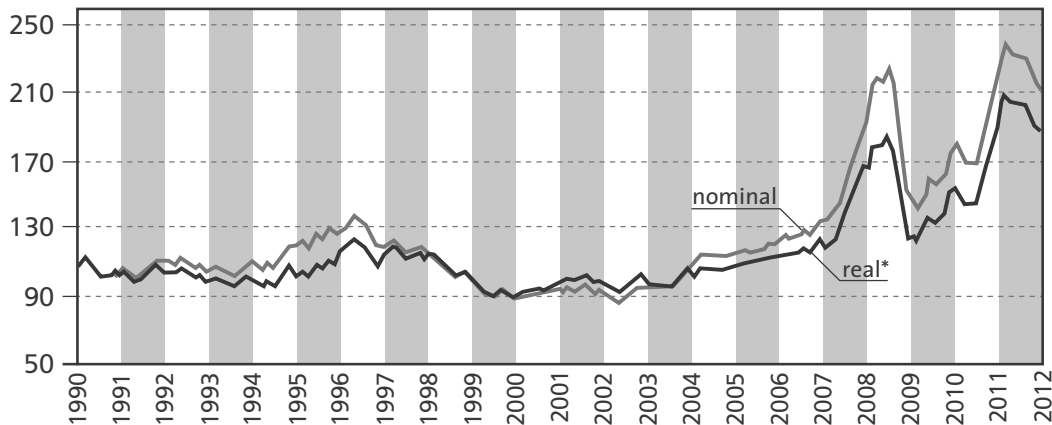
Für Deutschland liegt eine Untersuchung vor, wie sich eine Reduktion der vermeidbaren Nahrungsmittelverluste auf den Flächenbedarf auswirken würde (Noleppa/Witzke 2012). Ausgangspunkt ist, dass neben der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 16,9 Mio. ha in Deutschland noch weitere 6,8 Mio. ha netto im Ausland für den inländischen Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln belegt sind. Auf der Basis nach Lebensmittelgruppen differenzierter Lebensmittelverlustraten und davon vermeidbarer Verlustanteile kommt diese Szenarioanalyse zu dem Ergebnis, dass eine Reduktion der vermeidbaren Lebensmittelverluste um 50 Prozent einen Rückgang der Flächeninanspruchnahme Deutschlands um 1,2 Mio. ha bewirken würde (Noleppa/Witzke 2012, S. 38). Die Europäische Kommission hat in ihrem „Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa“ für den Sektorschlüssel Lebensmittel die Zielsetzung formuliert, bis 2020 in der EU die Entsorgung von genusstauglichen Lebensmittelabfällen zu halbieren (EK 2011b, S. 21).

2.5 Entwicklung der Agrarpreise

Die Weltmarktpreise für Agrarprodukte und Nahrungsmittel sind bis 2008 und dann wiederum 2010 sehr stark angestiegen (Abb. V.11). Davon betroffen waren auch die Preise für Pflanzenöle, Getreide und Zucker, die in der Biokraftstoffproduktion eingesetzt werden.

Abbildung V.11

Entwicklung des FAO-Preisindex für Nahrungsmittel



* Der reale Preisindex ist aus dem nominalen Preisindex mittels des World Bank Manufactures Unit Value Index (MUV) berechnet worden mit 2002 bis 2004=100.

Quelle: FAO 2012

Verschiedene Ursachen für diese Entwicklung sind relevant. Eine Reihe von strukturellen, längerfristig wirkenden Ursachen hat dazu geführt, dass die Angebotsentwicklung mit der Nachfrageentwicklung kaum noch mithalten kann. Wichtige Punkte sind (TAB 2010, S. 57 ff.):

- geringere landwirtschaftliche Ertrags- und Produktivitätssteigerungen;
- Unterfinanzierung der landwirtschaftlichen Investitionen sowie der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung in Entwicklungsländern und der internationalen Agrarforschung;
- Rückgang der Entwicklungshilfe für den Bereich Landwirtschaft;
- zurückgehende Bedeutung von Ertragssteigerungen in der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung der Industrieländer;
- Hochtechnologieentwicklungen für die Landwirtschaft der Industrieländer, die wenig geeignet sind für die Anpassung und Übernahme in armen Ländern mit Ernährungsdefiziten;
- steigende Nachfrage nach Fleisch und anderen tierischen Lebensmitteln, insbesondere in Schwellenländern;
- zunehmende Urbanisierung und Etablierung von modernen Nahrungsmittelketten und Supermärkten in immer mehr Ländern.

Kontrovers diskutiert wird vor allem, inwieweit die zunehmende Biokraftstoffproduktion zum Preisanstieg beigetragen hat. Die Produktion von Biokraftstoffen (Bioethanol und Biodiesel) und damit der entsprechende

Bedarf an Agrarrohstoffen sind in einigen Ländern (insbesondere USA, EU-Mitgliedstaaten, Brasilien) deutlich angestiegen. So hat beispielsweise die starke Ausdehnung der Bioethanolherzeugung in den USA zu einer erheblichen zusätzlichen Nachfrage nach Mais geführt, was sich in Preiserhöhungen niedergeschlagen hat. Die Preissteigerungen vieler anderer Agrarprodukte und Nahrungsmittel lassen sich dagegen nicht auf die aktuelle Biokraftstoffnutzung zurückführen (TAB 2010, S. 61).

Weiterhin haben akute, kurzfristige Einflüsse zu den Preissteigerungen beigetragen:

- witterungsbedingte Ernterückgänge in wichtigen Exportländern,
- sinkende Lagerbestände,
- steigende Energiepreise sowie
- Exportsperrern oder -abgaben, die einzelne Länder einführen, um die inländischen Nahrungsmittelpreise stabil zu halten.

Die Preissprünge der letzten Zeit sind stärker ausgefallen, als sich aus den realen Veränderungen erklären lässt. Dafür werden neue spekulative Finanzanlagen zumindest mit verantwortlich gemacht. Ausgehend von der Deregulierung der Finanzmärkte wurden in den letzten Jahren neue Anlageinstrumente in den Rohstoffmärkten geschaffen, und in Erwartung weiter steigender Preise wurde in großem Stil in die agrarischen Rohstoffmärkte investiert (Bass 2011; Schumann 2011; TAB 2010, S. 60).

Allgemein wird davon ausgegangen, dass die Energie- und Agrarpreise mittlerweile relativ eng gekoppelt sind, u. a. weil in der landwirtschaftlichen Produktion erhebliche Mengen an Treibstoff und Dünger eingesetzt werden,

deren Preise von der Energiepreisentwicklung abhängen. Für die Zukunft wird erwartet, dass die Weltagrarpreise zwar von dem gegenwärtig sehr hohen Niveau zurückgehen, aber höher als in der Vergangenheit bleiben werden. Nach der Abschätzung von OECD/FAO (2011) wird das Preisniveau im Zeitraum von 2011 bis 2020 bei Getreide (Mais) um bis 20 Prozent über dem der vorherigen Dekade liegen. Weiterhin wird erwartet, dass sich die starken Preisschwankungen der letzten Jahre fortsetzen werden.

Die zukünftige Agrarpreisentwicklung hat Rückwirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und den Subventionsbedarf von Energiepflanzenutzungen. Im Unterschied zu anderen erneuerbaren Energien, deren Wirtschaftlichkeit maßgeblich von Investitionskosten bestimmt wird und die mit dem Erfolg billiger werden, haben die laufenden Biomassekosten einen hohen Anteil (ca. 50 Prozent) an den Gesteungskosten der Bioenergieerzeugung auf der Basis von Energiepflanzen. Steigende Agrarpreise und damit höhere Biomassekosten verteuern entsprechend die Bioenergieerzeugung. Ein Ausbau der Energiepflanzenutzung kann zu Knappheiten und dadurch bedingten Agrarpreissteigerungen beitragen, insbesondere wenn international ähnliche Politiken verfolgt werden.

Ein Beispiel für die Wirkung steigender Agrarpreise auf die Wirtschaftlichkeit von Bioenergienutzungen aus den letzten Jahren sind mit Pflanzenöl betriebene Blockheizkraftwerke (BHKW). Der starke Anstieg der Pflanzenölpreise hat dazu geführt, dass nach 2007 und zusätzlich im zweiten Halbjahr 2010 zahlreiche Pflanzenöl-BHKW stillgelegt wurden bzw. den Betrieb vorerst eingestellt haben (DBFZ 2011, S. 80). In der Konsequenz wurde mit dem EEG 2012 die Förderung von Strom aus flüssiger Biomasse für Neuanlagen gestrichen (Kap. II.2.2).

Die Preise von Pflanzenölen sind auf den globalen Rohstoffmärkten oft an diejenigen für fossile Brennstoffe geknüpft (Lamers 2011, S. 8). Bei steigenden Preisen für fossile Kraftstoffe steigen deshalb auch die Biodieselpreise. Da sich die Preise anderer Agrarrohstoffe in den letzten Jahren ebenfalls parallel zu den Energiepreisen entwickelt haben, gilt entsprechendes auch für Bioethanol. Da die Beimischungsquoten für Biokraftstoffe lediglich mengenbezogen (bzw. zukünftig auf THG-Minderung bezogen) sind, verteuern steigende Biomassepreise zunächst nur die Beimischung. Wenn die Agrarpreise und damit Preise für Biodiesel bzw. Bioethanol allerdings sehr stark steigen, wird für die Mineralölindustrie als Quotenverpflichtete die Strafzahlung bzw. Nachversteuerung von B100 günstiger als der Zukauf von Biokraftstoffen zur Quotenerfüllung. Von der Höhe der Strafzahlung (620 Euro/m³ in Deutschland) ist also abhängig, wann bei der Quotenregelung der Markt für Biokraftstoffe zusammenbricht und Raps (bzw. andere Agrarrohstoffe) wieder vorrangig in die Vermarktung als Nahrungsmittel gehen (UFOP 2011, S. 10).

Im Falle von Biogas ist die Biogassubstratproduktion dann rentabel und wettbewerbsfähig, wenn die Flächenverwer-

tung, d. h. der Deckungsbeitrag, mindestens der von alternativen Ackerkulturen entspricht, unabhängig davon, ob die Silomaisproduktion in einem von der Biogasproduktion unabhängigen landwirtschaftlichen Unternehmen oder in einem vertikal integrierten Unternehmen, in dem die Biogasanlage und die Substratproduktion unternehmensinterne Betriebszweige bilden, erfolgt (Toews 2009, S. 246). Dies ist abhängig u. a. von der alternativen, ersetzenden Ackerfrucht, den Logistikkosten für Gärsubstrat und Gärreste, der Ertragsrelation von Biogasmais und alternativer Ackerfrucht sowie dem erzielbaren Preis bei der alternativen Ackerkultur zur Nahrungsmittelverwertung.

Die Agrarpreissteigerungen bis 2008 hatten dazu geführt, dass der NawaRo-Bonus nach dem EEG 2004 für viele Biogasanlagenbetreiber nicht mehr zur Deckung der Substratkosten ausreichte (Thrän et al. 2011, S. 18). Als Reaktion darauf wurden mit dem EEG 2009 die Vergütungssätze angehoben. Gleichzeitig sanken seit Herbst 2008 die Agrarpreise deutlich. Die Folge war, dass bei den Preisverhältnissen 2009 die Maisproduktion für Biogasanlagen stark überlegen war gegenüber beispielsweise dem Weizenanbau. Deshalb ging ein entsprechender Konkurrenzdruck von der Biogasbranche über die Silomaisproduktion auf das Angebot von Futter- und Nahrungsmitteln aus (Toews 2009, S. 249 u. 256). Inzwischen haben die Agrarpreise einen neuen Höchststand erreicht und sind nach wie vor hoch. Wenn die Agrarpreise und die Preiserwartungen der potenziellen Investoren auf einem sehr hohen Niveau bleiben, wird der Neubau von Biogasanlagen trotz hoher Förderung nicht oder nur knapp wettbewerbsfähig gegenüber der Nahrungsmittelherzeugung sein, was nur noch zu einem geringen Zubau von Biogasanlagen führen wird (WB Agrarpolitik 2011, S. 5). Mit dem EEG 2012 wurden die Vergütungssätze zusätzlich nach unten korrigiert. Es liegen noch keine Kalkulationen vor, ab welchem Agrarpreisniveau für alternative Ackerkulturen – bei den gegebenen Ertragsverhältnissen – die Silomaisproduktion für Biogasanlagen unter den neuen Vergütungsregeln des EEG 2012 wettbewerbsfähig wird.

2.6 Alternative Pfade der Bioenergiebereitstellung und Intensität des Energiepflanzenanbaus

Die Flächenproduktivität und damit der Energieertrag pro ha unterscheiden sich bei verschiedenen Energiepflanzen und Verwendungslinien erheblich (Abb. V.12). Um den gleichen Energiebeitrag zu leisten, werden damit unterschiedliche Flächenansprüche ausgelöst. Ein niedriger Flächenbedarf bedeutet allerdings nicht automatisch auch geringe Kosten bei der Energiepflanzenbereitstellung und der Treibhausgasminderung.

Die relative Treibhausgasminderung, d. h. die prozentuale Treibhausgasreduktion eines Bioenergieerzeugungspfadens bezogen auf die End- bzw. Nutzenergie, von Rest- und Abfallstoffen ist immer positiv, da keine Landnutzungsänderungen und damit verbundene Emissionen auf-

treten. Die relative Klimaschutzwirkung von Energiepflanzenutzungen ist dagegen stark abhängig von den Klimagasemissionen aus den direkten bzw. indirekten Landnutzungsänderungen (Kap. V.3). Von der Art der Landnutzungsänderung ist es abhängig, ob das Treibhausgasemissionspotenzial positiv oder negativ beeinflusst wird. Beispielsweise kommt es zu höheren Treibhausgasemissionen als im fossilen Referenzsystem, wenn für den Anbau von Ölpalmen tropischer Regenwald umgebrochen wird. Eine besonders hohe Klimaschutzwirkung wird dagegen erzielt, wenn Ölpalmen auf marginalen, vorher wenig genutzten Flächen angebaut werden (WBGU 2009, S. 186).

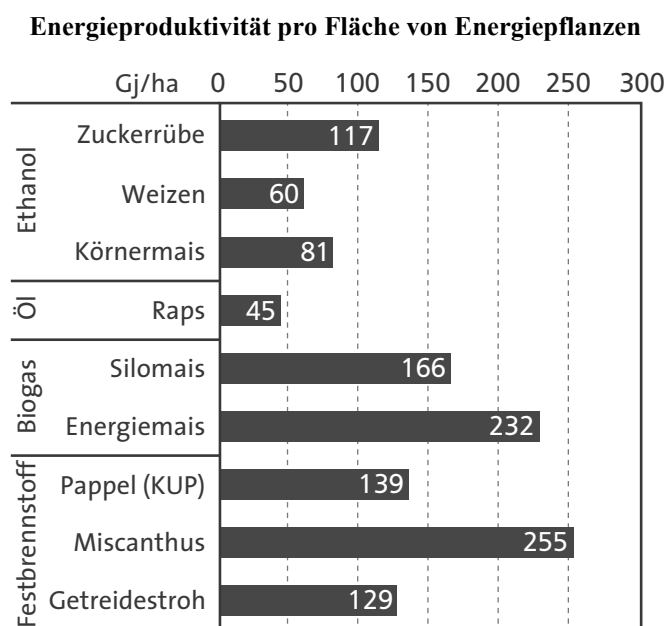
Bei Betrachtung der absoluten jährlichen Treibhausgas-minderungen pro Flächeneinheit (berechnet in t CO_{2äq} pro ha und Jahr) tritt deutlich höhere Streuung zwischen verschiedenen Konversionsverfahren und Nutzungswegen auf als bei den relativen Minderungspotenzialen, aufgrund unterschiedlicher Wirkungsgrade bei der Energiewandlung und großer Unterschiede bei den Flächenerträgen verschiedener Anbausysteme. In den Tropen sind deutlich höhere Erträge möglich als in temperaten Gebieten, bedingt durch höhere Temperaturen und stärkere Sonneneinstrahlung, sofern die Bodenbedingungen günstig sind und die Wasserversorgung gewährleistet ist (WBGU 2009, S. 187). Bei der Stromerzeugung und der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung können in der Regel höhere absolute Treibhausgasreduktionen bezogen auf die Anbaufläche erzielt werden als bei reiner Wärmeerzeugung und der Biokraftstoffnutzung (WBGU 2009, S. 189; TAB 2010, S. 208). Der gleiche Beitrag zur Treibhausgasminderung kann damit insbesondere bei ge-

koppelter Strom- und Wärmeerzeugung mit weniger Fläche erzielt werden.

Die Treibhausgaseminderung pro Fläche eignet sich als Maß für den Vergleich von verschiedenen Pfaden der Energiepflanzenutzung. Für eine Bewertung aller Bioenergieoptionen, also auch der auf Basis von landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen, kann die absolute Minderung der Treibhausgasemissionen bezogen auf den Bruttoenergiegehalt der eingesetzten Biomasse herangezogen werden. Hier zeigt sich, dass mit stationären Anwendungen bei gleicher Menge an eingesetztem Rohstoff Biomasse deutlich höhere absolute Vermeidungsleistungen zu erreichen sind als im Transportsektor. Eine Ausnahme bildet die Nutzung von Biodiesel von Ölpalmen, die auf degradierten Flächen angebaut werden. Rest- und Abfallstoffe haben ein deutlich höheres Minderungspotenzial, bezogen auf den Bruttoenergiegehalt der eingesetzten Biomasse, als Energiepflanzen, wenn die Wirkung indirekter Landnutzungsänderungen einbezogen wird (WBGU 2009, S. 190; TAB 2010, S. 206). Aus dem Nachhaltigkeitsziel, die Treibhausgasemissionen bis 2020 auf 60 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren, ergeben sich damit für den Beitrag der Bioenergie andere Prioritäten als aus dem Nachhaltigkeitsziel „Erneuerbare Energien“.

Das TAB hat mit explorativen Szenarien für Deutschland, abgeleitet aus den globalen Szenarien des Millennium Ecosystem Assessment, untersucht, wie sich unterschiedliche Rahmenbedingungen und Förderpolitiken für Energiepflanzen auf die Flächenkonkurrenz auswirken. Wie die Szenarienanalyse gezeigt hat, führen niedrig ausfallende Ertragssteigerungen und gleichzeitig hohe Ausbau-

Abbildung V.12



Quelle: Eckel et al. 2007

ziele für die Energiepflanzenutzung zu einem ansteigenden Flächenbedarf Deutschlands für den inländischen Konsum landwirtschaftlicher Waren, einer Verdrängung eines Teils des Nahrungsmittelanbaus ins Ausland und insgesamt zu einer verschärften Flächenkonkurrenz. Ein abnehmender globaler Flächenbedarf Deutschlands und damit eine Entlastung bei der Flächenkonkurrenz ist dann erreichbar, wenn hohe Ertragssteigerungen und technischer Fortschritt eintreten, eine stärkere Verschiebung auf die Strom- und Wärmeenergiegewinnung aus Energiepflanzen vorgenommen wird, mehr Rest- und Abfallstoffe genutzt werden und insgesamt angepasste Ausbauziele vorgegeben werden (TAB 2010, S. 83 ff.).

2.7 Energienachfrage

Die Nachhaltigkeitsziele zu erneuerbaren Energien geben einen Anteil am gesamten Primärenergie- und Stromverbrauch vor. Der zu erreichende absolute Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energieversorgung ist deshalb abhängig von der Entwicklung des Verbrauchs. Je größer die Fortschritte bei der Energieeffizienz und bei der Reduktion des Energiebedarfs sind, umso weniger Zuwachs bei den erneuerbaren Energien wird benötigt. Für den Beitrag der Bioenergie auf der Basis von Energiepflanzen bedeutet dies, ein geringerer Energieverbrauch (bzw. Stromverbrauch) würde den Flächenbedarf für die landwirtschaftliche Bioenergieerzeugung verringern.

Exemplarisch kann dies anhand einer Szenarienuntersuchung zum Flächenbedarf von Biokraftstoffen für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung gezeigt werden. Das Szenario beinhaltet die Annahme, dass 2020 das 17 Prozent-Ausbauziel für Biokraftstoffe alleine durch BtL-Kraftstoffe aus inländischer Produktion erreicht wird. Für dieses Szenario wurde in einer Sensitivitätsanalyse berechnet, wie sich eine rund

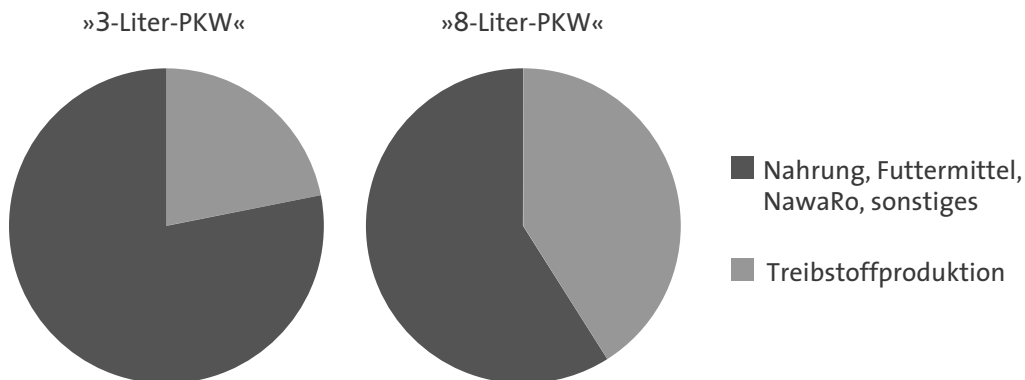
50-prozentige Absenkung des PKW-Kraftstoffverbrauchs, von einem durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch von 7,4 l pro 100 km auf 3,5 l pro 100 km, auf den Flächenbedarf auswirkt (Abb. V.13). Unter diesen Szenarienbedingungen würde sich der benötigte Flächenanteil an der Ackerfläche von 41 auf 21 Prozent bzw. um rund 2,3 Mio. ha verringern (BMVBS/BBR 2008, S. 40 ff.).

Bei den Biokraftstoffen hat das zukünftige Verhältnis von Benzin- und Dieselfahrzeugen in der Fahrzeugflotte Einfluss auf den Flächenbedarf. Da die Energieerträge pro ha von Raps (für Biodiesel) niedriger sind als die von Mais (für Bioethanol), wird für den gleichen Beitrag von Bioethanol weniger Land benötigt als für Biodiesel. Außerdem bewirken die Beiprodukte unterschiedliche Flächeneinsparungen (Laborde 2011, S. 72 f.). Die Folge ist, dass mit steigendem Anteil von Biodiesel am Biokraftstoffverbrauch die indirekten Landnutzungsänderungen (Kap. V.3) und die damit verbundenen Klimagasemissionen steigen (EP 2011, S. 20). In den letzten Jahren war in Deutschland eine „Verdieselung“ des PKW-Bestands zu beobachten. Die Prognose des Mineralölwirtschaftsverbandes ist, dass bis 2020 der Verbrauch von Ottokraftstoff um rund ein Viertel zurückgeht, während der Verbrauch von Dieselloststoff fast unverändert bleibt (UFOP 2011, S. 2). Aus den nationalen Aktionsplänen der EU-Mitgliedstaaten ergibt sich in der Summe eine Aufteilung von 72 Prozent für die zusätzliche Biodieselnachfrage und 28 Prozent für die zusätzliche Bioethanolnachfrage (Bowyer 2010, S. 9).

Insgesamt wird das Ziel von 30 Prozent erneuerbarer Energien leichter und mit weniger gravierenden Zielkonflikten erreicht, wenn absolut weniger Sekundärenergie zur Verfügung gestellt werden muss (Anspach et al. 2011a, S. 72).

Abbildung V.13

Anteil der Biokraftstoffproduktion an der Ackerfläche in Abhängigkeit vom Kraftstoffverbrauch



Quelle: BMVBS/BBR 2008, S. 42

3. Indirekte Landnutzungsänderungen

Im Mittelpunkt dieses Berichts steht die Konkurrenz zwischen ökologischem Landbau und der Energiepflanzenutzung in Deutschland. Trotzdem ist auch zu fragen, ob in Deutschland ausgelöste Nutzungskonkurrenzen ins Ausland verlagert werden. Diese Problemstellung wird unter dem Begriff der indirekten Landnutzungsänderungen diskutiert.

Zusätzliche Nachfrage nach landwirtschaftlichen Produkten, die über die bisherige Gesamtnachfrage hinausgeht, führt dann zu Landnutzungsänderungen, wenn die zu ihrer Produktion benötigte Fläche die durch die landwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung freigesetzte Fläche übersteigt. Unter Landnutzungsänderungen werden einerseits die landwirtschaftliche Nutzung bisher nicht in der landwirtschaftlichen Produktion befindlicher Flächen wie beispielsweise Regenwälder oder Grasländer und andererseits die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland verstanden. Dabei ist zwischen direkten und indirekten Landnutzungsänderungen zu unterscheiden. Landnutzungsänderungen können unter den genannten Bedingungen prinzipiell durch zusätzliche Nachfrage nach Lebensmitteln, Futtermitteln, stofflichen Nutzungen oder energetischen Verwendungen von landwirtschaftlicher Biomasse ausgelöst werden. Landnutzungsänderungen durch Energiepflanzenanbau finden besondere Aufmerksamkeit, weil sie unmittelbar durch staatliche Rahmensetzungen (z. B. Quoten, Einspeisevergütung) ausgelöst sind, die mit der Energiepflanzenutzung verbundenen Klimaschutzziele durch die in der Regel mit der Landnutzungsänderung verbundenen Klimagasfreisetzungen gefährdet werden und weitere Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele wie die Erhaltung des Regenwaldes gefährdet werden.

Direkte Landnutzungsänderungen bedeuten, dass die zusätzliche landwirtschaftliche Produktion auf bisher nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen bzw. durch Grünlandumbruch gewonnenen Ackerflächen erfolgt. In Deutschland ist dies beispielsweise der Fall, wenn Energiemais für die Biogasproduktion auf bisherigem Dauergrünland angebaut wird. Grünlandumbruch hat in den letzten Jahren wesentlich zur Ausweitung der Ackerfläche in Deutschland beigetragen (Kap. V.2.2), wobei durch die Cross-Compliance-Regelungen gewisse Beschränkungen bestehen. Direkte Landnutzungsänderungen können auch außerhalb Deutschlands (bzw. der EU) ausgelöst werden, wenn beispielsweise importiertes Palmöl für die Biodieselproduktion von neu angelegten Plantagen stammt, die aufgrund der erhöhten Nachfrage nach Biokraftstoffen auf Kosten von Regenwald angelegt wurden. Die Erneuerbare-Energie-Richtlinie von 2009 (EU 2009) schreibt allerdings vor, dass landwirtschaftliche Rohstoffe zur Herstellung von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Biobrennstoffen nur dann gefördert bzw. angerechnet und somit zertifiziert werden dürfen, wenn sie nicht auf Flächen produziert werden, die im oder nach Januar 2008 einen anerkannten hohen Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt hatten (Artikel 17, Absatz 3; EU 2009). Konkret genannt werden (TAB 2010, S. 169):

- von signifikanter menschlicher Tätigkeit unberührter Wald,
- für Naturschutzzwecke ausgewiesene Flächen (sofern nicht nachgewiesen wird, dass die Erzeugung des Rohstoffes diesem Zwecken nicht zuwiderläuft),
- Grünland mit großer biologischer Vielfalt (Kriterien für die Bestimmung dieses Grünlandes sowie geografische Gebiete muss die Kommission noch festlegen).

Damit sollen für den Bereich der flüssigen Bioenergieträger direkte Landnutzungsänderungen praktisch ausgeschlossen werden.

Indirekte Landnutzungsänderungen beschreiben den Effekt, wenn die zusätzliche Produktion, z. B. der Energiepflanzenanbau, auf schon bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen erfolgt und die bisher auf diesen Flächen erfolgte Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln auf neu erschlossene Flächen verdrängt wird. Dies kann zum einen durch den Ausbau des Energiepflanzenanbaus in Deutschland bewirkt werden, wenn dieser durch den Verdrängungseffekt zu zusätzlichen Nahrungs- und Futtermittelimporten führt, die in den Exportländern unmittelbar oder über weitere Verdrängungseffekte die Inkulturnahme neuer landwirtschaftlicher Flächen bewirkt. Zum anderen können steigende Importe von Bioenergieträgern zu indirekten Landnutzungsänderungen führen, wenn die dadurch bewirkte Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus in den Exportländern zwar auf bisher schon landwirtschaftlich genutzten Flächen erfolgt, die damit verdrängte Nahrungs- und Futtermittelproduktion aber zu Erschließung neuer landwirtschaftlicher Produktionsflächen auf Kosten natürlicher Habitate führt.

Im Gegensatz zu direkten Landnutzungsänderungen können indirekte Landnutzungsänderungen nicht unmittelbar beobachtet bzw. erfasst werden, weil vielfältige Ursachen die Relationen zwischen Nachfrage und Angebot von landwirtschaftlicher Biomasse verändern und zu Verdrängungseffekten führen können, die über sich ändernde Preise auf nationalen und internationalen Märkten vermittelt werden und dann weit entfernt von der Ursache Landnutzungsänderungen bewirken können. Deshalb können indirekte Landnutzungsänderungen nur über *Modellberechnungen* abgeschätzt werden. In den vorliegenden Studien zu indirekten Landnutzungsänderungen werden unterschiedliche Modelle und Typen von Modellen (globale allgemeine Gleichgewichtsmodelle, partielle Gleichgewichtsmodelle für den Agrarsektor, deterministische Modelle) verwendet.

Die Erneuerbare-Energie-Richtlinie (EU 2009) schreibt vor, dass die Nutzung der Biokraft- und Biobrennstoffe zu einer Treibhausgasreduzierung von mindestens 35 Prozent (gegenüber fossilen Referenzkraftstoffen), ab 2017 dann von 50 Prozent und für Neuanlagen (nach 2017) von 60 Prozent führen muss (Artikel 17, Absatz 2; EU 2009.). Indirekte Landnutzungsänderungen werden bei der Berechnung der Treibhausgasbilanz nicht berücksichtigt. Allerdings legt die Richtlinie fest, dass die Europäische Kommission dem Europäischen Parlament und

Rat bis Ende 2010 einen Bericht zu dieser Frage vorlegen musste (Art. 19 Abs. 6; EU 2009).

In diesem Kontext sind von der Europäischen Kommission verschiedene Studien zur Frage der indirekten Landnutzungsänderungen in Auftrag gegeben worden:

- „Global Trade and Environmental Impact Study on the EU Biofuels Mandate“ und „Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies“ von IFPRI für die Generaldirektion Handel (DG TRADE) (Al-Riffai et al. 2010; Laborde 2011);
- „Indirect Land Use Change from increased biofuels demand. Comparison of models and results for marginal biofuels production of different feedstocks“ von JRC-IE für die Generaldirektion Klimapolitik (DG CLIMA) (Edwards et al. 2010);
- „Impact of the EU biofuels target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment“ von JRC-IPTS für die Generaldirektion Landwirtschaft und ländliche Entwicklung (DG AGRI) (Fonseca et al. 2010);
- „The impact of land use change on greenhouse gas emissions from biofuels and bioliquids. Literature review“ als interner Review durch die Generaldirektion Energie (DG ENER) (DG Energy 2010).

Der Berichtspflicht über indirekte Landnutzungsänderungen ist die Europäische Kommission (EK 2010b) im Dezember 2010 nachgekommen. Darin werden folgende in Erwägung zu ziehende Handlungsoptionen genannt:

- weitere Überwachung und vorerst kein Tätigwerden;
- allgemeine Erhöhung der Mindestschwellenwerte für die Treibhausgasreduktion für Biokraftstoffe;
- Einführung zusätzlicher Nachhaltigkeitsanforderungen für bestimmte Kategorien von Biokraftstoffen;
- Zuweisung spezifischer Mengen von Treibhausgasemissionen für einzelne Biokraftstoffe entsprechend der geschätzten Auswirkungen der indirekten Landnutzungsänderungen.

Die Kommission (EK 2010b, S. 16) will zunächst ihre Folgenabschätzung fortsetzen und dann über ggf. zu ergreifende Maßnahmen entscheiden.

Die Abschätzungen der von der Umsetzung der EU-Biokraftziele in der EU-27 zu erwartenden indirekten Landnutzungsänderungen weisen eine erhebliche Spannweite auf:

- Die Modellrechnung des IPTS mit dem AGLINK-COSIMO-Modell unter der Annahme 7 Prozent konventionelle und 1,5 Prozent fortschrittliche Biokraftstoffe ergibt für 2020 eine Ausdehnung der für den Anbau von Nutzpflanzen erforderlichen Fläche um 5,2 Mio. ha weltweit, davon ein Viertel in der EU (Fonseca et al. 2010).
- Die Modellrechnung des IFPRI mit dem MIRAGE-Modell unter der Annahme 5,6 Prozent konventionelle und 1,5 Prozent fortschrittliche Biokraftstoffe ergibt

für 2020 eine zusätzlich für den Anbau von Nutzpflanzen erforderliche Fläche von 0,8 bis 1 Mio. ha weltweit. Im Szenario mit 8,6 Prozent konventionelle Biokraftstoffe erhöht sich der Flächenbedarf auf 2,8 Mio. ha (Al-Riffai et al. 2010).

- Das zukünftige Verhältnis von Biodiesel und Bioethanol bei Biokraftstoffverbrauch hat deutlichen Einfluss auf die indirekten Landnutzungsänderungen (EK 2010b).
- Die indirekten Landnutzungsänderungen fallen in den „Freihandelsszenarien“ deutlich niedriger aus als in den Szenarien mit einer Fortschreibung des Status quo.
- Die IIEEE-Studie schätzt auf der Basis der nationalen Aktionspläne (für EU-23) die indirekten Landnutzungsänderungen auf 4,1 bis 6,9 Mio. ha weltweit (Bowyer 2010).

Wichtige Faktoren, Annahmensetzungen und Unsicherheiten, die die Szenarienergebnisse beeinflussen, sind (EK 2010b):

- zukünftige Handelsbedingungen (Business-as-usual-Szenario versus Freihandelsszenario);
- verwendete landwirtschaftliche Rohstoffe und ihre regionale Herkunft;
- Einbeziehung von Nebenerzeugnissen und die durch ihre Verwendung als Tierfutter freigesetzte Fläche für den Anbau von Futtermitteln;
- zukünftige Ertragssteigerungen;
- Verfügbarkeit und Klassifizierung der Flächen für potenzielle Landnutzungsänderungen;
- Art der umgewandelten Flächen und ihre Kohlenstoffbestandswerte.

Als Fazit ist festzuhalten, dass die europäischen Biokraftstoffziele zu indirekten Landnutzungsänderungen führen werden, wobei die Höhe dieser Landnutzungsänderungen unsicher ist, weil die verfügbaren Modelle und die zugrundeliegenden Annahmen eine Reihe von Mängeln und Unsicherheiten aufweisen. Inwieweit andere Nutzungen von Energiepflanzen (z. B. Biogas für Strom und Wärme) zu indirekten Landnutzungsänderungen führen, ist bisher nicht untersucht. Im Hinblick auf die Konkurrenz zwischen ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung ist zu erwarten, dass zumindest durch importierte Biokraftstoffe zukünftig ein Teil der Flächenkonkurrenz auf die internationale Ebene verlagert wird.

4. Konkurrenz mit weiteren Nachhaltigkeitszielen

Ökologischer Landbau und Bioenergienutzung (auf der Basis von Energiepflanzen) bzw. die Politiken zur Erreichung der entsprechenden Nachhaltigkeitsziele beeinflussen sich nicht nur gegenseitig, sondern haben auch Einfluss auf landwirtschaftliche Ökosystemleistungen und weitere Nachhaltigkeitsziele.

Ein weiterer *Indikator* für eine umweltverträgliche Landbewirtschaftung in der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist der *Stickstoffüberschuss*. Der Stickstoffindikator für die Landwirtschaft in Deutschland nennt die Stickstoffüberschüsse der Gesamtbilanz für Deutschland in kg Stickstoff je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche pro Jahr und wird aus der Gegenüberstellung von Stickstoffzufuhr und Stickstoffabfuhr berechnet. Die schwache Abnahme des Stickstoffüberschusses seit 1993 beruht auf einem leichten Rückgang des mineralischen Düngereinsatzes und vor allem auf einer höheren Stickstoffabfuhr durch effizientere Stickstoffdüngung und höhere Futterverwertung bei den Nutztieren (Statistisches Bundesamt 2012, S. 40 f.).

Die Ausweitung des Energiemaisanbaus führt vielerorts zur Verdrängung von Winterkulturen und Zwischenfrüchten sowie zu einem vermehrten Umbruch von Grünland, wodurch die Nitratauswaschung begünstigt wird. Ertragreiche Energiemaisarten erfordern einen relativ hohen Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln, wodurch zusätzliche Umweltbelastungen entstehen (TAB 2010, S. 136). Energiepflanzen können aber in Abhängigkeit von der Energiepflanzenart, der ersetzten Kultur und dem Anbausystem die Stickstoffbilanz auch positiv verändern. Beispielsweise haben schnellwachsende Baumarten (Kurzumtriebsplantagen) einen niedrigen Nährstoffbedarf, und der anhaltende Nährstoffentzug führt zu niedrigen Nitratwerten im Sickerwasser (TAB 2010, S. 137).

Der ökologische Landbau ist im Allgemeinen durch eine geringere Nährstoffauswaschung und einen niedrigeren Stickstoffüberschuss als die konventionelle Landwirtschaft gezeichnet. Die geringeren Nährstoffauswaschungspotenziale auf Ökobetrieben sind primär auf folgende Faktoren zurückzuführen (Anspach et al. 2011a, S. 10):

- Es befinden sich *grundsätzlich* geringere Nährstoffmengen im System. Dadurch ist die potenziell auswaschungsgefährdete Menge reduziert.
- Darüber hinaus ist der Anteil an *verfügbarem* Stickstoff in ökologisch bewirtschafteten Böden meist wesentlich niedriger.
- Da Nährstoffe nicht einfach über Mineraldünger importiert werden können, sind die Opportunitätskosten von Stickstoffverlusten sehr hoch. Für Ökolandwirte spielt daher ein optimales Nährstoffmanagement zur Eindämmung von Verlusten eine wesentlich größere Rolle als für konventionelle Landwirte.

Beim *Nachhaltigkeitsindikator Artenvielfalt und Landschaftsqualität* hat sich in den letzten 10 Jahren (bis 2009) der Teilindikator für Agrarland vom Ziel weg bewegt. Der Berechnung des Indikators liegt die Entwicklung der Bestände von 59 Vogelarten zugrunde, die die wichtigsten Landschafts- und Lebensraumtypen in Deutschland repräsentieren (Agrarland, Wälder, Siedlungen, Binnengewässer, Küsten/Meere sowie die Alpen). Intensive land- und forstwirtschaftliche Nutzung, Zerschneidung und Zersiedlung der Landschaft, Versiegelung von Flächen sowie Stoffeinträge wie Säurebildner

und Nährstoffe sind in regional unterschiedlicher Weise wichtige Ursachen für den Rückgang der Artenvielfalt (Statistisches Bundesamt 2012, S. 16 f.).

Negative Auswirkungen auf Landschaftsqualität und Artenvielfalt können von Grünlandumbruch und zunehmendem Energiepflanzenanbau ausgehen (Statistisches Bundesamt 2012, S. 17). Intensive Bewirtschaftung, der Anbau nur weniger Kulturen mit einheitlichen Verfahren, große Ackerschläge ohne Randstrukturen und verengte Fruchtfolgen führen zu einer verringerten Vielfalt an Lebensraumangebot für Fauna und Flora in der Agrarlandschaft (TAB 2010, S. 138). Die bisher starke Dominanz von Mais und Raps im Energiepflanzenanbau (Kap. II.2.3) ist deshalb negativ zu bewerten. Prinzipiell sind aber auch Anbausysteme und ein erweitertes Energiepflanzenpektrum mit positiven Wirkungen möglich. Diese sind bisher aber nicht wirtschaftlich attraktiv.

Dem Ökolandbau wird ein signifikant positiver Einfluss auf Flora und Fauna zugeschrieben. Neben der Bewirtschaftungsintensität ist der Anteil an naturnahen Flächen auf einem Betrieb ein zentraler Faktor für eine hohe Biodiversität. Vergleiche von Ökobetrieben mit konventionellen Betrieben zeigen, dass der Anteil an naturnahen Flächen auf Ökobetrieben höher ist als auf konventionellen Betrieben. Die auf Ökobetrieben festgestellte höhere Artenvielfalt vieler Tiergruppen und die größeren Populationsdichten bestimmter Arten sind eine wichtige Voraussetzung für den Erhalt von Ökosystemdienstleistungen wie Regulierung von Schadinsekten, Erosionsminderung auf Ackerböden, Dungabbau auf Weiden und Abbau von Schadorganismen im Boden (Anspach et al. 2011a, S. 9 f.).

Die Landbewirtschaftung hat darauf zu achten, die *Böden* in ihrem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand zu erhalten und sie vor Erosion, Verdichtung und Humusabbau zu schützen. Durch Reihenkultur mit großen Pflanzabständen, langsamer Bestandsentwicklung und später Bodenbedeckung sind einige Energiepflanzen (z. B. Zuckerrüben, Mais, Sonnenblume) erosionsgefährdet. Die nutzungsabhängige Veränderung des Humusgehalts wird durch die Energiepflanzenfruchtfolge bestimmt. Stark humuszehrende Pflanzen sind Mais und Hackfrüchte, humusmehrend dagegen Leguminosen und Artenmischungen (TAB 2010, S. 132 ff.). Die ökologische Bewirtschaftung ist förderlich für den Humusgehalt des Bodens. Ökologisch bewirtschaftete Böden haben in der Regel eine hohe Strukturstabilität und tragen somit zur Erosionsvermeidung bei (Anspach et al. 2011a, S. 10).

5. Priorität der Nachhaltigkeitsziele und Auswirkungen auf die Flächenkonkurrenz

Von der zukünftigen Ausgestaltung der Politiken zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ ist abhängig, in welchem Umfang die Zielsetzungen (Kap. II.1.1 u. II.2.1) erreicht werden können. Gleichzeitig bestimmen die in Kapitel V.2 diskutierten Rahmenbedingungen den Spielraum, der für den zukünftigen zusätzlichen Flächenbedarf durch Auswei-

tung des ökologischen Landbaus und der Energiepflanzenenerzeugung zur Verfügung steht. Da die in Zukunft zu erwartende Flächenkonkurrenz sowohl von der Politikgestaltung zu den Nachhaltigkeitszielen als auch von den Rahmenbedingungen abhängig ist, gibt es keine eindeutige Antwort auf die Frage, ob ein Zielkonflikt besteht, d. h., ob die beiden Nachhaltigkeitsziele nicht gleichzeitig vollständig erreicht werden können.

Deshalb werden im Folgenden mit drei Szenarien mögliche zukünftige Entwicklungen des ökologischen Landbaus und der Bioenergieerzeugung beschrieben. Diese stellen grobe Skizzen dar, wie sich alternative Politikgestaltungen auf die Flächennutzung und -konkurrenz auswirken. Die unterschiedlichen zukünftigen Entwicklungen ergeben sich insbesondere aus der Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele, stellen aber auch die Ziele selbst (bzw. den Grad der Zielerreichung) zur Diskussion. Es wird für jedes Szenario herausgearbeitet, welche Gestaltung bzw. Veränderung von Politikinstrumenten notwendig wäre, um die jeweils angestrebte Entwicklung zu erreichen. Zieljahr der Betrachtung ist 2020. Es wird jeweils die mögliche Entwicklung für den Zeitraum von 2012 bis 2020 beschrieben. Die drei Szenarien sind (Anspach et al. 2011a):

- Szenario 1: Vorrang des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ – Fortsetzung des Status quo
- Szenario 2: Vorrang des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ – Forcierter Ausbau der ökologischen Landwirtschaft
- Szenario 3: gleichgewichtige Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele – Entschärfung der Flächennutzungskonkurrenz

Während die Szenarien 1 und 2 im Wesentlichen eine unabhängige Politikgestaltung zu den beiden Nachhaltigkeitszielen – mit unterschiedlichen Gewichtungen – beinhalten, werden im Szenario 3 die Möglichkeiten einer Integration im Rahmen einer abgestimmten Nachhaltigkeitspolitik beschrieben.

Die Szenarienanalyse ist nicht modellgestützt, sondern basiert nur auf plausiblen Annahmen zur zukünftigen Flächennutzung. Die Fördermaßnahmen und Regelungen der Umwelt-, Energie- und Agrarpolitik führen zu einer Vielzahl unterschiedlicher Effekte, die die Nutzungskonkurrenzen entscheidend beeinflussen können. Es werden anstelle der komplexen Wirkungszusammenhänge nur vereinfachende Annahmen getroffen, wie sich die jeweils mit den Szenarien verbundene Politikgestaltung auf die Flächenentwicklung von ökologischem Landbau und Energiepflanzenenerzeugung auswirkt. Zukünftige Markt- und Preisentwicklungen für Agrarprodukte und Betriebsmittel bleiben unberücksichtigt (Anspach et al. 2011a, S. 61). Ebenso werden Wechselwirkungen mit internationalen Agrarmärkten nicht einbezogen, die den Umfang der Importe und Exporte von Agrarprodukten und damit die Flächenbelegung verändern könnten.

Zur Beurteilung zukünftiger Flächenkonkurrenzen wird die Abschätzung zugrunde gelegt, dass im Jahr 2020 von den 16,8 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche insge-

samt 3,7 Mio. ha nicht mehr für die Futter- und Nahrungsmittelproduktion benötigt werden. Dies entspricht etwa der Abschätzung des Flächenpotenzials für die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Jahr 2020 der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE 2010, S. 37) und des Deutschen Biomasse-Forschungs-Zentrums (Thrän et al. 2011, S. 76). Ausgehend von der Energiepflanzenfläche von rund 2 Mio. ha im Jahr 2011 (Kap. II.2.3) würde damit im Jahr 2020 ein weiteres Flächenpotenzial von 1,7 Mio. ha zur Verfügung stehen. Dieses Flächenpotenzial geht in den zuvor genannten Abschätzungen vor allem auf eine erwartete negative Bevölkerungsentwicklung und den damit sinkenden Futter- und Lebensmittelbedarf sowie die unterstellten Ertragssteigerungen zurück. Das unterstellte verfügbare Flächenpotenzial im Jahr 2020 stellt eine Orientierungsgröße dar und ist tendenziell eine optimistische Abschätzung. In Abhängigkeit von der tatsächlichen zukünftigen Entwicklung der Erträge und anderer Rahmenbedingungen (Kap. V.2) kann sich das Flächenpotenzial erheblich verändern.

5.1 Szenario 1: Vorrang des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“

In diesem Szenario wird unterstellt, dass die bisher bestehende Priorität für den Ausbau der Bioenergienutzung im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ beibehalten wird. Das Szenario beinhaltet damit eine Fortschreibung des Status quo. Die politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sollen sich nicht verändern. Dazu passend wird angenommen, dass es zu keiner Änderung des Konsumverhaltens insbesondere bezüglich des Konsums tierischer Lebensmittel kommt.

Die Verfolgung des *Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“* wird in diesem Szenario nicht intensiviert. Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen eingeführt, um das Ziel der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie, den Anteil des ökologischen Landbaus in den nächsten Jahren auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern, zu erreichen. Die Agrarförderpolitik bleibt auf allen Politikebenen (EU, Bund, Bundesländer) unverändert, sodass sich die relative Vorzüglichkeit des Ökolandbaus gegenüber dem konventionellen Landbau nicht verbessern würde. Bei der deutschen Förderung des ökologischen Landbaus bleibt es dabei, dass die Fördersätze und -bedingungen in den Bundesländern deutlich unterschiedlich sind und es in einzelnen Bundesländern wieder zu Förderstopps für Neumsteller auf den Ökolandbau kommt. Bei der Marktentwicklung für Biobiolebensmittel in Deutschland erwartet, dass sich der Trend der letzten Jahre fortsetzen wird: Der Verbrauch ökologischer Lebensmittel wird weiter zunehmen, und der Umsatzzuwachs wird zu einem wesentlichen Teil durch steigende Importe gedeckt (Anspach et al. 2011a, S. 63).

Die *Zielwerte für den Beitrag der Bioenergie* zu den erneuerbaren Energien für 2020 haben Bestand. Die derzeit gültigen Biokraftstoffquoten bis 2020 werden nicht verändert. Die Potenzialabschätzung der AEE (2010) geht davon aus, dass die inländische Flächennutzung für die Biodiesel- und Bioethanolerzeugung zusammen 2,2 Mio. ha im Jahr 2020 beanspruchen wird (Tab. V.8).

Tabelle V.8

Abschätzungen der Flächennutzung für Bioenergie 2020 (in Mio. ha)

Flächennutzung	2011	2020 (AEE-Potenzial- abschätzung)	2020 (DBFZ- Basisszenario)
Raps für Biodiesel (Kraftstoff)	0,9	1,5	0,1
Getreide u. Zuckerrüben für Bioethanol (Kraftstoff)	0,3	0,7	0,0
Mais, Getreide u. a. für Biogas (Strom, Wärme, Kraftstoff)	0,8	1,2	1,5
Pappeln und Weiden für Holzpellets und -hackschnitzel (Strom, Wärme)	0,0	0,3	0,2
Fläche für Bioenergie insgesamt	2,0	3,7	1,8
verbleibende landwirtschaftlich genutzte Fläche	14,9	13,1	15,0

Quelle: AEE 2010, S. 40; FNR 2011a; Thrän et al. 2011, S. 190

Diese Abschätzung ist mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet, wie das Basisszenario des Deutschen Biomasse-Forschungs-Zentrums (DBFZ) zeigt. Darin ist 2020 die heimische Biokraftstoffproduktion fast vollständig aus dem Markt gedrängt (Tab. V.8) und die Quote wird durch Biokraftstoffimporte erfüllt, weil der inländische Anbau gegenüber Biokraftstoffimporten nicht wirtschaftlich ist und die THG-Minderungskriterien nicht erfüllen kann (Thrän et al. 2011, S. 124).

Der starke Ausbau der Biogaserzeugung wird in diesem Szenario fortgesetzt. Der weitere Ausbau erfolgt sowohl über Vor-Ort-Verstromung als auch über Einspeisung des erzeugten Biomethans in das Erdgasnetz (oder Mikrogasnetze). Im Rahmen der Energiewende stellt Strom aus Biogas (auf der Basis von Energiepflanzen) ein zentrales Element dar, der gegenüber der fluktuierenden Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie kontinuierlich zur Verfügung steht und bedarfsgerecht gesteuert werden kann. Der Zielwert für den Beitrag der Bioenergie zur erneuerbaren Stromversorgung soll erreicht werden. Es wird angenommen, dass weitere Anpassungen des EEG vorgenommen werden, falls die derzeitige Vergütungsstruktur des EEG 2012 für die Erreichung des Ziels nicht ausreicht. Dabei wird unterstellt, dass die Förderpolitik zu Biogas anstrebt, das verfügbare Flächenpotenzial, das in Abhängigkeit von der weiteren Entwicklung des inländischen Anbaus von Biokraftstoffen (Tab. V.8) zur Verfügung steht, möglichst vollständig zu nutzen.

Flächenentwicklung des ökologischen Landbaus

Unter den Annahmen dieses Szenarios würde sich das Flächenwachstums des ökologischen Landbaus in Deutschland voraussichtlich verringern. Die jährliche durchschnittliche Wachstumsrate von 4,2 Prozent von 2005 bis 2009 würde in den kommenden 10 Jahren vermutlich unterschritten. Die jährliche Wachstumsrate würde sich in einem Korridor von 2 bis 4 Prozent bewegen (Anspach et al. 2011a, S. 62). Dies würde eine Zunahme der ökologisch bewirtschafteten Fläche in der Grö-

ßenordnung von etwa 200 000 bis 400 000 ha im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2011 bedeuten (Abb. V.14).

Die Zielsetzung eines weiteren deutlichen Ausbaus der Bioenergie erfordert, dass die Förderpolitik so ausgestaltet wird, dass ökonomische Vorteile der Biogaserzeugung gegenüber der konventionellen Nahrungs- und Futtermittelproduktion und dem ökologischen Landbau bestehen bleiben. Damit kann damit gerechnet werden, dass zumindest regional die Pachtpreise unter Druck bleiben. Zusätzlich wirkt, dass in diesem Szenario keine zusätzlichen Maßnahmen zum Abbau von Hemmnissen für die Umstellung auf ökologischen Landbau ergriffen werden. Es könnte darüber hinaus auch verstärkt zu Rückumstellungen von bestehenden Biobetrieben auf konventionelle Bewirtschaftung kommen, insbesondere aufgrund der Attraktivität der Biogasproduktion.

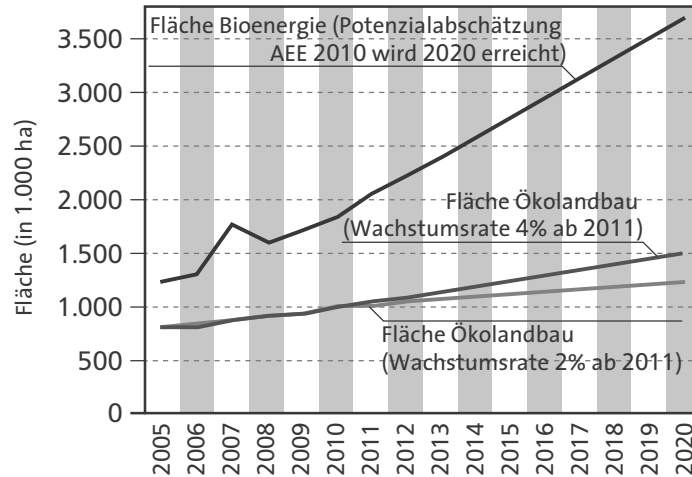
Flächenentwicklung für Bioenergie

Aus der Priorität für den Ausbau der Bioenergie im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ ergibt sich entsprechend den Szenarioannahmen, dass die bis 2020 freiwerdenden Flächenpotenziale für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Auf der Basis der Potenzialabschätzung der AEE (Tab. V.8) wird davon ausgegangen, dass die Anbaufläche für Energiepflanzen bis 2020 auf ca. 3,7 Mio. ha ausgeweitet wird (Abb. V.14). Demnach würde der Energiepflanzenanbau 22 Prozent der heutigen landwirtschaftlich genutzten Flächen bzw. 31 Prozent der Ackerfläche belegen (Anspach et al. 2011a, S. 63).

Dabei besteht für die Erreichung des übergeordneten Ziels „Erneuerbare Energien“ bei der Bioenergie ein erheblicher Gestaltungsspielraum durch die verschiedenen Produktlinien und durch die Alternative „inländische Erzeugung“ oder „Import von Bioenergieträgern“ (TAB 2010). Dieser Gestaltungsspielraum hat erheblichen Einfluss auf die Flächenzuwächse für die Bioenergieproduktion in Deutschland.

Abbildung V.14

Entwicklung der Flächen für ökologischen Landbau und Bioenergie im Szenario 1 „Vorrang des Nachhaltigkeitsziels ‚Erneuerbare Energien‘“



Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 64

Flächenkonkurrenzen und Zielkonflikte

Unter Verfehlung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ wird sich die Flächenkonkurrenz in diesem Szenario nicht wesentlich verschärfen, da der Ausbau des Energiepflanzenanbaus entsprechend den Szenariannahmen auf das freiwerdende Flächenpotenzial beschränkt wird. Wie in der Vergangenheit kann es auch zukünftig zu deutlichen regionalen Flächenkonkurrenzen mit steigenden Boden- und Pachtpreisen kommen, weil sich die EEG-Fördersätze unvermeidbar regional unterschiedlich auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung auswirken. Ebenso ist nicht auszuschließen, dass es wieder zu einer Überförderung der Biogasnutzung kommt, wie beim EEG 2009. Da bei der Festlegung der EEG-Vergütungssätze Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Agrarpreise notwendig sind, besteht die Gefahr, dass die Biomassekosten überschätzt werden, wenn die Agrarpreisentwicklung günstiger ausfällt.

Die sehr langsame Ausweitung der ökologischen Anbaufläche spielt für die Frage der Flächenkonkurrenz keine Rolle. Aufgrund der geringeren Flächenproduktivität des Ökolandbaus werden für den Flächenzuwachs des ökologischen Landbaus bis 2020 nur etwa 70 000 bis 140 000 ha zusätzlich benötigt, wenn unterstellt wird, dass die durchschnittliche Produktivität des ökologischen Landbaus (bei derzeitiger Produktionsstruktur) zwei Drittel des konventionellen Landbaus beträgt.

Schon heute wird ein Teil der Flächenkonkurrenz durch den Import von Biokraftstoffen ins Ausland verlagert (Kap. V.3). Je stärker zukünftig der Anbau für Biokraftstoffe ins Ausland verlagert wird, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch der Umfang der indirekten Landnutzungsänderungen zunimmt.

Dieses Szenario zeigt, dass unter den Status-quo-Bedingungen ein Zielkonflikt zwischen den Nachhaltigkeitszielen „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergienutzung“ auf der Basis von Energiepflanzen als Teil des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ besteht. Dieser Zielkonflikt wird hier entsprechend der Szenarienkonstruktion zugunsten der Bioenergie gelöst.

5.2 Szenario 2: Vorrang des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“

Dieses Szenario geht von der Annahme aus, dass die Priorität auf das Nachhaltigkeitsziel, den Anteil des ökologischen Landbaus in den nächsten Jahren auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern, verschoben wird. Dieses Ziel soll im Jahr 2020 erreicht werden, was einer Verlängerung der in der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2002 ursprünglich gesetzten Frist bis 2010 um 10 Jahre entspricht. Auf den ökologischen Anbauflächen würde überwiegend Lebensmittelproduktion stattfinden (Anspach et al. 2011a, S. 64). Beim Nachhaltigkeitsziel für erneuerbare Energien wird gleichzeitig die bisherige politische Ausrichtung verändert. Der Beitrag der Bioenergie auf der Basis von Energiepflanzen soll nicht weiter steigen, um Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen zu vermeiden.

Das Szenario unterstellt, dass auf Ebene der EU, des Bundes und der Bundesländer der *Ökolandbau als Leitbild* einer nachhaltigen Landwirtschaft verankert wird, entsprechend der Empfehlung des Rates für Nachhaltige Entwicklung (Nachhaltigkeitsrat 2011). Auf allen Politikerebenen soll ein in sich abgestimmter Instrumentenmix zeitnah umgesetzt werden, der zu einer deutlichen Verbesserung der relativen Vorzüglichkeit des Ökolandbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung führt.

Wichtige Maßnahmen im Rahmen einer solchen Ausrichtung sind (Anspach et al. 2011a, S. 64 f.):

- *Grundlegende EU-Agrarreform nach 2013:* Die Zahlungen der EU werden künftig konsequent an konkrete gesellschaftliche und ökologische Leistungen gebunden und so qualifiziert, dass die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung deutlich gestärkt wird. In der laufenden Förderperiode bis 2013 wird der bestehende Förderrahmen innerhalb der Agrarumweltprogramme für den ökologischen Landbau deutlich verbessert und in allen Bundesländern auch ausgeschöpft. In keinem Bundesland kommt es zu Förderstopps für Ökobetriebe. Damit könnte auch die Planungssicherheit für umstellungsbereite Landwirte verbessert werden.
 - *Neuausrichtung des Agrarinvestitionsförderungsprogramms:* Bei der Neuausrichtung der einzelbetrieblichen Investitionsförderung wird eine stärkere Kohärenz mit dem Umwelt-, Natur- und Tierschutz hergestellt. Anträge von Ökobetrieben werden prioritär bewilligt, und die Betriebe erhalten einen deutlich verbesserten Fördersatz insbesondere bei der Stallbauförderung. Dies wird bereits in der laufenden Förderperiode bis 2013 im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz (GAK) umgesetzt.
 - *Verstärkte Förderung von Forschung und Beratung für ökologischen Landbau:* Die staatliche Forschungsförderung für den Ökolandbau wird ausgebaut. Das „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ wird finanziell deutlich aufgestockt und andere Forschungstitel für den Ökolandbau geöffnet. Zusätzlich wird für Umstellungsinteressierte als auch für bestehende Biobetriebe ein flächendeckendes Angebot von praxisgerechter und spezialisierter einzelbetrieblicher Beratung zur Umstellung, Vermarktung, Produktionstechnik, Betriebswirtschaft und Betriebsentwicklung angeboten. Diese Maßnahmen könnten zu einer Steigerung der Produktivität dieses Anbausystems führen.
 - *Nutzung marktorientierter Instrumente in der Agrarumweltpolitik:* Parallel zur verbesserten Förderung des ökologischen Landbaus wird ein Konzept zur Internalisierung externer Kosten umgesetzt. Die Einführung von Abgaben könnte die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Landwirtschaft fördern und zweckgebundene Einnahmequellen für eine breite Ökologisierung der Landwirtschaft mobilisieren. Mögliche Handlungsoptionen sind:
 - Einführung einer Stickstoffabgabe auf Handelsebene oder einer Stickstoffüberschussabgabe auf der Ebene landwirtschaftlicher Betriebe,
 - Einführung einer Pflanzenschutzmittelabgabe,
 - Beschränkung von bestimmten Importfuttermitteln (Abgaben, nichttarifäre Handelshemmnisse).
 - *Vermarktung und Absatz* von heimischen Bioprodukten werden über entsprechende Förderprogramme und gezielte Werbekampagnen gestärkt. In allen Regionen Deutschlands wird der Aufbau leistungsfähiger Verarbeitungs- und Handelsstrukturen unterstützt. Über zielgruppenspezifische Werbekampagnen werden die Vorteile ökologischer Lebensmittel gegenüber dem Verbraucher herausgestellt.
- Die Realisierung des Nachhaltigkeitsziels für den ökologischen Landbau bis 2020 könnte durch *spezifische regionale „Teilstrategien“* unterstützt werden. Denkbare Beispiele sind eine Grünlandstrategie und regionale Umweltstrategien (Anspach et al. 2011a, S. 66):
- *Grünlandstrategie:* Unter den bisherigen Rahmenbedingungen haben verstärkt Betriebe in Grünlandgebieten und auf schlechteren Standorten eine Umstellung auf ökologischen Landbau vollzogen. Auf den Gunststandorten der Acker- bzw. Gemüsebauregionen mit hohem Produktivitätspotenzial ist die Umstellungsrate dagegen gering (Kap. II.1.3). Das 20 Prozent-Ziel für den ökologischen Landbau könnte daher leichter erreicht werden, wenn forciert geeignete Grünlandregionen großflächig auf Ökolandbau umgestellt würden. Insbesondere in den extensiven grünlandbasierten Tierhaltungen ist eine Umstellung auf die Kriterien des Ökolandbaus für viele Betriebe bei entsprechenden Förderanreizen machbar. So wäre eine weitgehende Umstellung der Mutterkuhhaltung als auch der Schaf- und Ziegenhaltung durch eine gezielte Ausrichtung der Agrarförderung (GAP nach 2013, Agrarumweltprogramme, Agrarinvestitionsförderungsprogramm etc.) durchaus realistisch. Zudem könnten dann gezielt regionale Vermarktungsprogramme für Ökofleisch umgesetzt werden, da entsprechende Mengen und Qualitäten verfügbar wären. Eine entsprechende Unterstützung der Verbrauchernachfrage insbesondere für ökologisch erzeugtes Weideind und Schaffleisch wäre notwendig.
 - *Regionale Umweltstrategien:* Zur Erreichung europäischer und nationaler Umweltziele (z. B. Natura 2000, Wasserrahmenrichtlinie, nationale Biodiversitätsstrategie) könnten im Rahmen regionaler „Teilstrategien“ gezielt Maßnahmen zur Ausweitung des ökologischen Landbaus durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um Gebiete, in denen aufgrund ihrer Gewässernutzung (z. B. Trinkwassereinzugsgebiete) oder ihrer besonderen naturräumlichen Ausstattung und Schutzwürdigkeit (z. B. FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Biosphärenreservate) eine eingeschränkte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, ein verminderter Nrateintrag in Gewässer oder ein besonderer Schutz der Biodiversität geboten ist. Mit einem speziellen Konzept zur Förderung der ökologischen Landwirtschaft in diesen sensiblen Gebieten könnte das Ziel erreicht werden, entsprechend dem Vorsorgeprinzip bzw. einem Verschlechterungsverbot jegliche Einträge von chemisch-synthetischen Pestiziden zu unterbinden und eine verringerte Eutrophierung zu erreichen. Eine Umsetzung dieser „Teilstrategie“ würde hohe Potenziale zur Erreichung des 20-Prozent-Ziels mobilisieren.

Da die *Bioenergiebereitstellung auf der Basis von Energiepflanzen* in diesem Szenario nicht weiter steigen soll, sind entsprechende Änderungen der Förderpolitiken notwendig. Die *EEG-Förderung für Strom aus Biogas* wird auf die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen konzentriert. Der Vorschlag des WB für Agrarpolitik (2011), einen obligatorischen Gülleanteil von 95 Prozent (massebezogen) für kleine Hofanlagen vorzuschreiben, wird umgesetzt. Die energetische Wirtschaftsdüngernutzung hat ein erhebliches Potenzial. Bei kompletter Ausschöpfung des technischen Wirtschaftsdüngerpotenzials in Deutschland könnte mit der energetischen Wirtschaftsdüngernutzung eine Anbaufläche von Silomais in Höhe von 430 000 bis knapp 900 000 ha ersetzt werden (ohne Berücksichtigung von Wirtschaftsdüngertransporten), wenn eine vergleichbare Substitution fossiler Energieträger erreicht werden soll. Im Hinblick auf die eingesparte THG-Menge ist die ersetzbare Silomaisfläche mit ca. 1,53 bis 2,58 Mio. ha Silomais deutlich höher, weil die THG-Emissionen aus dem Energiepflanzenanbau wegfallen und THG-Emissionen des Wirtschaftsdüngers vermieden werden, insbesondere, wenn der Gärrestlagerraum gasdicht abgedeckt ist (Thiering/Bahrs 2011). Die weiteren Anpassungen des EEG sollen so erfolgen, dass ein möglichst großer Teil des technischen Potenzials genutzt werden kann. Außerdem wird das Vergütungssystem des EEG so verändert, dass weitere Rest- und Abfallstoffe sowie extensive Substrate wie Gras, Klee gras und Zwischenfrüchte wirtschaftlich genutzt werden können. Die bisher bestehende Vorzüglichkeit des Einsatzes von Mais, Getreide und Zuckerrüben wird dagegen deutlich reduziert.

Bei der *Biokraftstoffpolitik* auf EU- und Bundesebene gibt es zwei Alternativen (Anspach et al. 2011a, S. 66):

- Zum einen können die Biokraftstoffquoten bis 2020 beibehalten und zunehmend durch Importe erfüllt werden. Diese Option würde allerdings eine Verlagerung der Flächenkonkurrenzproblematik in die Exportländer bedeuten und schlecht zur angestrebten Ökologisierung der deutschen und europäischen Landwirtschaft passen.
- Zum anderen kann die Biokraftstoffpolitik revidiert werden, indem die Biokraftstoffquoten stufenweise zurückgenommen und bis 2020 abgeschafft werden. Diese Option kann nur auf EU-Ebene umgesetzt werden. Sie würde gleichzeitig deutlich verstärkte Bemühungen um Effizienzsteigerungen im Transportsektor erfordern, da als Alternative zu den Biokraftstoffen derzeit keine anderen regenerativen Kraftstoffe zur Verfügung stehen.

Abschätzung der Flächenentwicklung des ökologischen Landbaus

Gegenüber der Entwicklung in der Vergangenheit und im Szenario 1 sind in diesem Szenario deutlich höhere jährliche Umstellungen notwendig, um das Nachhaltigkeitsziel für den ökologischen Landbau bis 2020 zu erreichen. Die Fläche des ökologischen Landbaus müsste in der Größenordnung von 12 bis 15 Prozent jährlich zunehmen, damit das Flächenziel von 20 Prozent im Jahr 2020 erreicht wird. Die im Rahmen des Szenarios vorgesehenen Maß-

nahmen zur Förderung des ökologischen Landbaus und zur Veränderung der politischen Rahmenbedingungen werden als prinzipiell geeignet eingeschätzt, um eine entsprechende Entwicklung zu erreichen. Eine Abschätzung der Flächenwirksamkeit der einzelnen Maßnahmen ist allerdings nicht durchgeführt worden. Die Nachfrage nach ökologischen Lebensmitteln müsste ebenfalls stärker als bisher steigen. Denn nur wenn das größere Angebot auf eine entsprechende Nachfrage trifft, bleiben die Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus und damit ein fortbestehender Anreiz zur Umstellung erhalten. Maßnahmen zur Förderung von Vermarktung und Absatz sollen dies gewährleisten.

Ein Anteil des ökologischen Landbaus von 20 Prozent an der landwirtschaftlichen Nutzfläche würde bedeuten, dass 3,36 Mio. ha im Jahr 2020 ökologisch bewirtschaftet werden (Thrän et al. 2011, S. 107). In den kommenden 10 Jahren müsste folglich eine zusätzliche Fläche von knapp 2,4 Mio. ha auf eine ökologische Bewirtschaftung umgestellt werden (Abb. V.15). Die mit der Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ verbundene Ausdehnung der ökologischen Anbaufläche bis 2020 dient überwiegend der Produktion von Lebensmitteln. Ein zusätzlicher Flächenbedarf entsteht damit nur insoweit, wie aufgrund der geringeren Flächenproduktivität des Ökolandbaus zusätzliche Flächen benötigt werden. Unter der Annahme, dass die durchschnittliche Produktivität des ökologischen Landbaus (bei derzeitiger Produktionsstruktur) zwei Drittel des konventionellen Landbaus erreicht, besteht zur Erreichung des 20-Prozent-Ziels ein zusätzlicher Flächenbedarf von 0,8 Mio. ha (Anspach et al. 2011a, S. 67). Im Umweltszenario des DBFZ, das ebenfalls 20 Prozent ökologisch bewirtschaftete Landwirtschaftsfläche beinhaltet, verringert sich dadurch das Flächenpotenzial für den Anbau nachwachsender Rohstoffe um 0,7 Mio. ha im Jahr 2020 (Thrän et al. 2011, S. 107).

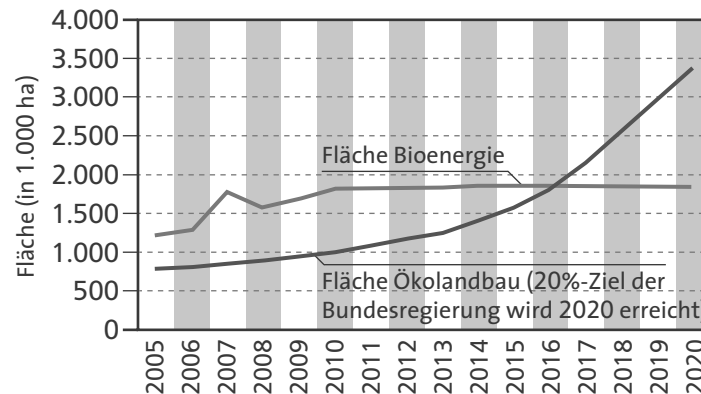
Die veränderten Rahmenbedingungen, insbesondere eine stärkere Ökologisierungskomponente bei den Direktzahlungen im Rahmen der EU-Agrarreform für die Periode nach 2013, würden den Produktivitätszuwachs der konventionellen Landwirtschaft verringern. Die Folge wäre ein verringertes verfügbares Flächenpotenzial im Jahr 2020, das hier aber nicht quantifiziert werden konnte.

Abschätzung der Flächenentwicklung für Bioenergie

Unter den Annahmen dieses Szenarios sinkt die relative Vorzüglichkeit des Anbaus von Energiepflanzen für die Bioenergieproduktion deutlich. Die bestehenden Biogasanlagen laufen aufgrund der garantierten Rahmenbedingungen weiter. Eine stufenweise Abschaffung der Biokraftstoffquoten oder ein Import der Biokraftstoffe bei fortbestehenden Quoten würde in Deutschland zu einem fast vollständigen Rückgang des Anbaus für die Biodiesel- und Bioethanolproduktion führen. Dadurch kann die Anbaufläche für Energiepflanzen zur Biogaserzeugung weiter ansteigen. Die Flächenentwicklung für Energiepflanzen könnte sich so im Saldo auf dem heutigen Niveau einpendeln (Abb. V.15).

Abbildung V.15

Entwicklung der Flächen für ökologischen Landbau und Bioenergie im Szenario 2 „Vorrang des Nachhaltigkeitsziels ‚Ökologischer Landbau‘“



Quelle: Anspach et al. 2011a, S. 68

Flächenkonkurrenzen und Zielkonflikte

Die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels eines Flächenanteils von 20 Prozent für den ökologischen Landbau im Jahr 2020 bedeutet, dass ein zusätzlicher Flächenbedarf von etwa 0,8 Mio. ha aufgrund der geringeren Flächenproduktivität des ökologischen Landbaus entsteht (Kap. V.2.1). Dadurch werden allerdings keine neuen Flächenkonkurrenzen ausgelöst, weil das Szenario eine Umsteuerung der Bioenergiepolitik auf die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen anstelle von Energiepflanzen und keine weitere Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus beinhaltet. Vielmehr verbleibt bei dem unterstellten zusätzlichen Flächenpotenzial von 1,7 Mio. ha bis 2020 noch ein Spielraum von etwa 0,9 Mio. ha. Ein moderater weiterer Ausbau der Biogaserzeugung auf der Basis von Energiepflanzen wäre also ohne Flächenkonkurrenz möglich, wenn die optimistischen Annahmen zur Flächenfreisetzung eintreten. Bei Fortbestehen der Biokraftstoffquoten und Erfüllung der Quoten durch importierte Biokraftstoffe würden allerdings der dadurch ausgelöste Flächenbedarf und folglich auch die Flächenkonkurrenz ins Ausland verlagert.

Während das Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ mit der Vorgabe eines Flächenanteils einen unmittelbaren Flächenbezug hat, stehen für die Nachhaltigkeitsziele bei den regenerativen Energien verschiedene Wege zur Zielerreichung offen. Grundsätzlich ist es möglich, dass die Ausbauziele für regenerative Energien erreicht werden und es zu keinem Zielkonflikt kommt. Inwieweit ein Zielkonflikt vermieden wird, hängt von der erfolgreichen Umsetzung einer umorientierten Bioenergieförderung bzw. dem verstärkten Ausbau anderer erneuerbarer Energien ab.

In diesem Szenario ist außerdem ein deutlicher Fortschritt bei dem Nachhaltigkeitsindikator Stickstoffüberschuss zu

erwarten. Das Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung war, bis 2010 den landwirtschaftlichen Stickstoffüberschuss auf 80 kg N pro ha und Jahr zu reduzieren. Der Stickstoffüberschuss liegt derzeit bei rund 100 kg N pro ha und Jahr und ist seit Mitte der 1990er Jahre nur sehr langsam zurückgegangen (Statistisches Bundesamt 2012, S. 40 f.). Durch die verstärkte Umstellung auf ökologischen Landbau und die erhöhten Umweltauflagen für die konventionelle Landwirtschaft im Szenario ist zu erwarten, dass ein Rückgang des mineralischen Stickstoffdüngereinsatzes erfolgt und sich dadurch der Stickstoffüberschuss verringert.

5.3 Szenario 3: Gleichgewichtige Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele

In diesem Szenario sollen die beiden Nachhaltigkeitsziele zum ökologischen Landbau und zur Bioenergie gleichzeitig bis 2020 erreicht werden. Dabei soll der Beitrag der Bioenergie auf der Basis von Energiepflanzen weiter ausgebaut werden. Die Integration von Bioenergiebereitstellung in den ökologischen Landbau stellt dabei ein wichtiges Element dar. Die ökologischen Leistungen der Landwirtschaft insgesamt – unabhängig von der Verwendung als Nahrungs- und Futtermittel oder zur Energiebereitstellung – sollen deutlich verbessert werden.

Um das Ziel eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu erreichen, wird in gleicher Weise wie im Szenario 2 der Ökolandbau als Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft auf der Ebene der EU, des Bundes und der Bundesländer verankert und die dort beschriebenen Maßnahmen (Kap. V.5.2) umgesetzt. Regionale und betriebszweigbezogene Teilstrategien zur gezielten Ausdehnung des ökologischen Landbaus auf Grünland bzw. in Grünlandregionen, wo Umstellungshürden gering sind und die Wirtschaftlichkeit besonders günstig ist, spielen wieder-

rum eine wichtige Rolle. Zielsetzung ist, eine deutliche Verbesserung der relativen Vorzüglichkeit des Ökolandbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung zu erreichen (Anspach et al. 2011a, S. 68).

Der Ausrichtung des Szenarios entsprechend, soll die weitere Ausdehnung des ökologischen Landbaus mit der Förderung der Bioenergieerzeugung bestmöglich in Einklang gebracht und Synergien gezielt genutzt werden, um Flächenkonkurrenzen möglichst zu vermeiden. Mit dem inländischen Anbau für Biokraftstoffe der 1. Generation ist dies schwierig zu erreichen. Der Logik des Szenarios folgend würden die *Biokraftstoffquoten stufenweise bis 2020 ausgesetzt*, bis Biokraftstoffe der 2. Generation zur Verfügung stehen. Vor ihrer Einführung wird überprüft, ob die angestrebte Treibhausgasemission erreicht wird, wie hoch die Minderungskosten sind und welcher Flächenbedarf entsteht.

Die Attraktivität des heimischen Anbaus von Energiepflanzen für Biokraftstoffe der 1. Generation würde somit deutlich reduziert. Dieser Ansatz würde innerhalb der Bioenergieerzeugung Flächenpotenziale für die Biogaserzeugung freisetzen. Dies hätte im direkten Vergleich zwei entscheidende Vorteile (Anspach et al. 2011a, S. 69):

- Die Biogasproduktion lässt sich besser mit der Lebensmittelproduktion vereinbaren. Ein Ansatz ist die verstärkte Verwendung von Abfall- und Reststoffen wie Gülle und Mist.
- Die Biogasproduktion weist eine höhere Energieeffizienz und höhere Einsparpotenziale bei den Treibhausgasemissionen auf als beispielsweise die Biodieselherstellung aus Raps oder die Ethanolherstellung aus Getreide.

Bei der Weiterentwicklung des EEG wird in dieser Perspektive neben den Güllehöfenanlagen auch die Biogaserzeugung mit Energiepflanzen attraktiv gehalten. Zusätzlich wird die EEG-Förderung so gestaltet, dass eine *verbesserte Integration der Energiepflanzenproduktion in den ökologischen Landbau* erreicht wird. So könnte der ökologische Anbau einen wesentlichen Beitrag zur Biogasproduktion leisten, ohne mit der Lebensmittelproduktion zu konkurrieren (Kap. IV.4). Dazu ist eine höhere Vergütung für „extensive“ Energiepflanzen wie Klee gras, Ackergras, Gemenge-GPS und Zwischenfrüchte notwendig, um die geringeren Methanhektarerträge auszugleichen und positive Nebeneffekte zu honorieren.

Aus der Zielsetzung einer umfassenden Ökologisierung der Landwirtschaft leiten sich in diesem Szenario weiterhin *allgemein verschärfte ökologische Anforderungen an den Substratanbau* ab, die also auch für konventionell bewirtschaftete Betriebe gelten. Die große Bedeutung von Silomais für die Versorgung der Biogasanlagen resultiert nicht zuletzt aus den (arbeits)wirtschaftlichen Vorteilen dieser Kultur. Zugleich können sich negative Umweltwirkungen (z. B. Stickstoffbilanzen, Landschaftsbild, Fruchtfolgeverengung, Humusbilanz) ergeben, wenn intensiv geführter Mais regional einen großen Anteil am

Anbauverhältnis erreicht (Anspach et al. 2011a, S. 69 f.). Dies soll mit erhöhten Anforderungen verhindert werden. Wichtig wären beispielsweise konkrete Vorgaben zur Fruchtfolge, die sehr enge Fruchtfolgen bis hin zu Monokulturen ausschließen (TAB 2010). Eine Mindestvorgabe zum Anbau von Leguminosen auf Ackerland würde positive Umweltwirkungen in der gesamten konventionellen Landwirtschaft einschließlich des Biogassubstratanbaus bewirken. So könnte sich z. B. der Anbau von Klee gras auch zur Biogasnutzung deutlich ausdehnen (Anspach et al. 2011a, S. 70). Entsprechende Anforderungen könnten sowohl im Rahmen der Neudefinition der guten fachlichen Praxis als auch bei der Agrarreform ab 2013 als Bedingung für Direktzahlungen der 1. Säule verankert werden.

Um Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen beim gleichzeitigen Ausbau von ökologischem Landbau und Energiepflanzenanbau zu verhindern, sind ergänzend *gezielte Politiken zur Veränderung von Rahmenbedingungen* notwendig. Für eine gleichgewichtige Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele bis 2020 und eine Entschärfung der Flächenkonkurrenz sind folgende Handlungsfelder relevant (Anspach et al. 2011a, S. 67):

- *Reduzierung des Fleischkonsums*: Eine deutliche Reduzierung des Konsums tierischer Lebensmittel und hier insbesondere des Fleischkonsums in den nächsten 10 Jahren wird angestrebt. Es wird angenommen, dass sich die bisher langsame Veränderung der Konsumgewohnheiten beschleunigen lässt. Mit dem steigenden Verbrauch von ökologischen Lebensmitteln ist zu erwarten, dass der geringere Fleischkonsum von intensiven Biokäufern weitere Verbreitung findet (Kap. V.2.3). Aufklärungskampagnen und gesellschaftlicher Wandel unterstützen eine Entwicklung hin zu gesünderem Konsumverhalten mit einem verringerten Fleischkonsum.
- *Ausstieg aus der Exportorientierung der deutschen Ernährungswirtschaft für tierische Lebensmittel*: Eine Flächenfreisetzung durch verringerten inländischen Fleischkonsum tritt nur ein, wenn dieser nicht durch einen verstärkten Export tierischer Lebensmittel kompensiert wird. Zielsetzung ist daher, den Exportüberschuss bei tierischen Lebensmitteln (Kap. V.2.3) nicht weiter zu steigern und eher zu einer ausgeglichen Bilanz zu kommen. Deshalb werden politische Maßnahmen zur Exportförderung beendet. Da die Import- und Exportbilanz für tierische Lebensmittel stark von der internationalen Wettbewerbsfähigkeit beeinflusst wird, besteht eine erhebliche Unsicherheit, inwieweit diese Zielsetzung durch politische Rahmensetzungen erreicht werden kann.
- *Reduzierung von Lebensmittelverlusten*: Geringere Lebensmittelverluste können den Flächenbedarf und Ressourcenverbrauch der Landwirtschaft verringern (V.2.4). Relevante ungenutzte Potenziale zur Reduktion von Verlusten werden gesehen. Die gerade erst begonnene Politik zur Vermeidung von Lebensmittel-

verlusten wird ausgebaut. Entsprechende zielgruppenspezifische Kampagnen insbesondere für Endverbraucher und Handel werden entwickelt und umgesetzt.

Veränderung des Flächenpotenzials

Politiken und Entwicklungen, die die diskutierten Rahmenbedingungen entsprechend verändern, können potenziell erhebliche Flächen freisetzen. Ein reduzierter Fleischkonsum, der etwa in der Mitte zwischen dem heutigen Verbrauch und den DGE-Empfehlungen liegt, könnte ca. 2 Mio. ha Flächenpotenzial freisetzen (Kap. V.2.3). Eine Halbierung der vermeidbaren Lebensmittelverluste würde den Flächenbedarf der deutschen Lebensmittelerzeugung um etwa 1,2 Mio. ha verringern (Kap. V.2.4). Damit könnten insgesamt rund 3 Mio. ha mobilisiert werden.

Erforderlich wäre eine deutliche Veränderung von wirtschaftlichen Strukturen, Politiken, Einstellungen und Gewohnheiten. Deshalb besteht eine erhebliche Unsicherheit, in welchem Umfang dieses zusätzliche Flächenpotenzial in den nächsten Jahren tatsächlich erreicht werden kann.

Abschätzung der Flächenentwicklung des ökologischen Landbaus

Die Fläche des ökologischen Landbaus würde sich 2020 auf 3,36 Mio. ha ausdehnen, entsprechend der Annahme, dass das Nachhaltigkeitsziel eines Anteils von 20 Prozent erreicht wird (Abb. V.16). Dies entspricht einem Zuwachs von 2,4 Mio. ha in den kommenden 10 Jahren. Auf diesen

Flächen würden überwiegend Lebensmittel produziert (Anspach et al. 2011a, S. 68).

Zusätzlich verringern wiederum die verschärften umweltpolitischen Auflagen für die konventionelle Landwirtschaft deren Produktivitätszuwachs und damit das verfügbare Flächenpotenzial.

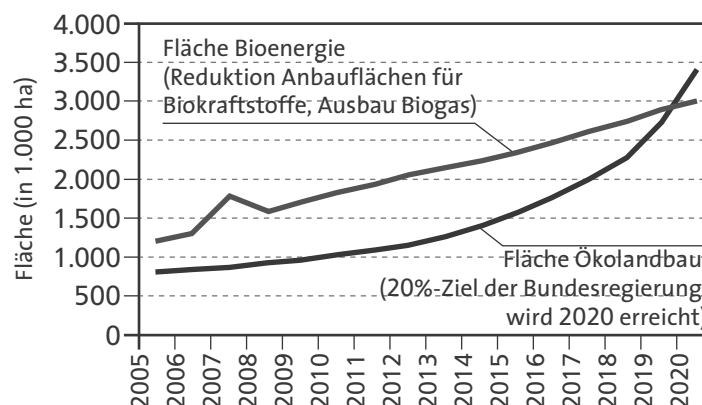
Abschätzung der Flächenentwicklung für Bioenergie

Die Anbaufläche für Biokraftstoffe (der 1. Generation) würde sich in diesem Szenario durch die Aussetzung der Biokraftstoffquote erheblich verringern. Dagegen wird entsprechend der angenommenen Weiterentwicklung der EEG-Förderung die Anbaufläche von Energiepflanzen für die Biogaserzeugung deutlich ausgeweitet. Da für den Anbau von Biogassubstraten verschärfte umweltpolitische Anforderungen bestehen, ist mehr Fläche für den gleichen Beitrag zur regenerativen Stromversorgung erforderlich. Dies wird aber zumindest teilweise dadurch kompensiert, dass die Potenziale der Rest- und Abfallstoffe, insbesondere der Einsatz von Gülle in Biogasanlagen, möglichst weitgehend genutzt werden. In der Summe wird erwartet, dass die Bioenergiefläche jährlich um 5 Prozent zunimmt, auf rund 3 Mio. ha im Jahr 2020 (Abb. V.16).

Weiterhin wird unterstellt, dass sich durch die verstärkte Integration der Biogaserzeugung in den ökologischen Landbau der Flächenbedarf für die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels beim ökologischen Landbau nicht erhöht.

Abbildung V.16

Entwicklung der Flächen für ökologischen Landbau und Bioenergie im Szenario 3 „Gleichgewichtige Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele“



Quelle: verändert nach Anspach et al. 2011a, S. 70

Flächenkonkurrenzen und Zielkonflikte

Mit der Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ werden aufgrund der geringeren Flächenproduktivität im Jahr 2020 wiederum etwa 0,8 Mio. ha zusätzlich in Anspruch genommen. Zusätzlich erhöht sich die Anbaufläche für Energiepflanzen unter den getroffenen Annahmen um rund 1 Mio. ha bis 2020. Im Szenario wird eine Entwicklung beschrieben, bei der ein zusätzliches Flächenpotenzial von bis zu 3 Mio. ha erschlossen wird, wenn sich in diesem Zeitraum der Verzehr von Fleisch deutlich verringert, sich der Nettoexport von tierischen Lebensmitteln nicht erhöht und die Nahrungsmittelverluste halbiert werden. Im Falle einer erfolgreichen Umsetzung einer solchen Strategie würde noch ein erheblicher Spielraum bei der Nutzung des Flächenpotenzials verbleiben und keine Flächenkonkurrenz eintreten. Eine Einigung auf EU-Ebene auf die unterstellte Aussetzung der Biokraftstoffquoten, bis Biokraftstoffe der 2. Generation zur Verfügung stehen und in ihren Auswirkungen beurteilt werden können, ist Voraussetzung dafür, dass keine Verlagerung von Flächenkonkurrenzen ins Ausland stattfindet.

Landwirtschaftliche Bioenergie würde in diesem Szenario einen wichtigen Beitrag zum Nachhaltigkeitsziel „Erneuerbare Energien“ leisten, wobei negative Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaus vermieden würden.

Damit dies mit dem verfügbaren Flächenpotenzial erreicht werden kann, ist ein starker Ausbau der energetischen Nutzung von Rest- und Abfallstoffen, insbesondere der Biogasanlagen mit Einsatz von Gülle, notwendig. Ebenso ist die Integration von ökologischem Landbau und Bioenergieerzeugung ein wichtiges Element. Aufgrund der geringeren Produktivität im Energiepflanzenanbau erfolgt dies allerdings zu höheren Kosten. Gleichzeitig würden damit andere Nachhaltigkeitsziele (z. B. Verringerung des Stickstoffüberschusses) unterstützt.

Das Szenario zeigt, dass ein Zielkonflikt zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen „Ökologischer Landbau“ und „Bioenergie“ potenziell vermieden werden kann. Dies gelingt allerdings nur, wenn sich Ernährungsstile und der Umgang mit Lebensmitteln ändern, was nur teilweise durch politische Rahmensetzungen beeinflusst werden kann.

5.4 Fazit

Die drei Szenarien demonstrieren in vereinfachten Skizzen, wie sich die Politikgestaltung zu den Nachhaltigkeitszielen und die Entwicklung von Rahmenbedingungen auf zukünftige Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen und damit auf Zielkonflikte in der Nachhaltigkeitspolitik auswirken können.

Tabelle V.9

**Zusätzlicher Flächenbedarf der Szenarien im Jahr 2020 gegenüber 2009
und verfügbares Flächenpotenzial (in ha)**

Zielvorgaben/ Bedingungen	zusätzlicher Flächenbedarf			verfügbares Flächen- potenzial
	Ökolandbau	Bioenergie	gesamt	
<i>Szenario 1</i>				
– Priorität Ziel Bioenergie mit deutlicher Flächenausdehnung	70.000 bis 140.000	1.700.000	1.770.000 bis 1.840.000	1.700.000
– 20%-Ziel im Ökolandbau wird nicht verfolgt (Wachstumsrate 2 bis 4% pro Jahr)				
<i>Szenario 2</i>				
– 20%-Ziel im Ökolandbau wird erreicht	800.000	0	800.000	1.700.000
– Ziel Bioenergie wird nicht mit Energiepflanzen verfolgt				
<i>Szenario 3</i>				
– 20%-Ziel im Ökolandbau wird erreicht	800.000	1.000.000	1.800.000	bis 4.700.000
– Ziel Bioenergie mit veränderter Strategie für Energiepflanzen				
– Reduktion Fleischkonsum und Lebensmittelverluste				

Quelle: verändert nach Anspach et al. 2011a, S. 72

Die Ergebnisse zum zusätzlichen Flächenbedarf im Vergleich zum verfügbaren Flächenpotenzial – als Indikator für Flächenkonkurrenzen – sind in Tabelle V.9 zusammengefasst.

Wichtige Schlussfolgerungen aus der Szenarienanalyse sind:

- Wenn die bestehende Priorität für die Bioenergie im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energie“ beibehalten wird und die Förderpolitik weiterhin den Energiepflanzenanbau ökonomisch begünstigt, hat das zur Folge, dass verfügbares zukünftiges Flächenpotenzial weitgehend für den Anbau von Energiepflanzen genutzt wird. Dann werden Flächenkonkurrenzen fortbestehen oder sich sogar verschärfen. In der Fortschreibung der bisherigen Politik ist damit ein Zielkonflikt zwischen den beiden Nachhaltigkeitszielen angelegt.
- Das Nachhaltigkeitsziel eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Jahr 2020 kann mit der derzeitigen Förderpolitik nicht erreicht werden, weil die Anreize für eine Umstellung und die ökonomische Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus nicht ausreichen. Regionale Flächenkonkurrenzen mit dem Energiepflanzenanbau (insbesondere zur Biogaserzeugung) verschärfen die Situation, sind aber nicht die entscheidende Ursache.
- Die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ erfordert eine entsprechend verbesserte Förderpolitik. Der ökologische Landbau ersetzt die konventionelle Produktion von Lebensmitteln und löst aufgrund der geringeren Flächenproduktivität einen begrenzten zusätzlichen Flächenbedarf aus, in der Größenordnung von 0,8 Mio. ha bei einem Flächenanteil von 20 Prozent.
- Ein Anteil von 20 Prozent für den ökologischen Landbau wird sich voraussichtlich nicht alleine durch die diesbezügliche Förderpolitik erreichen lassen, sondern erfordert eine Umgestaltung der Agrarpolitik, die höhere umweltpolitische Anforderungen an die Landbewirtschaftung insgesamt bzw. die Bindung von Direktzahlungen an ökologische Leistung beinhaltet. Damit würden ökonomische Hemmnisse bei der Umstellung abgebaut, weil die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Landwirtschaft durch deren höhere Produktionskosten gestärkt würde. Eine entsprechende Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik wäre gleichzeitig förderlich zu Erreichung weiterer Nachhaltigkeitsziele wie die Senkung des landwirtschaftlichen Stickstoffüberschusses.
- Bei einer Erreichung des Nachhaltigkeitsziels „Ökologischer Landbau“ würden noch Flächenpotenziale für einen moderaten weiteren Ausbau der Energiepflanzenutzung übrig bleiben. Die Herausforderung ist dann, in einer integrierten Gesamtstrategie Ausbauziele und Förderung so zurückhaltend und flexibel zu gestalten, dass keine neuen Konkurrenzen durch Überförderung ausgelöst werden.
- Bei der Bioenergie ist die Situation sehr komplex, da bei dem übergeordneten Ziel „Erneuerbare Energien“ eine Reihe von Alternativen zur Bioenergie zur Verfügung steht und bei der Bioenergie selbst erhebliche Gestaltungsspielräume durch die verschiedenen Produktlinien und durch die beiden Möglichkeiten „inländische Erzeugung“ oder „Import von Bioenergieträgern“ existieren. Dennoch gibt es Chancen, Konkurrenzen und Zielkonflikte abzubauen bzw. zu verhindern, ohne das Ziel bei den erneuerbaren Energien selbst infrage zu stellen.
- So bestehen erhebliche bisher ungenutzte Potenziale bei der energetischen Nutzung landwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe, insbesondere bei der Nutzung von Wirtschaftsdünger (Gülle) in Biogasanlagen, sowie bei der Nutzung von Zwischenfrüchten und Klee gras. Die Erschließung dieser Potenziale würde einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten und keine zusätzliche Flächenbelegung auslösen, also zur Vermeidung von Zielkonflikten beitragen. Allerdings würden dadurch höhere Kosten ausgelöst.
- Der zukünftige Umfang des inländischen Anbaus für die Biokraftstoffproduktion ist unsicher. Dessen Entwicklung wird wesentlich bestimmt durch die Wirtschaftlichkeit gegenüber Biokraftstoffimporten und die Erfüllbarkeit der Anforderungen an die erzielte Treibhausgasminderung. Mit rund 1,2 Mio. ha ist mehr als die Hälfte der derzeitigen Anbaufläche der Energiepflanzen betroffen. Einerseits sind damit erhebliche wirtschaftliche Risiken für deutsche Landwirte und Biokraftstoffhersteller verbunden. Andererseits könnten erhebliche Flächen für andere Energiepflanzen und Nutzungswege frei werden, unter Vermeidung von inländischen Flächenkonkurrenzen. Der Import von Biokraftstoffen beinhaltet zum einen die Chance geringerer Flächeninanspruchnahme für den gleichen Energiebeitrag und zum anderen das Risiko hoher Klimagasemissionen durch indirekte Landnutzungsänderungen.
- Der Energiepflanzenanbau hat in den letzten Jahren zu einer Intensivierung der Landbewirtschaftung beigetragen, insbesondere durch die Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung und die Verengung von Fruchtfolgen. Ökologischer Landbau und die bisherige Praxis des Energiepflanzenanbaus in konventionellen Betrieben verfolgen tendenziell gegenläufige Ziele. Politische Rahmensetzungen, die eine umweltverträglichere Gestaltung des Energiepflanzenanbaus bewirken, würden zu einer höheren Konsistenz in der Nachhaltigkeitspolitik beitragen. Zusätzliche ökologische Anforderungen an den Energiepflanzenanbau bedeuten allerdings einen größeren Flächenbedarf und höhere Kosten.
- Veränderungen bei den Rahmenbedingungen haben erheblichen Einfluss auf die Flächenverfügbarkeit und

das zukünftige Auftreten von Flächenkonkurrenzen. Insbesondere ein geringerer Konsum von Fleisch und anderen tierischen Lebensmitteln würde erhebliche Flächenpotenziale freisetzen und gleichzeitig den „Flächenrucksack“ der deutschen Landwirtschaft verringern, wenn der geringere inländische Konsum nicht durch steigende Exporte tierischer Lebensmittel kompensiert wird. Prinzipiell können ebenso durch eine Reduzierung der Lebensmittelverluste relevante Flächenfreisetzungen erreicht werden. Der realisierbare Umfang ist allerdings derzeit noch sehr unsicher.

VI. Handlungsoptionen

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist als ganzheitlicher, integrativer Ansatz angelegt (Kap. II). Trotzdem kann es bei der Ausgestaltung der Nachhaltigkeitspolitik zu Zielkonflikten zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitszielen kommen. Nachhaltigkeitspolitik als Querschnittsaufgabe beinhaltet deshalb auch das Abwägen zwischen verschiedenen Zielsetzungen und Entwicklungswegen. Dieser Bericht hat mögliche Konkurrenzen und Zielkonflikte zwischen dem Ausbau der landwirtschaftlichen Bioenergie im Rahmen des Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ und dem Nachhaltigkeitsziel eines erhöhten Anteils des ökologischen Landbaus untersucht.

Im Sinne einer transparenten und begründeten Politikgestaltung sollte die zukünftige Gewichtung der beiden Nachhaltigkeitsziele explizit vorgenommen werden. In Kapitel VI.1 werden Implikationen der drei alternativen Ausrichtungen „Priorität für das Nachhaltigkeitsziel ‚Bioenergie‘“, „Priorität für das Nachhaltigkeitsziel ‚Ökologischer Landbau‘“ und „Integrative Politik zur gleichgewichtigen Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele“ beschrieben.

Anschließend werden in drei Handlungsfeldern Optionen zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung, zum Ausbau des ökologischen Landbaus und zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau diskutiert (Kap. VI.2 bis VI.4). Zu beachten ist, dass diese drei Handlungsfelder nicht mit den vorgestellten drei Prioritätsmöglichkeiten bei den Nachhaltigkeitszielen übereinstimmen. Die Handlungsoptionen können vielmehr in unterschiedlicher Weise zu Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele beitragen.

Zur Erreichung der übergeordneten Nachhaltigkeitsziele bei erneuerbaren Energien besteht sowohl eine Reihe von Alternativen zur Bioenergie insgesamt als auch innerhalb der Bioenergie durch die verschiedenen Produktlinien (flüssige, gasförmige, feste Brennstoffe, als Kraftstoffe oder zur Strom- und Wärmeenergiegewinnung). Vor diesem Hintergrund werden Handlungsoptionen zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung identifiziert, die dazu beitragen können, Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen mit der Nahrungsmittelproduktion sowie Zielkonflikte mit dem Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ abzumildern, ohne den Beitrag der landwirtschaftlichen Bioenergie zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele für erneuerbare Energien grundsätzlich zu gefährden (Kap. VI.2).

Danach werden Handlungsoptionen herausgearbeitet, die eine verstärkte Umstellung auf ökologischen Landbau bewirken könnten, um das Nachhaltigkeitsziel eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den nächsten Jahren zu erreichen (Kap. VI.3). Diese Optionen zielen vorrangig darauf ab, Umstellungshemmnisse abzubauen und die ökonomische Vorteilhaftigkeit des ökologischen Landbaus zu erhöhen.

Schließlich werden Handlungsoptionen für eine verstärkte Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau diskutiert, welche in besonderem Maße zur gleichzeitigen Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele beitragen könnten (Kap. VI.4).

1. Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele vornehmen

Seit der Verabschiedung der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung 2002 hat es faktisch eine Priorität für den Ausbau der landwirtschaftlichen Bioenergie als Teil des Nachhaltigkeitsziels für erneuerbare Energien gegeben. Die Veränderung beim Anteil der Bioenergie am Energieverbrauch in den Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe, die Zunahme des Flächenanteils an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Grad der Zielerreichung war in den letzten 10 Jahren bei der Bioenergie deutlich höher als beim ökologischen Landbau (Kap. II.3).

Erst in den letzten Jahren hat sich eine zunehmende Diskussion um die Konkurrenz zwischen der Nahrungsmittelerzeugung und der Nutzung landwirtschaftlicher Biomasse für die Energieerzeugung entwickelt. Als Teilaspekt wurde problematisiert, dass mit dem EEG 2004 und 2009 eine hohe Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung bewirkt und dadurch ein starker Zuwachs an Biogasanlagen erreicht wurde, der die Umstellung auf ökologischen Landbau zunehmend behindern würde. In der Zwischenzeit sind mit dem EEG 2012 erste Korrekturen vorgenommen worden.

Die Analysen dieses Berichts haben gezeigt, dass die Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele bis 2020 nicht nur von der Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen bestimmt wird, sondern auch von der jeweiligen Politik zur Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele und zusätzlich von einer Reihe von Rahmenbedingungen abhängig sind. Zielkonflikte zwischen den Nachhaltigkeitszielen können, müssen aber nicht auftreten. Nachhaltigkeitspolitik als Querschnittsaufgabe beinhaltet das Abwägen zwischen verschiedenen Zielsetzungen und Entwicklungswegen. Im Folgenden werden mögliche Begründungen, politische Handlungsschwerpunkte und Risiken einer möglichen Priorisierung eines der beiden Nachhaltigkeitsziele wie auch für eine gleichgewichtige Verfolgung beschrieben.

Priorität für das Nachhaltigkeitsziel „Bioenergie“

Diese Ausrichtung würde bedeuten, die bisherige Priorität für den Ausbau der Bioenergienutzung im Rahmen des

Nachhaltigkeitsziels „Erneuerbare Energien“ fortzusetzen. Damit stünden energie- und Klimaschutzpolitische Ziele im Vordergrund. Zentrale Zielsetzungen wären, mit der Ausweitung des Energiepflanzenanbaus einen Beitrag zur Treibhausgasminderung, zur Sicherheit der Energieversorgung und zu Beschäftigung und Wertschöpfung insbesondere im ländlichen Raum zu leisten.

Die Zielwerte für den Beitrag der Bioenergie zu den erneuerbaren Energien für 2020 würden entsprechend dem nationalen Biomasseaktionsplan für Deutschland (BMELV/BMU 2010) beibehalten. Das verfügbare Flächenpotenzial für den Anbau von Energiepflanzen würde möglichst vollständig genutzt werden. Dabei sollte die Nutzung von Bioenergie in den drei Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe vorangetrieben werden.

Eine Priorität für die Bioenergienutzung auf der Basis landwirtschaftlicher Biomasse ließe Gestaltungsspielräume bei der Nutzung einzelner Bioenergielinien (Biogas, Biodiesel, Bioethanol, BtL). Dabei bliebe die zukünftige Rolle des inländischen Anbaus für Biokraftstoffe ungewiss, da die Wirtschaftlichkeit des inländischen Anbaus gegenüber Biokraftstoffimporten und die Erfüllbarkeit der THG-Minderungskriterien unsicher ist.

Auf jeden Fall sollte die Stromerzeugung aus Biomasse mit einem starken Zubau an Biogasanlagen und damit die Stromerzeugung aus Biomethan ausgebaut werden, sodass der Zielwert von 8 Prozent für den Beitrag der Bioenergie zum Stromverbrauch im Jahr 2020 erreicht wird (BMELV/BMU 2010, S. 10). Die Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken mit Einsatz von Holz aus Kurzumtriebsplantagen sollte ebenfalls zunehmen. Daraus ergäbe sich die Notwendigkeit, das EEG immer wieder zeitnah an die jeweilige Entwicklung der Agrarpreise anzupassen, um einerseits die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Bioenergieerzeugung sicherzustellen und andererseits Überförderungen zu verhindern.

Eine vollständige Nutzung des Flächenpotenzials für den Anbau von Energiepflanzen würde bedeuten, dass für die Ausweitung anderer Nutzungen kaum Flächen zur Verfügung stünden. Dies beträfe zusätzliche Flächennachfrage sowohl durch den ökologischen Landbau als auch durch Nachfragesteigerungen (z. B. durch erhöhte Nettoexporte von Nahrungsmitteln). Die Prioritätensetzung auf die Bioenergieproduktion würde aller Voraussicht nach bewirken, dass das Nachhaltigkeitsziel eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus bis 2020 nicht erreicht würde.

Zentrales Risiko dieser Ausrichtung ist, dass Flächenkonkurrenzen noch verstärkt würden. Um den weiteren Ausbau zu erreichen, müsste die Förderung den Energiepflanzenanbau wirtschaftlich begünstigen. Die erhöhte Wirtschaftlichkeit der Bioenergieproduktion würde sich in steigenden Boden- und Pachtpreisen niederschlagen und den Energiepflanzenanbau gegenüber der Nahrungsmittelproduktion begünstigen. Entsprechende Flächenkonkurrenzen würden sich regional unterschiedlich stark manifestieren. Außerdem wäre nicht auszuschließen, dass es wieder zu einer Überförderung kommen würde, wie

für die Biogasnutzung infolge des EEG 2009. Je stärker zukünftig der Anbau für Biokraftstoffe ins Ausland verlagert würde, umso größer wäre die Wahrscheinlichkeit, dass Flächenkonkurrenzen ins Ausland verlagert würden und der Umfang der indirekten Landnutzungsänderungen zunähme.

Eine mit energie- und Klimaschutzpolitischen Zielsetzungen begründete weitere Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus würde tendenziell eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion bedingen. Damit würden Fortschritte in Richtung einer umweltverträglicheren Landbewirtschaftung schwieriger und die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels beim Indikator Stickstoffüberschuss unwahrscheinlicher.

Priorität für das Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“

Bei dieser Ausrichtung würde dem Nachhaltigkeitsziel, den Anteil des ökologischen Landbaus bis 2020 (als Konkretisierung für die derzeitige Zielsetzung „in den nächsten Jahren“) auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern, Vorrang gegeben. Die konkrete Zielgröße steht dabei stellvertretend für die Absicht, insgesamt eine nachhaltigere Landbewirtschaftung in Deutschland zu erreichen. Daraus abgeleitete erhöhte Anforderungen an die konventionelle Landwirtschaft haben das Ziel, einerseits eine umweltverträglichere Produktion auf der gesamten Fläche zu bewirken und andererseits die Konkurrenzfähigkeit des ökologischen Landbaus zu erhöhen. Der ökologische Landbau würde zum Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft im Sinn des Rats für Nachhaltige Entwicklung (Nachhaltigkeitsrat 2011).

Diese Prioritätensetzung würde unterstützt, wenn die Politiken für eine nachhaltigere Landwirtschaft auf Ebene der EU, des Bundes und der Bundesländer in die gleiche Richtung weisen und gut aufeinander abgestimmt sind. Diese Ausrichtung stellt somit besondere Anforderungen an die vertikale Integration des Nachhaltigkeitsmanagements, dessen Notwendigkeit der Parlamentarische Beirat für nachhaltige Entwicklung betont hat (Bundesregierung 2011a, S. 341).

Eine umweltverträglichere Landbewirtschaftung insgesamt könnte durch eine ökologische Komponente bei den Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU nach 2013, durch marktorientierte Instrumente der Agrarumweltpolitik (wie z. B. eine Stickstoffabgabe) oder durch Auflagen bei der guten fachlichen Praxis erreicht werden. Die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung deutlich zu stärken, wäre eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung, um die hohen Umstellungsraten zu bewirken, die in den nächsten Jahren zur Erreichung des Nachhaltigkeitsziels eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus notwendig wären. Insbesondere ein umfassendes Beratungsangebot zur Umstellung und Betriebsentwicklung wäre notwendig. Ebenso sollte die Forschung zum ökologischen Landbau verstärkt werden. Parallel zur Ausweitung des ökologischen Anbaus müsste der Absatz ökologischer

Lebensmittel deutlich steigen, damit Angebot und Nachfrage im Gleichgewicht bleiben. Nur so könnte sichergestellt werden, dass die auf höheren Preisen beruhende Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus gewährleistet bleibt.

Beim Nachhaltigkeitsziel für erneuerbare Energien müsste gleichzeitig die bisherige Ausrichtung verändert werden. Um den Vorrang der Nahrungsmittelproduktion sicherzustellen und Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen zu vermeiden, dürfte die Anbaufläche für Energiepflanzen nur soweit ausgedehnt werden, wie der zusätzliche Flächenbedarf durch ökologischen Landbau und Extensivierung der konventionellen Landwirtschaft dies zuließe. Dies könnte im Rahmen des EEG durch angepasste Vergütungssätze für die Nutzung von Energiepflanzen, die bevorzugte Förderung von Rest- und Abfallstoffen und/oder ökologische Auflagen beim Substratanbau erreicht werden.

Einen wesentlichen Einfluss auf zukünftige Flächenkonkurrenzen hat die Biokraftstoffpolitik. Eine stufenweise Rücknahme der Biokraftstoffquoten würde den Spielraum für effizientere Energiepflanzenutzungen erhöhen. Eine Erfüllung der Biokraftstoffquoten durch Importe hingegen würde Flächenkonkurrenzen in Deutschland zwar ebenfalls verhindern, diese jedoch ins Ausland verlagern.

Zentrales Risiko dieser Ausrichtung ist, dass das Nachhaltigkeitsziel für erneuerbare Energien nicht erreicht würde, wenn der Verzicht auf einen starken Ausbau des Energiepflanzenanbaus nicht ausreichend durch Biomasse aus Rest- und Abfallstoffen oder andere erneuerbare Energien kompensiert werden könnte.

Integrative Politik zur gleichgewichtigen Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele

Diese Ausrichtung erfordert eine Politikgestaltung, die den beiden Nachhaltigkeitszielen „Ökologischen Landbau“ und „Bioenergie“ gleichwertige Priorität einräumt. Beide Ziele sollten dabei bis 2020 erreicht werden. Gleichzeitig müssten weitere Nachhaltigkeitsziele intensiv verfolgt werden.

An erster Stelle wären Rahmenbedingungen zu schaffen, die eine deutlich erhöhte Umstellung auf ökologischen Landbau ermöglichen, im Rahmen einer umweltverträglicheren Landbewirtschaftung auf der gesamten Fläche. Der Ökolandbau wäre wiederum als Leitbild einer nachhaltigen Landwirtschaft zu verankern. Zielsetzung wäre eine deutliche Verbesserung der relativen Vorzüglichkeit des Ökolandbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung.

Die weitere Ausdehnung des ökologischen Landbaus müsste aber gleichzeitig mit der Förderung der Bioenergieerzeugung bestmöglich in Einklang gebracht, Synergien gezielt genutzt werden. Ein wichtiges Element wäre eine verbesserte Integration der Energiepflanzenproduktion in den ökologischen Landbau. Dadurch könnte der

ökologische Anbau ohne Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion einen wesentlichen Beitrag zur Biogasproduktion leisten.

Aus der Zielsetzung einer umfassenden Ökologisierung der Landwirtschaft würden sich außerdem allgemein verschärfte ökologische Anforderungen an den Substratanbau auch für konventionell bewirtschaftete Betriebe ableiten. Das Wirtschaftsdüngerpotenzial zur Biogas-erzeugung sollte möglichst weitgehend genutzt werden. In Abhängigkeit vom verfügbaren Flächenpotenzial sollte ergänzend die Strom- und Wärmeerzeugung aus Energiepflanzen weiter ausgebaut werden.

Der Logik dieser Ausrichtung entspricht es, dass der Energiepflanzenanbau für Biokraftstoffe sowohl im Inland als auch Ausland nicht zu Flächenkonkurrenzen und indirekten Landnutzungsänderungen führen sollte. Dies könnte dadurch erreicht werden, dass die Biokraftstoffquoten ausgesetzt würden, bis Biokraftstoffe der 2. Generation zur Verfügung stünden. Vor deren Einführung sollte überprüft werden, ob die angestrebte Treibhausgasminimierung erreicht wird, wie hoch die Minderungskosten sind und welcher Flächenbedarf besteht.

Um Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen beim gleichzeitigen Ausbau von ökologischem Landbau und Energiepflanzenanbau zu verhindern, wären darüber hinaus gezielte Politiken notwendig, die zu einem nachhaltigeren Konsum von Nahrungsmitteln führen. Insbesondere eine Reduzierung des Fleischkonsums und eine Vermeidung von Lebensmittelverlusten könnten zu erheblichen Flächenfreisetzungen führen. Dies würde deutliche Veränderungen bei wirtschaftlichen Strukturen, Politiken, Einstellungen und Gewohnheiten erfordern. Deshalb besteht eine erhebliche Unsicherheit, in welchem Umfang dieses zusätzliche Flächenpotenzial in den nächsten Jahren tatsächlich mobilisiert werden könnte.

Eine integrative Politik sollte des Weiteren verstärkte Anstrengungen umfassen, um den Flächenverbrauch für Siedlungs- und Verkehrsflächen zu reduzieren. Der Zuwachs hat sich zwar in den letzten Jahren abgeschwächt, aber beim bisherigen Trend wird das Nachhaltigkeitsziel der Bundesregierung, die Nutzung neuer Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke bis 2020 auf durchschnittlich 30 ha pro Tag zu begrenzen, nicht erreicht werden (Statistisches Bundesamt 2012, S. 15). Bei einer erfolgreichen Reduktion des Flächenverbrauchs würde weniger landwirtschaftliche Fläche verloren gehen, was zur Abmilderung von Flächenkonkurrenzen beitragen würde.

Der Erfolg dieser Ausrichtung wäre maßgeblich davon abhängig, inwieweit es gelingen würde, in den nächsten Jahren ausreichende zusätzliche Flächenpotenziale durch einen nachhaltigeren Konsum von Nahrungsmitteln zu mobilisieren. Die integrative Verfolgung mehrerer Nachhaltigkeitsziele stellt hohe Anforderungen an eine abgestimmte Politik. Hier besteht das Risiko, dass eine solche durch starke Partikularinteressen verhindert wird.

2. Handlungsoptionen zur Fortentwicklung der Bioenergieförderung

Landwirtschaftliche Bioenergie kann einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele für erneuerbare Energien leisten. Dabei steht eine Reihe von Optionen zur Verfügung, die dazu beitragen können, Zielkonflikte mit dem Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ sowie Nutzungs- und Flächenkonkurrenzen mit der Nahrungsmittelproduktion abzumildern oder zu verhindern.

Die Optionen tragen zum Abbau von Konkurrenzen und Zielkonflikten bei, indem sie auf eine steigende Effizienz von Energieverbrauch und Bioenergieerzeugung zielen (Kap. VI.2.1, VI.2.2 u. VI.2.6), den Flächenbedarf für Bioenergieerzeugung verringern (Kap. VI.2.1, VI.2.2, VI.2.5 u. VI.2.6) bzw. die Wettbewerbsfähigkeit der Energiepflanzennutzung gegenüber der Nahrungsmittelproduktion steuern (Kap. VI.2.3, VI.2.4 u. VI.2.7).

Diese Optionen sind von Relevanz sowohl bei einem Fortbestehen der Priorität für das Nachhaltigkeitsziel „Erneuerbare Energien“ als auch bei einer stärkeren Priorität für das Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“. In letzterem Fall können sie dazu beitragen, Bioenergiepotenziale ohne Konflikt mit der verstärkten Umstellung auf ökologischen Landbau zu nutzen.

2.1 Effizienz des Energieeinsatzes steigern

Das Ziel von 18 Prozent des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch im Jahr 2020 (bzw. 30 Prozent im Jahr 2030) wird leichter und mit weniger gravierenden Zielkonflikten erreicht, wenn absolut weniger Sekundärenergie zur Verfügung gestellt werden muss. Maßnahmen zur Energieeinsparung in den drei Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe sollten daher verstärkt werden. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, den Einsatz von Primärenergien dadurch zu verringern, dass die Effizienz bei der Nutzung und Umwandlung verbessert wird und somit sowohl weniger fossile Brennstoffe als auch weniger erneuerbare Energieträger eingesetzt werden müssen (Anspach et al. 2011a, S. 72).

2.2 Stationäre Nutzungen von Biomasse bevorzugen

Die stationäre Nutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung kann bei gleicher Energiepflanzenanbaufläche wesentlich höhere erneuerbare Energiebeiträge bereitstellen als der Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehrsbereich. Damit die auf der verfügbaren Fläche produzierbare Biomasse einen möglichst hohen Beitrag zur regenerativen Energieversorgung leistet, sollte dem stationären Bereich eindeutig Priorität eingeräumt und die Förderinstrumente daran ausgerichtet werden. Der Vorteil der stationären Nutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung ist an die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung gebunden. Ambitionierte Ziele zum Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung sind vom Ausbau von Nah- und Fernwärmeversorgungen abhängig. Wenn Flächenkonkurrenzen vermieden werden sollen, dann müssen parallel zur verstärkten Förderung der

Strom- und Wärmenutzung auch Ausbauziele und Förderung bei den Biokraftstoffen gesenkt oder aufgegeben werden (TAB 2010, S. 210).

2.3 Relative Vorzüglichkeit der Bioenergieerzeugung anpassen

Bei der Stromerzeugung besteht über die Boniregelungen im EEG die Möglichkeit, die relative Vorzüglichkeit der Biomasseproduktion gegenüber der Lebensmittelproduktion zu steuern. Dies setzt grundsätzlich eine Gewichtung der Nachhaltigkeitsziele voraus (Kap. VI.1).

Um Flächenkonkurrenzen zu vermeiden, sollte die relative Vorzüglichkeit der Biogaserzeugung auf der Basis von Energiepflanzen als Hauptkultur gegenüber anderen Landnutzungen nicht zu hoch sein. Die wesentlichen Bestimmungsfaktoren sind dafür die Vergütung über das EEG und indirekt die aktuelle und zukünftige Entwicklung der Agrarrohstoffpreise (Anspach et al. 2011b, S. 96). Mit dem EEG 2012 sind die Vergütungssätze für Biomasse in der Größenordnung von 10 bis 15 Prozent gegenüber dem EEG 2009 gesenkt worden (BMU 2011b). Zeitnah sollte überprüft werden, ob diese Absenkung ausreichend stark oder ggf. auch zu hoch war, um eine moderate Entwicklung der Biogaserzeugung sicherzustellen.

Eine verringerte allgemeine Flächenkonkurrenz würde für umstellungsinteressierte Landwirte den Ökolandbau gegenüber der Energiepflanzenproduktion relativ interessanter machen. Mittels einer Absenkung der relativen Vorzüglichkeit des Maisanbaus ließen sich auch die maximalen Grenzschichtpreise senken (Anspach et al. 2011b, S. 96).

2.4 Kopplung der EEG-Strompreise an einen Agrarrohstoffindex

Die bisherige starre Festsetzung der EEG-Boni setzt eine zutreffende Schätzung der zukünftigen Entwicklung der Agrarrohstoffpreise voraus. Da die Agrarpreise voraussichtlich auf absehbare Zeit starken Schwankungen unterliegen werden, ist die Investition in Biogasanlagen stark von der Höhe der Agrarrohstoffpreise abhängig, was zu sehr diskontinuierlichen Entwicklungen führen kann und den Ausbau der Energiepflanzennutzung schwer steuerbar macht.

Eine Möglichkeit der Abpufferung wäre die indizierte Kopplung der Stromvergütung an die Agrarrohstoffpreise. Über diese Kopplung könnte die relative Vorzüglichkeit der Lebensmittelproduktion gegenüber dem Energiepflanzenanbau justiert werden. Hierfür müsste ein geeigneter Agrarrohstoffindex herangezogen werden. Damit könnte der Effekt eliminiert werden, dass sich mit schwankenden Agrarrohstoffpreisen zwangsläufig die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung ändert. So würde verhindert, dass sich mit sinkenden Agrarrohstoffpreisen zwangsläufig die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung erhöht und der Ausbau beschleunigt wird. Jedoch entstünden bei schwankenden Agrarrohstoffpreisen zwangsläufig variierende Stromkosten für die Verbrau-

cher, d. h., bei steigenden Agrarrohstoffpreisen würden höhere Stromkosten für die Verbraucher entstehen. Durch eine Deckelung von Schwankungen in der Stromvergütung mit absoluten oberen und unteren Vergütungsgrenzen könnten die Strompreisschwankungen in einem politisch zu bestimmenden Rahmen gehalten werden. Insgesamt sind die Umsetzung und Auswirkungen einer solchen Regelung bisher nicht genau abschätzbar. Daher sind weitere Untersuchungen notwendig (Anspach et al. 2011b, S. 96 u. 102).

2.5 Landwirtschaftliche Rest- und Abfallstoffe verstärkt nutzen

Eine stärkere energetische Verwendung von landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen kann dazu beitragen, dass für die Produktion von erneuerbaren Energien weniger Fläche eingesetzt werden muss, die auch für die Nahrungsmittelproduktion genutzt werden könnte. Reststoffe aus landwirtschaftlichen Aktivitäten (Mist, Gülle, überschüssige Grünlandaufwüchse, Klee grasüberschüsse im ökologischen Landbau etc.) verursachen in der Regel keine Flächeninanspruchnahme. Ihre wirtschaftliche Verwertung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen sollte im EEG besser gefördert werden (Anspach et al. 2011a, S. 73). Energetische Nutzungen von biogenen Rest- und Abfallstoffen bieten außerdem Vorteile wie niedrige CO₂-Vermeidungskosten und günstige Ökobilanzergebnisse (TAB 2010, S. 207).

Die verstärkte Nutzung von industriellen Reststoffen aus der Lebensmittelindustrie sowie von biogenen Reststoffen im Siedlungsabfall in zumeist speziellen Abfallanlagen würde das Spektrum potenzieller Energiequellen erweitern (Anspach et al. 2011a, S. 73).

2.6 Produktivität der Pflanzenproduktion und der Energiepflanzenkonversion erhöhen

Zukünftige Ertragssteigerungen haben erheblichen Einfluss darauf, wie viel Fläche für die Nahrungsmittelproduktion benötigt wird. Die Pflanzenzüchtung hat in der Vergangenheit etwa zur Hälfte zur Ertragserhöhung beigetragen. Weiterer wichtiger Ansatzpunkt ist die Ertragslücke zwischen dem züchterisch erreichten Ertragspotenzial und dem in der landwirtschaftlichen Praxis realisierten Ertrag, wobei die Ertragslücke in Entwicklungsländern oftmals besonders groß ist (Kap. V.2.1). Erhöhte öffentliche Investitionen in landwirtschaftliche Forschung und Züchtung sowie in Aktivitäten zur Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis (z. B. Beratung) könnten dazu beitragen, dass zukünftig wieder höhere Ertragssteigerungen erzielt werden.

Genauso würden signifikante Fortschritte hinsichtlich der Produktivität von Energiepflanzensystemen die Flächenkonkurrenzen verringern. Es müsste weniger Fläche eingesetzt werden, wenn die (Energie-)Erträge pro ha entsprechend steigen würden. Ein Potenzial besteht durch die züchterische Bearbeitung bereits genutzter Energiepflanzen, aber auch durch die züchterische Bearbeitung und Nutzung bisher wenig beachteter Kulturpflanzen

(TAB 2007, S. 68 ff.). Die tatsächlich erzielbaren Produktivitätssteigerungen sind aber schwierig abzuschätzen.

Zu beachten ist, dass sich über eine Erhöhung der Flächenproduktivität von Energiepflanzen auch die Grundrenten für die Biogaserzeugung gegenüber anderen Betriebszweigen erhöhen können. Damit der Anreiz zur Biogaserzeugung sich nicht zu stark erhöht und Flächenkonkurrenzen sich verschärfen, wäre bei hohen Produktivitätszuwächsen im Energiepflanzenanbau eine Anpassung der EEG-Vergütungssätze vorzunehmen (Anspach et al. 2011a, S. 73).

2.7 Erweiterung des EEG-Monitorings: Identifizierung regionaler Schwerpunkte der Flächenkonkurrenz

Die bisher vorgestellten Optionen wirken durchweg im Durchschnitt der Flächennutzung in Deutschland. Sie verändern aber die lokalen Konkurrenzsituationen in unterschiedlichem Maße. Die von ökologisch wirtschaftenden Landwirten und deren Beratern wahrgenommene Bedrohung durch in der Nachbarschaft entstehende Biogasanlagen bleibt bestehen, sobald potenzielle Betreiber eine Investitionsentscheidung vorbereiten bzw. treffen. Lokale bzw. regionale Konkurrenzsituationen können sich dabei erheblich vom Bundesdurchschnitt unterscheiden (Anspach et al. 2011a, S. 74).

Das EEG-Monitoringsystem sollte dahingehend erweitert werden, dass Regionen mit übermäßiger Anlagenkonzentration identifiziert und entsprechende Maßnahmen zur Entschärfung der Konkurrenzsituation entwickelt werden können. Indikatoren für ein entsprechendes Monitoring könnten beispielsweise die Anlagendichte (gemessen in kW/ha AF), der regionale Maisanteil in der Fruchtfolge, Pachtpreisentwicklungen oder Experteneinschätzungen der Agraradministration vor Ort sein. Zielsetzung sollte sein, eine Lenkung der Biogasanlagenentwicklung auf gesamtgesellschaftlich (öko)effiziente Standorte zu erreichen. Die Ableitung von adäquaten Handlungsoptionen aus einem Monitoring stellt jedoch eine Schwierigkeit dar (Anspach et al. 2011a, S. 74).

3. Handlungsoptionen zur Förderung einer verstärkten Umstellung auf ökologischen Landbau

Die folgenden Handlungsoptionen zielen auf die Realisierung des Nachhaltigkeitsziels, den Anteil des ökologischen Landbaus in den nächsten Jahren auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu steigern. Eine Umstellung auf ökologischen Landbau ist eine längerfristige unternehmerische Entscheidung, die von persönlichen und betrieblichen Faktoren, von Impulsen aus dem Umfeld und von politischen Rahmensetzungen bestimmt wird. Um die für die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels notwendigen hohen Umstellungsraten zu erreichen, ist eine Kombination verschiedener Handlungsansätze erforderlich.

Dementsprechend zielen die Optionen darauf, den ökologischen Landbau zu einem zentralen Element in der Nachhaltigkeitspolitik zu machen (Kap. VI.3.1 u. VI.3.2),

günstige agrarpolitische Rahmenbedingungen zu schaffen (Kap. VI.3.3, VI.3.4 u. VI.3.5), ein umfassendes Unterstützungsangebot für den betrieblichen Umstellungsprozess auf ökologischen Landbau zu etablieren (Kap. VI.3.6) sowie Markt und Forschung für die ökologische Lebensmittelwirtschaft auszubauen (Kap. VI.3.7 u. VI.3.8).

So sollte die Flächenförderung zur direkten Honorierung von gesellschaftlichen Leistungen des ökologischen Landbaus kombiniert werden mit flächendeckenden Bildungs- und Beratungsangeboten für umstellungsbereite Landwirte. Ebenso wird eine kurzfristig erhöhte Umstellungsprämie dann Wirkung zeigen, wenn gleichzeitig die Beibehaltungsprämie längerfristig gesichert ist, da nur dann Planungssicherheit für Investitionen wie Stallbauten oder Lagerkapazitäten besteht (Baumgart et al. 2011, S. 101).

Maßnahmen zur verstärkten Umstellung auf ökologischen Landbau können sinnvoll ergänzt werden durch Handlungsoptionen, die die Konkurrenz durch den Energiepflanzenanbau verringern (Kap. VI.2).

3.1 Ökologischer Landbau als Vorbild nachhaltiger Landbewirtschaftung etablieren

Um das 20 Prozent-Ziel zu erreichen, bedarf es einer möglichst breiten politischen und gesellschaftlichen Verständigung auf den Ausbau des ökologischen Landbaus. Als das Landbausystem, das den verschiedenen Ansprüchen, die an die Landwirtschaft gestellt werden, in der Summe am besten gerecht wird, sollte der ökologische Landbau als Vorbild einer nachhaltigen Landwirtschaft etabliert werden (Nachhaltigkeitsrat 2011). Eine vertikale Integration der Nachhaltigkeitspolitik von EU, Bund und Bundesländern würde dies sehr unterstützen.

3.2 „Aktionsplan ökologischer Landbau“ erarbeiten

Die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels zum ökologischen Landbau erfordert den koordinierten Einsatz unterschiedlicher Instrumente und das Zusammenwirken verschiedener Akteure. Wie auf EU-Ebene (EK 2004) und in vielen anderen Mitgliedstaaten sollte auch in Deutschland ein „Aktionsplan ökologischer Landbau“ erarbeitet werden. Die Erstellung des Aktionsplans sollte unter Federführung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz im Dialog mit den Bundesländern, der Wirtschaft, der Wissenschaft und gesellschaftlichen Gruppen erfolgen. Der Aktionsplan sollte eine Verständigung über Ziele, einzusetzende Instrumente und Beiträge der verschiedenen Akteure beinhalten. Die Erarbeitung eines Aktionsplans sollte kein Vorwand sein, die Umsetzung der folgenden Handlungsoptionen zu verzögern.

3.3 Weiterentwicklung der EU-Agrarpolitik

Die anstehende Neuausrichtung der europäischen Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) für die Finanzperiode von 2014 bis 2020 eröffnet die Möglichkeit, insgesamt

eine umweltverträglichere Landbewirtschaftung zu erreichen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat eine „ökologische Grundprämie“ vorgeschlagen, die für die Ausweisung von 10 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche als ökologische Vorrangfläche und für die Erbringung von Mindestleistungen bereitgestellt werden soll (SRU 2009). Der Vorschlag der Europäischen Kommission (EK 2010a u. 2011a) sieht vor, mindestens 7 Prozent der beihilfefähigen Fläche (ohne Dauergrünland) „als im Umweltinteresse genutzte Fläche“ vorzusehen. Eine Bindung der Direktzahlungen an konkrete gesellschaftliche und ökologische Leistungen, ein sogenanntes „greening“ der 1. Säule der GAP, würde die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus gegenüber der konventionellen Bewirtschaftung deutlich erhöhen.

Ein „greening“ der 1. Säule der GAP sollte allerdings nicht auf Kosten der 2. Säule der EU-Agrarpolitik, d. h. der Agrarumweltpolitik und der Entwicklung des ländlichen Raumes, erfolgen. Agrarumweltmaßnahmen und darin die Förderung des ökologischen Landbaus (siehe nächste Option) sollten weiterhin gezielt ökologische Anforderungen in den Mitgliedstaaten umsetzen und nicht gekürzt, sondern weiterentwickelt werden (Nachhaltigkeitsrat 2011; SRU 2009). Während die 1. Säule zu 100 Prozent aus EU-Geldern finanziert wird, müssen die Länder für Maßnahmen der 2. Säule wie die Agrarumweltprogramme erhebliche Eigenanteile aufbringen. Da infolge der Finanz- und Wirtschaftskrise die Budgets für die nationalen Agrarhaushalte einschließlich der Bundesländer unter starken Kürzungsdruck geraten und Fördermaßnahmen der 2. Säule bei Fortsetzung der bisherigen Kofinanzierungssystematik akut gefährdet sind, sollten die EU-Kofinanzierungssätze für umweltpolitisch besonders wirksame Maßnahmen wie die Förderung des ökologischen Landbaus deutlich angehoben werden.

3.4 Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen

Dem Angebot und der Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen kommt eine entscheidende Lenkungsfunktion für die Ausdehnung des ökologischen Landbaus zu. Eine relevante Steigerung der Umstellungen wird in Deutschland nur dann zu erreichen sein, wenn die Flächenförderung für ökologisch wirtschaftende Betriebe eine angemessene Honorierung der erbrachten Leistungen darstellt. Dazu sollte die Förderung verbessert und von den Bundesländern ausgeschöpft werden.

Bei der Weiterentwicklung der Agrarumweltmaßnahmen im GAK-Rahmenplan (GAK-Grundsätze für die Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung – MSL) und der Entwicklungsprogramme ländlicher Raum (EPLR) der Länder sollte die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Landbaus im gesamten Fördergefüge durch gezielte Maßnahmen gestärkt werden (Baumgart et al. 2011, S. 104):

– *Prämienabstand des ökologischen Anbauverfahrens zu anderen Agrarumweltmaßnahmen:* Bisher können in einzelnen Bundesländern konventionell wirtschaft-

tende Betriebe durch die Kombination verschiedener Agrarumweltmaßnahmen (z. B. im Ackerbau für erweiterte Fruchtfolge, Mulch- und Direktsaat, Zwischenfruchtanbau, umweltfreundliche Gülleausbringung) eine Prämienhöhe erreichen, die eine Umstellung auf eine ökologische Bewirtschaftung unattraktiv macht. Erschwerend kommt hinzu, dass in bestimmten Bundesländern der ökologische Landbau von genau diesen Kombinationsmöglichkeiten ausgeschlossen ist. Bei der Festlegung von Prämienhöhen für Einzelmaßnahmen wie auch bei deren Kombinationsmöglichkeiten sollte deshalb die relative Vorzüglichkeit des ökologischen Anbaus im gesamten Fördergefüge deutlich gesteigert werden. Dies bedeutet, dass der Prämienabstand des ökologischen Anbauverfahrens erhöht und die Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Agrarumweltmaßnahmen verbessert werden sollten.

- *Überprüfung der bisher angebotenen Agrarumweltmaßnahmen innerhalb der GAK auf Umwelteffizienz:* Zahlreiche Agrarumweltprogramme der Bundesländer beinhalten in hohem Ausmaß Fördermaßnahmen mit hohen Anreizen für „Mitnahmeeffekte“, wie die Förderung der Mulchsaat nach Vorgaben der GAK oder die betriebszweigbezogene Grünlandextensivierung, die lediglich die Einhaltung eines Viehbesatzes als wesentliches Leistungskriterium beinhaltet. Das Angebot und die finanzielle Ausstattung der einzelnen Agrarumweltmaßnahmen sollten im Hinblick auf eine verstärkte umwelt- und naturschutzfachliche Effizienz überprüft werden. Die knapper werdenden Kofinanzierungsmittel auf Länderebene machen eine Beschränkung der Förderung auf Anbausysteme bzw. Produktionsverfahren mit nachweisbaren ökologischen Leistungen und eine Prioritätenfestlegung notwendig. Eine Konzentration der Agrarumweltprogramme auf bewährte effiziente Kernmaßnahmen (z. B. ökologischer Landbau, erweiterte Fruchtfolge einschließlich Leguminosenerförderung, Zwischenfruchtanbau, die Anwendung von bodenschonenden Produktionsverfahren des Ackerfutterbaus, die Anlage von Blühflächen oder Blüh- bzw. Schonstreifen), deren Weiterentwicklung und breitere Anwendung in den Bundesländern sollte vorgenommen werden.
- *Stärkung des Leguminosenanbaus:* In den letzten Jahren sind die Flächenanteile von Körnerleguminosen in Deutschland stark zurückgegangen. Die Züchtungsfirmen lassen alte Sorten auslaufen und investieren nicht in die Entwicklung neuer Sorten, sodass die Grobleguminosen zunehmend vom Züchtungsfortschritt abgehängt werden. Zur Förderung des ökologischen Landbaus, aber auch aus Sicht des Klimaschutzes und der Zielsetzung verringerter Lachgasemissionen, soll eine Stärkung des Leguminosenanbaus im Rahmen der Agrarumweltprogramme erfolgen. Aufgrund von WTO-Vorgaben ist es für die EU schwierig, den Anbau von Leguminosen direkt zu fördern. So scheiterte Deutschland bei der Notifizierung einer neuen Fördermaßnahme „klimaschonender Leguminosenanbau“

im Rahmen der GAK-Förderung an der Europäischen Kommission. Die verbesserte Integration des Leguminosenanbaus in bestehende Agrarumweltmaßnahmen, wie bei den beiden Varianten der „erweiterten Fruchtfolge“ bereits umgesetzt, könnte ein Ansatz sein. Mit verbesserten Anreizen zum Leguminosenanbau könnten auch Stickstoffüberschüsse und damit Lachgasemissionen infolge von Mineraldüngung und nicht sachgemäßer organischer Düngung in konventionellen Betrieben reduziert werden.

3.5 Kontinuität der Förderung des ökologischen Landbaus erhöhen

Zahlreiche Bundesländer hatten von 2004 bis 2006 die Umstellungsförderung ausgesetzt. Diese Förderstopps für Neuumsteller stellten ein erhebliches Umstellungshemmnis dar. Zum Ende der Förderperiode bis 2013 könnte die gleiche Entwicklung drohen. Weiterhin haben Bund und Länder 2007 die GAK-Basisprämie für das ökologische Anbauverfahren von 160 Euro/ha auf 137 Euro/ha Acker- oder Grünland abgesenkt. In der Folge reduzierten zahlreiche Bundesländer die Ökopremien zum Teil erheblich. Diese Einschnitte in der Förderung verunsicherten nicht nur umstellungswillige Landwirte, sondern auch langjährige Biolandwirte. Zudem wurden mit dieser Politik die ökonomischen, ökologischen und sozialen Chancen, die das starke Wachstum des Biomarktes für die deutsche Landwirtschaft bot, ungenutzt gelassen (Baumgart et al. 2011, S. 106).

Unsicherheiten in der Förderpolitik sind ein entscheidendes Hemmnis für eine Umstellung auf ökologischen Landbau. Planungssicherheit hinsichtlich der Förderung ist eine wichtige Voraussetzung, um das 20-Prozent-Ziel zu erreichen. Die Förderung des ökologischen Landbaus sollte sowohl in der 2013 auslaufenden Förderperiode als auch in der Förderperiode ab 2014 in jedem Bundesland durchgängig angeboten werden. Dies gilt sowohl für die Antragstellung zur Beibehaltung der ökologischen Wirtschaftsweise als auch für die Umstellung auf ökologischen Landbau. Um eine dauerhafte Verankerung zu erreichen, bedarf es einer politischen Prioritätensetzung für den ökologischen Landbau in den Entwicklungsprogrammen der Bundesländer und einer entsprechenden langfristigen Absicherung in den Länderhaushalten (Baumgart et al. 2011, S. 106).

3.6 Beratung zum ökologischen Landbau flächendeckend anbieten

Informations- und Beratungsangebote sind eine wesentliche Voraussetzung, damit konventionelle Betriebe eine Umstellung auf ökologischen Landbau erwägen und in ihre Überlegungen zur Betriebsentwicklung einbeziehen (Kap. III.1.2). Deshalb sollte konventionellen Erzeugern ein flächendeckendes Angebot von praxisgerechter und spezialisierter einzelbetrieblicher Beratung zur Umstellung, Vermarktung, Produktionstechnik, Betriebswirtschaft und Betriebsentwicklung im ökologischen Landbau angeboten werden (Baumgart et al. 2011, S. 122).

Für die innerbetriebliche Umstellungsentscheidung ist es wichtig, Fachwissen und Erfahrungen zu vermitteln, Chancen bei der Hofnachfolge zu nutzen und Akzeptanz im Umfeld zu erhöhen. Hierzu könnten folgende Maßnahmen beitragen (Baumgart et al. 2011, S. 102):

- Integration von Fachwissen zum Ökolandbau in Fach-, Meister- und Hochschulen;
- Ausbildung von Lehrpersonal, geeignetes Lehrmaterial;
- Aus- und Weiterbildung von Beratern für ökologischen Landbau (z. B. Traineeprogramm Ökolandbau, Spezialseminare für Beratungskräfte);
- Spezialschulen, sowie Studiengänge für zukünftige Betriebsleiter von Ökobetrieben;
- flächendeckende praxisorientierte Weiterbildungsangebote für umstellungsinteressierte Betriebe;
- bundesweite einzelbetriebliche Förderung zur Inanspruchnahme von Erst- und Umstellungsberatung sowie vertiefender Spezialberatung;
- bundesweite einzelbetriebliche Förderung zur Inanspruchnahme von Betriebsentwicklungsberatung und Hofübergabeberatung (inner- und außerfamiliär);
- Förderung von vorbildlichen Demonstrations- oder Leuchtturmbetrieben (z. B. Netzwerk Demonstrationsbetriebe);
- Förderung von Regionalgruppenarbeit der Anbauverbände.

3.7 Markt für ökologische Lebensmittel ausbauen

Eine starke Ausweitung des ökologischen Landbaus kann nur stattfinden, wenn das damit verbundene steigende Angebot an ökologischen Produkten auf eine entsprechende Nachfrage trifft. Nur unter dieser Voraussetzung können höhere Erzeugerpreise für den Ökolandbau, die für die Wirtschaftlichkeit der Ökobetriebe wichtig sind, Bestand haben. Bei dem in vielen Segmenten noch relativ kleinen Biomarkt können schon vergleichsweise geringe Änderungen bei Angebot oder Nachfrage starke Auswirkungen auf die Preise haben (Baumgart et al. 2011, S. 98).

Für eine Steigerung von Absatz und Nachfrage ökologischer Lebensmittel sind drei Elemente relevant (Baumgart et al. 2011, S. 110, 115 u. 122):

- *Angebot an Vermarktungs- und Absatzmöglichkeiten für ökologische Produkte flächendeckend anbieten:* Um die Absatzmöglichkeiten für ökologische Produkte zu verbessern, sollte es in allen Regionen leistungsfähige Verarbeitungs- und Handelsunternehmen geben, die den Marktaufbau für ökologische Produkte weiter vorantreiben. Entsprechende Anreize könnten bei der Marktstrukturförderung gesetzt werden, indem für Unternehmen, die mehr als 50 Prozent des Umsatzes mit Bioprodukten erwirtschaften, ein erhöhter Fördersatz eingeführt wird.

- *Kontrolle ökologischer Lebensmittel vereinheitlichen:* In der EU besteht für die Erzeugung, Verarbeitung, Kennzeichnung und Kontrolle von ökologischen Lebensmitteln ein einheitlicher Rechtsrahmen. Trotzdem existieren unterschiedliche Kontrollniveaus innerhalb der EU und eine uneinheitliche Umsetzung der EU-Verordnungen durch die zuständigen Bundesländer in Deutschland. Um Wettbewerbsverzerrung zu verhindern und das Vertrauen in ökologische Lebensmittel zu erhalten und zu stärken, sollte eine europaweit einheitliche Umsetzung der EU-Öko-Verordnungen angestrebt, eine bundesweit einheitliche Umsetzung durch Verbindlichkeit der Beschlüsse der Länderarbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau sichergestellt und eine Akkreditierung der Kontrolleure zur Sicherung der Kontrollqualität vorgeschrieben werden.

- *Information der Verbraucher intensivieren:* Das deutsche Biosiegel, verschiedene Gütesiegel der Anbauverbände und Eigenmarken des Handels sowie das neue EU-Bio-Pflichtzeichen stellen für die Verbraucher eine unübersichtliche Situation dar. Um Irritationen zu beheben und das Vertrauen in die Kontrollsysteme zu erhöhen, sollte eine verstärkte Information der Verbraucher erfolgen. Aufklärungskampagnen über die besonderen Leistungen und Eigenschaften ökologischer Lebensmittel sollten durchgeführt werden. Schließlich sollte dies durch Aktivitäten zur Förderung eines nachhaltigeren Konsums ergänzt werden.

3.8 Forschung für die ökologische Lebensmittelwirtschaft stärken

Für die Entwicklung des ökologischen Landbaus spielt Forschung eine wichtige Rolle. Dies gilt insbesondere für die Lösung produktionstechnischer und betrieblicher Herausforderungen, die Ermittlung und Optimierung von Umweltleistungen und der Nahrungsmittelqualität sowie die Politikberatung. Forschungsergebnisse können dazu beitragen, Hemmnisse für eine Umstellung abzubauen und die relative Vorzüglichkeit des ökologischen gegenüber dem konventionellen Landbau zu verbessern (Baumgart et al. 2011, S. 111).

Forschung zum ökologischen Landbau wird auf nationaler Ebene u. a. mit dem „Bundesprogramm Ökologischer Landbau“ (BÖL), seit 2010 erweitert zum „Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft“ (BÖLN), und auf EU-Ebene mit verschiedenen Forschungsprojekten gefördert. Forschung und Lehre zum Ökolandbau sind mittlerweile auch fester Bestandteil der Hochschulen. Aber der Anteil der Ökolandbauforschung an den Gesamtaufwendungen für landwirtschaftliche Forschung ist insgesamt gering.

Der Rat für Nachhaltige Entwicklung fordert, 20 Prozent des nationalen Agrarforschungsbudgets für den ökologischen Landbau zu reservieren. Die Ressortforschung und die „Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ sollten entsprechend dem Nachhaltigkeitsziel „Ökologischer Landbau“ der Bundesregierung ausgestaltet werden

(Nachhaltigkeitsrat 2011, S. 5 f.). Ebenso sollte auf eine entsprechende Verankerung im 8. Forschungsrahmenprogramm der EU gedrängt werden.

Wichtige Forschungsschwerpunkte sind (Baumgart et al. 2011, S. 111 ff.; Niggli et al. 2008, S. 28 ff.; Schmid et al. 2009, S. 22 ff.):

- nachhaltige Intensivierung („eco-functional intensification“) durch ökologische Prozesse, insbesondere durch Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit;
- Entwicklung resilienter Anbausysteme, insbesondere zur Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen;
- Konzepte für innerbetrieblich und regional geschlossene Kreisläufe für Nährstoffe und organisches Material, angesichts zunehmend spezialisierter landwirtschaftlicher Betriebe und hoher Nährstoffverluste;
- Weiterentwicklung von biologischem Pflanzenschutz und natürlicher Tiermedizin, u. a. durch Entwicklung von natürlichen Pflanzenschutzmitteln und Phytotherapien;
- ökologische Pflanzenzüchtung, die für die besonderen Anforderungen des ökologischen Anbausystems passende Sorten entwickelt und auf die Herausforderungen des Klimawandels reagiert;
- ökologische Tierzucht, mit dem Ziel einer besseren Anpassung an die ökologische Wirtschaftsweise und die Umwelt;
- Erhöhung der Vielfalt in der landwirtschaftlichen Erzeugung und beim Lebensmittelangebot („whole food chain approach“), Beitrag zum Erhalt der genetischen Vielfalt;
- Entwicklung von „sanften“ Verarbeitungstechnologien, die die Nahrungsmittelqualität erhalten und verbessern;
- Kooperationen in den Nahrungsmittelketten, um wettbewerbsfähige, vertrauenswürdige und faire Bedingungen bei der Versorgung mit ökologischen Lebensmitteln zu gewährleisten;
- lokale/regionale Konkretisierung des Konzepts einer multifunktionalen Landwirtschaft, um die nachhaltige Entwicklung ländlicher Räume zu stärken.

Eine enge Verzahnung von Forschung und Praxis sollte bei der Weiterentwicklung der ökologischen Lebensmittelwirtschaft fortgesetzt werden. Partizipativen Forschungsansätze sollte eine zentrale Rolle zukommen (Padel et al. 2010), um praxisrelevante Fragestellungen zu adressieren, verschiedene Wissensbestände einzubeziehen, systemorientierte Forschungsansätze zu verwirklichen, spezifische Anwendungsbedingungen zu berücksichtigen sowie Vermittlung und Übernahme in der Praxis zu fördern.

4. Handlungsoptionen zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau

Eine verstärkte Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau kann zur gleichzeitigen Erreichung der beiden Nachhaltigkeitsziele beitragen. Der ökologische Landbau könnte insbesondere einen wichtigen Beitrag zur Biogaserzeugung leisten. Um keine Verzerrungen in der generellen Förderung des ökologischen Landbaus hervorzurufen, sollten Regelungen zur Bioenergieerzeugung im ökologischen Landbau weitestgehend über das EEG gesteuert werden.

Zielsetzungen der Optionen sind, die Bedingungen für die Nutzung von Wirtschaftsdüngern zu verbessern (Kap. VI.4.1 u. VI.4.2), die Konkurrenzfähigkeit des Einsatzes extensiv produzierter Substrate gegenüber Substraten aus Intensivkulturen (z. B. Mais) zu erhöhen (Kap. VI.4.3) sowie die höheren Kosten der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau auszugleichen (Kap. VI.4.4).

Die Handlungsoptionen zur Integration der Bioenergieerzeugung in den ökologischen Landbau können eine wichtige Ergänzung darstellen zu den Handlungsoptionen, die auf die Erreichung des Nachhaltigkeitsziels eines 20-prozentigen Anteils des ökologischen Landbaus zielen (Kap. VI.3). Die Wirksamkeit der hier diskutierten Handlungsoptionen kann außerdem erhöht werden, wenn parallel Handlungsoptionen zur Minderung der Nutzungs- und Flächenkonkurrenz von Bioenergieerzeugung und Nahrungsmittelproduktion ergriffen werden (Kap. VI.2).

4.1 Förderung von kleineren hofeigenen Biogasanlagen

Die mit dem EEG 2012 neu eingeführte Förderung von kleineren Anlagen bis 75 kW_{el} Anlagenleistung mit mindestens 80 Prozent Gülleeinsatz soll Investitionen in „bäuerliche“ Biogasanlagen fördern. Eine Nutzung des Wirtschaftsdüngerpotenzials könnte in einem erheblichen Umfang Anbauflächen von Silomais für die Biogaserzeugung ersetzen (Kap. V.5.2). Dies könnte auch ökologisch wirtschaftenden Betrieben zugutekommen. Der WB für Agrarpolitik (2011, S. 11) hatte allerdings einen obligatorischen Gülleeinsatz bzw. eine Verwendung von landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen von mindestens 95 Prozent gefordert, da selbst dann noch ca. 35 Prozent der benötigten Energie aus Energiepflanzen stammen würde. Bei den derzeit zulässigen 20 Prozent Substrateinsatz auf der Basis von Energiepflanzen sind in der Regel konventionelle Betriebe mit ihrem Energiemaiseinsatz begünstigt, solange es keine spezielle Förderung für den Substrateinsatz aus ökologischem Anbau (Kap. VI.4.4) gibt.

Zeitnah sollte überprüft werden, ob die derzeitige Ausgestaltung des EEG ausreichend ist, um das Wirtschaftsdüngerpotenzial des ökologischen Landbaus zu erschließen und um einen schnellen Ausbau der Biogaserzeugung aus landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen, insbesondere aus Wirtschaftsdünger, zu erreichen, ohne einen starken Flächenbedarf für Energiepflanzen als Kosubstrat auszulösen.

4.2 Regelungen zum Wirtschaftsdünger-einsatz

Beim Einsatz von Wirtschaftsdüngern zur Biogaserzeugung gibt es eine Reihe von Problemen, die von besonderer Relevanz im ökologischen Landbau sind (Anspach et al. 2011b, S. 98 ff.):

- *Benachteiligung von Festmist gegenüber Gülle:* Die Tierhaltung auf Festmist (extensive Tierhaltungsformen) geht vielfach mit einer artgerechteren Haltung einher und hat im ökologischen Landbau große Bedeutung. Der Energiegehalt von Festmist (ca. 30 Prozent TS) ist wesentlich höher als der von Gülle (ca. 8 Prozent TS). Beispielsweise haben 3 t Gülle das Gaspotenzial von 1 t Stallmist. Die bisherige Regelung, die Frischmasse als Berechnungsgrundlage zu verwenden, begünstigt Gülle mit dem niedrigeren Trockensubstanzgehalt gegenüber Festmist. Um Betriebe mit Festmist gleichzustellen, sollte grundsätzlich die Vergütung der energetischen Nutzung nach dem tatsächlichen Gaspotenzial erfolgen.
- *Benachteiligung von Weidebetrieben gegenüber der Stallhaltung in der Vergangenheit:* In artgerechten Weidebetrieben fällt systembedingt während der Weidezeit weniger Mist/Gülle verglichen mit der Stallzeit an. In der Vergangenheit wurde der Güllebonus nur gewährt, wenn täglich über 30 Prozent Gülle/Mist in die Biogasanlage eingespeist wurden. Betriebe mit Weidehaltung konnten in den Sommermonaten oftmals den für die Gewährung des Güllebonus erforderlichen täglichen Substratanteil an Wirtschaftsdüngern von 30 Prozent nicht erfüllen. Damit bestand ein Anreiz, die Weidewirtschaft zugunsten der ganzjährigen Stallhaltung aufzugeben. Die neue Kategorie der kleinen Gülleanlagen im EEG 2012 müssen im Kalenderjahr durchschnittlich mindestens 80 Prozent Gülle einsetzen. Mit der Umstellung von der tagesbezogenen Einspeisung von Mist/Gülle auf eine jahresbezogene Einspeisung sollte die Benachteiligung von Weidebetrieben deutlich reduziert sein. Basierend auf den Erfahrungen mit dem EEG 2012 sollte dies überprüft werden.
- *Transport von Wirtschaftsdünger:* Gülle und Mist werden zunehmend über längere Transportstrecken zu Biogasanlagen transportiert. Eine Stärkung des Einsatzes betriebseigenen Wirtschaftsdünger und lokaler Kooperationen sowie eine Begrenzung des Zukaufs der organischen Wirtschaftsdünger könnte helfen, den „Gülletourismus“ zu reduzieren. Eine Begrenzung der Zukaufsmengen für Gülle und Mist, gepaart mit einer veränderten Förderung zugunsten der Verwertung von Reststoffen aus dem eigenen Betrieb, würde gerade Gemischtbetriebe mit eigener Biogasanlage stärken. Die maximale Zukaufsmenge für Wirtschaftsdünger sollte auf maximal 3 bis 5 t je Jahr und kW_{el} installierter Leistung begrenzt werden.

4.3 Nachhaltigkeitsbonus zur Förderung extensiver Substrate

„Extensive“ Energiepflanzen wie Klee gras, Acker gras, Gemenge-GPS und Zwischenfrüchte erreichen nicht die Methanhektarerträge von Biogasmais und sind daher unter den gegenwärtigen Bedingungen wirtschaftlich weniger attraktiv. Sie benötigen aber weniger Inputs wie Dünge- und Pflanzenschutzmittel und tragen über die Humusbildung zur Bodenfruchtbarkeit und zur CO₂-Sequestrierung im Boden bei (Anspach et al. 2011b, S. 97).

Mit dem EEG 2012 wurde eine Differenzierung des Substratbonus für Energiepflanzen (Einsatzstoffvergütungsklasse I) und für Landschaftspflegematerial, Zwischenfrüchte und Wirtschaftsdünger (Einsatzstoffvergütungsklasse II) eingeführt. Damit erhalten alle Biogassubstrate auf der Basis von Energiepflanzen (Einsatzstoffvergütungsklasse I), unabhängig von der Anbauintensität und den erzielbaren Methanhektarerträgen, den gleichen Bonus. Beispielsweise ist der für den ökologischen Landbau wichtige Einsatz von Klee gras (als Hauptfrucht) weiterhin deutlich gegenüber dem Einsatz von (konventionellen) Silomais benachteiligt. Außerdem ist der Vergütungsabstand zwischen den Einsatzstoffklassen I und II voraussichtlich nicht ausreichend, um den Einsatz von Wirtschaftsdünger und anderen Reststoffen deutlich zu begünstigen.

Eine „Extensivierung“ der Substratproduktion würde die relative Vorzüglichkeit der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau im Vergleich zum konventionellen Bioenergiepflanzenanbau verbessern. Die geringere Vorzüglichkeit durch geringere Methanhektarerträge sollte über eine Mehrvergütung im EEG in der Form eines „Nachhaltigkeitsbonus“ ausgeglichen werden, um die positiven Nebeneffekte zu honorieren. Denkbar wäre außerdem, diesen Nachhaltigkeitsbonus im EEG in Abhängigkeit der erbrachten Leistungen zu staffeln und damit die Vergütung vom Umfang der Extensivierung abhängig zu machen. Insgesamt könnte dies zu einer Ökologisierung der deutschen Bioenergiepflanzenproduktion beitragen (Anspach et al. 2011b, S. 97, 101).

Ebenso wie der Einsatz extensiv angebaute Substrate könnte der Einsatz von Reststoffen zur Biogaserzeugung mit einem Nachhaltigkeitsbonus honoriert werden. Ein solcher Nachhaltigkeitsbonus würde dann die derzeitige Einsatzstoffvergütungsklasse II ersetzen und eine neue Zuordnung der verschiedenen Einsatzstoffe (z. B. Klee gras als Hauptfrucht) erfordern. Die begünstigten Reststoffe wären ebenso wie die extensiven Inputsubstrate klar zu definieren (Positivliste) (Anspach et al. 2011b, S. 103).

4.4 Förderung des Substrateinsatzes aus ökologischem Anbau

Die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau ist gegenüber der Biogaserzeugung im konventionellen Landbau mit höheren Kosten verbunden. Die höheren Kosten und damit die geringere Wirtschaftlichkeit ökologisch ge-

fürher Biogasanlagen werden vor allem durch höhere Substratbereitstellungskosten und höhere laufende Kosten im Anlagenbetrieb verursacht (Anspach et al. 2011b, S. 104).

Die im Ökolandbau hauptsächlich eingesetzten Substrate Wirtschaftsdünger, Klee gras- und Grünlandsilagen weisen im Sinne des Klimaschutzes (hoher Anteil von Wirtschaftsdüngern im Substratmix von Biogasanlagen) und des Naturschutzes eine hohe Vorzüglichkeit auf. Daher wird u. a. von den Verbänden des ökologischen Landbaus eine spezielle Förderung des Einsatzes dieser Substrate gefordert. Die Verbände des ökologischen Landbaus fordern eine Bonuszahlung für Substrate aus biologischem Anbau in Höhe von 0,02 bis 0,05 Euro/kWh Strom im Rahmen des EEG (Anspach et al. 2011b, S. 104).

Mit der Einführung eines „Ökobonus“ im EEG für den Einsatz von biologisch erzeugten Substraten würde ein starker Anreiz für die Biogaserzeugung im ökologischen Landbau geschaffen. Ein höherer Bonus für biologisch angebaute Inputsubstrate könnte außerdem Kooperationen zwischen lokalen Biobetrieben befördern und konventionelle Betriebe im direkten Umfeld von ökologisch betriebenen Biogasanlagen zu einer Umstellung bewegen. Schließlich ergäbe sich für viehlose Biobetriebe die Chance, in eigenen Biogasanlagen „Reststoffe“ wie den Aufwuchs ihrer Brachflächen, die vielfach nur gemulcht werden, sinnvoll zu verwerten und einen wertvollen Dün-

ger (Gärrest) zurückzuerhalten. Oft wären dies Anlagen mit geringerem Leistungsniveau (installierte elektrische Leistung) (Anspach et al. 2011b, S. 100).

Ein solcher Bonus würde finanzielle Mehrbelastungen für die Verbraucher bewirken, da mit der EEG-Umlage die höheren Kosten von den Stromverbrauchern zu tragen sind. Unter der Annahme, dass die Substratzusammensetzung aller derzeit bestehenden Biogasanlagen auf ökologischen Betrieben im Sinne eines „Ökobonus“ förderungswürdig wären, würde die Zahlung von 0,02 Euro/kWh Strom bei den derzeit eingespeisten rund 200 Mio. kWh Strom eine Mehrbelastung von jährlich rund 4 Mio. Euro verursachen (Anspach et al. 2011b, S. 106).

Würde sich vom derzeitigen Niveau die Anzahl an Biogasanlagen und die installierte elektrische Leistung in den kommenden 4 Jahren aufgrund von Bonuszahlungen beispielsweise auf rund 680 Biogasanlagen und 144 MW_{el} installierte Leistung vervierfachen und gleichzeitig die Effizienz der Biogasanlagen aufgrund von technischem Fortschritt und besserem Management um 20 Prozent verbessern, würden die Mehrbelastungen für den Verbraucher auf jährlich rund 19,2 Mio. Euro steigen. Die Mehrbelastungen für die Verbraucher würden sich damit selbst bei einem sehr starken Wachstum der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau in einem moderaten Rahmen bewegen (Anspach et al. 2011b, S. 106).

VII. Literatur

1. In Auftrag gegebene Gutachten

Anspach, V., J. Heß, D. Möller, G. Wehde, K. P. Wilbois (unter Mitarbeit von J. Sanders, K. Strohm) (2011a): Flächenkonkurrenz zwischen ökologischem Landbau und Energiepflanzenutzung? Fachgebiet Betriebswirtschaft, Fachbereich Ökologische Agrarwirtschaft, Universität Kassel, Witzenhausen

Baumgart, L., A. Gerber, R. Hermanowski, U. Niggli, J. Plagge, H. Rasch, M. Rippin, P. Röhrig, K. Spory, G. Wehde, H. Willer, U. Zerger (2011): Einflussfaktoren der Umstellung auf ökologischen Landbau. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Frankfurt a.M.

Anspach, V. F. Gerlach, R. Graß, J. Herrle, J. Heß, T. Siegmeier, H.M. Paulsen, M. Szerencsits, G. Wehde, M. Wiggert, K.-P. Wilbois, H. Zeller, U. Zerger (2011b): Bioenergieerzeugung und Energiepflanzenutzung im ökologischen Landbau. Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim

2. Weitere Literatur

AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2010): Erneuerbare Energien 2020. Potenzialatlas Deutschland. Berlin

AGEE-Stat (Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik) (2010): Erneuerbare Energien in Zahlen – Internet-Update zur Druckausgabe. www.erneuerbareenergien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_update_bf.pdf (13.3.2011)

Agra-Europe (2010): Kurzmeldungen. Heft 51(42), Bonn

Aigner, A., Sticksel, E., Hartmann, S. (2008): Derzeitige Einschätzung von Zwischenfrüchten als Substrat zur Biogasgewinnung. LfL Bayern. www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau_biogas/30222/zwischenfrucht_fuer_biogas_ii.pdf (3.5.2012)

Al-Riffai, P., Dimaranan, B., Laborde, D. (2010): Global Trade and Environmental Impact Study on the EU Biofuels Mandate. Final Report March 2010. Study for the Directorate General for Trade of the European Commission. International Food Policy Institute (IFPRI), Washington DC

Alston, J. M., Beddow, J. M., Pardey, P. G. (2009): Agricultural Research, Productivity, and Food Prices in the Long Run. *Science* 325, S. 1209–1210

AMI (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH) (2010): Öko-Landbau 2010. Daten-Fakten-Entwicklungen. Bonn

Amon, B., Moitzi, G., Schimpl, M., Kryvoruchko, V., Wagner-Alt, C. (2002): Methane, Nitrous Oxide and Ammonia Emissions from Management of Liquid Manures. Final Report November 2002, Wien

Anonym (2009): Energiesteuergesetz vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534; 2008 I S. 660; 1007), zuletzt geändert durch Artikel 13 des Gesetzes vom 22. Dezember 2009 (BGBl. I S. 3950; 2010 I 534)

Anspach, V., Möller, D. (2009): Konzepte und Strategien der Biogasproduktion im Ökologischen Landbau – Ergebnisse des Bio-Biogas-Monitoring 2007. In: Mayer, J., Alföldi, T., Leiber, F. (Hg): Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau 1(10), Berlin, S. 390–393

Anspach, V., Siegmeier, T., Möller, D. (2011c): Biogasproduktion im Ökologischen Landbau. Strukturen und Perspektiven, Kassel

Arthurson, V. (2009): Closing the Global Energy and Nutrient Cycles through Application of Biogas Residue to Agricultural Land – Potential Benefits and Drawbacks. Review. doi:10.3390/en20200226. In: *Energies* 2(2), S. 226–242

Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés-Vázquez, K., Samulon, A., Perfecto, I. (2007): Organic agriculture and the global food supply. In: *Renewable Agriculture and Food Systems* 22(2), S. 86–108

BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) (2010): Erneuerbare Energien. www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html (3.11.2010)

Bass, H.-H. (2011): Finanzmärkte als Hungerverursacher? Studie für die Deutsche Welthungerhilfe e.V., Bonn

BDBe (Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft) (2012): Bioethanol-Report 2011/2012. Marktdaten. Stand: Juni 2012 www.bdbe.de/index.php/download_file/view/265/96/

Beneking, A. (2011): Genese und Wandel der deutschen Biokraftstoffpolitik. Eine akteurszentrierte Policy-Analyse der Förderung biogener Kraftstoffe in Deutschland. Fair Fuels? Working Paper 3. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin

BfB (Bundesmonopolverwaltung für Branntwein) (2010): Statistik. www.bfb-bund.de (3.12.2010)

Biokraftstoffverband (2010): Marktdaten Bioethanol. www.biokraftstoffverband.de/de/bioethanol/marktdaten/be.html (8.11.2010)

BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung) (2009): Versorgung mit Milchzeugnissen in Deutschland im Jahr 2008. www.ble.de/cln_099/nn_1624448/SharedDocs/Downloads/01_Marktangelegenheiten/08_Marktbeobachtung/Milch/JaehrlicheErgebnisse/Vorabveroeffentlichungen/090715_406003000_01_templateId=raw,property=publicationFile.xls/090715_406003000_01.xls (31.1.2011)

BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (Hg.) (2009a): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2009. Bremerhaven

BMELV (2009b): Deutscher Außenhandel 2008. Daten und Fakten. <http://berichte.bmelv-statistik.de/AHT-0033120-2008.pdf>; <http://berichte.bmelv-statistik.de/AHT-0033110-2008.pdf>; <http://berichte.bmelv-statistik.de/SJT-8032400-0000.pdf> (31.1.2011)

BMELV (Hg.) (2010a): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2010. Bremerhaven

BMELV (2010b): Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 2010–2013 und Sonderrahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“: Maßnahmen des Küstenschutzes in Folge des Klimawandels (2009–2025). Berlin

BMELV (2010c): Förderbereich Verbesserung der ländlichen Strukturen. Grundsätze für die einzelbetriebliche Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen. Berlin

BMELV (2010d): Fleischverbrauch auch 2009 unter Vorjahr – Export erneut gesteigert. <http://berichte.bmelv-statistik.de/WBB-1600001-2010.pdf> (11.2.2011)

BMELV (2010e): Ökologischer Landbau in Deutschland. www.bmelv.de/cln_163/Shared/Docs/Standardartikel/Landwirtschaft/Oekolandbau/OekologischerLandbauDeutschland.html (1.12.2010)

BMELV (Hg.) (2011): Agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung 2011. Berlin

BMELV (2012): Ökologischer Landbau nach Verordnung (EG) Nr. 834/2007 in Verbindung mit Verordnung (EG) Nr. 889/2008 in Deutschland im Jahr 2011. BMELV-513 10.07.2012

BMELV, BMU (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland. Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung. Berlin

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2010a): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009, nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat), Stand: September 2010, www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/42038.php (2.11.2010)

BMU (2010b): Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen. www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/entw_foerderung_biokraftstoff.pdf (15.5.2010)

BMU (2011a): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009, nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat), Stand: Juli 2011, www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab.pdf (19.12.2011)

BMU (2011b): Eckpunkte der EEG-Novelle sowie sonstige Neuerungen für erneuerbare Energien. Stand: 30.6.2011, www.bmu.de/erneuerbare_energien/doc/print/47469.php (24.1.2012)

BMU (2011c): Das Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) („EEG 2012“). Informationen und häufig gestellte Fragen zur Novelle. www.solutronic.de/files/allgemeines/eeg_2012_informationen_faq_bf.pdf (30.1.2013)

BMU (2012a): Eckpunkte der EEG-Novelle sowie sonstige Neuerungen für erneuerbare Energien. www.bmu.de/erneuerbare_energien/doc/print/47469.php (24.1.2012)

BMU (2012b): Erneuerbare Energien 2011. Daten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2011 auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat). Vorläufige Angaben, Stand 20. Februar 2012, www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_zahlen_2011_bf.pdf

BMVBS, BBR (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) (2008): Kulturlandschaftliche Wirkungen eines erweiterten Biomasseanbaus für energetische Zwecke. Flächenansprüche von Biomassepfaden durch klimabedingte Ausbauziele und Handlungsoptionen der Raumordnung. BBR-Online-Publikation Nr. 16/2008, http://www.bbsr.bund.de/nn_23582/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2008/ON162008.html

BMWi, BMU (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin

Boelcke, B. (2006): Schnellwachsende Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen. Leitfaden zur Erzeugung von Energieholz. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei, Schwerin

Bokelmann, W., König, B. (2004): Hinderungsgründe für die Umstellung von Wein-, Obst- und Gartenbaubetrieben (Gemüsebaubetrieben) auf ökologische Wirtschaftsweisen in verschiedenen Regionen Deutschlands und Möglichkeiten ihrer Minderung. Institut für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus der Humboldt Universität zu Berlin, Berlin

BÖLW (2012): BÖLW veröffentlicht Zahlen zur Biobranche 2012. In: Agra-Europe 12(8), Sonderbeilage, Bonn

Bowyer, C. (2010): Anticipated Indirect Land Use Change Associated with Expanded Use of Biofuels and Bioliquids in the EU – An Analysis of the National Renewable Energy Action Plans. Institute for European Environmental Policy (IEEP), www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/waelder/IEEP_Report_FINAL.pdf (30.1.2013)

Brauckmann, H.-J., Warnecke, S., Broll, G. (2009): Nährstoffstromanalyse einer Biogasanlage mit Gärrestaufbereitung. In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hg.) (2009): Gärrestaufbereitung für eine pflanzenbauliche Nutzung – Stand und F+E-Bedarf. Gülzower Fachgespräche 30, Gülzow-Prüzen, S. 53–77

Bringezu, S., Schütz, H., Arnold, K., Bienge, K., Borbonus, S., Fishedick, M., von Geibler, J., Kristof, K., Ramesohl, S., Ritthoff, M., Schlippe, H., Forndel, M., Janßen-Timmen, R., Vance, C. (2008): Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse. Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (BMWi Essen), Wuppertal/Essen

- Bundesnetzagentur (2012): Biogas-Monitoringbericht 2012, Bonn
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. www.nachhaltigkeitsrat.de/fileadmin/user_upload/dokumente/pdf/Nachhaltigkeitsstrategie_komplett.pdf
- Bundesregierung (2008): Fortschrittsbericht 2008 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Für ein nachhaltiges Deutschland. Berlin
- Bundesregierung (2009): Wachstum. Bildung. Zusammenhalt. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP. 17. Legislaturperiode. www.cdu.de/doc/pdf/091026-koalitionsvertrag-cdusu-fdp.pdf (8.11.2010)
- Bundesregierung (2010): Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe 2009. Deutscher Bundestag, Drucksache 17/2861, Berlin
- Bundesregierung (2011a): Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Entwurf, Berlin
- Daniel-Gromke, J., Strahl, J., Rensberg, N. (2010): Stand und aktuelle Entwicklungen der Biogasbranche in Deutschland. In: *Energie/wasser-praxis* 61(3), S. 26–30
- Darnhofer, I., Schneeberger, W., Freyer, B. (2005): Converting or not converting to organic farming in Austria: Farmer types and their rationale. *Agriculture and Human Values* 22(1), S. 39–52
- DBFZ (Deutsches BiomasseForschungsZentrum) (2010): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Leipzig
- DBFZ (2011): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Zwischenbericht März 2011. Leipzig
- DBFZ (2012): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Endbericht zur EEG-Periode 2009 bis 2011. Leipzig
- DBV (Deutscher Bauernverband e.V.) (2010): Umfrage zur Umstellungsbereitschaft konventioneller Betriebe. DBV Öko-Report, Berlin
- de Ponti, T., Rijk, B. van Ittersum, M.K. (2012): The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108, S. 1–9
- de Witte, T., Rothe, A., Osterburg, B., Zimmer, Y. (2010): Endbericht Modellgestützte Folgenabschätzung für den Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. FKZ: 22008605 (noch nicht veröffentlicht)
- Dena (Deutsche Energie-Agentur) (2010): Marktentwicklung in Deutschland. www.bio_gaspartner.de/index.php?id=11871&fs=0%27 (23.2.2011)
- DG Energy (2010): The impact of land use change on greenhouse gas emissions from biofuels and bioliquids. Literature review. http://ec.europa.eu/energy/renewables/consultations/doc/public_consultation_iluc/study_3_land_use_change_literature_review_final_30_7_10.pdf (26.3.2013)
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.) (2004): DGE-Ernährungskreis – Lebensmittelmengen. DGEInfo 05/2004 – Beratungspraxis, www.dge.de/modules.php?name=News&file=print&sid=415 (31.1.2013)
- DMK (Deutsches Maiskomitee e.V.) (2011): Anbaufläche Silomais. www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Statistik/Deutschland/Anbaufläche_Silomais (31.1.2013)
- Dominik, P., Jäger, N., Sänger, A., Flessa, H. (2009): Wie wirken NaWaRo-Gärreste auf den organischen Bodenkohlenstoff? In: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hg.) (2009): Tagungsband: „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“. *Güzlöcher Fachgespräche* 32, S. 210–222
- Dörrie, D. (2009): Von Weckelweiler in die ganze Welt. 18. Jahrestagung „Biogas und Bioenergie in der Landwirtschaft“. Internationales Biogas- und Bioenergie-Kompetenzzentrum (IBBK), Kirchberg/Jagst-Weckelweiler
- EBB (European Biodiesel Board) (2010): Statistics. The EU biodiesel industry. www.ebb-eu.org/stats.php (31.1.2013)
- Eckel, H., Döhler, H., Hartmann, S., Vierhuis, U. (2007): Datensammlung Energiepflanzen. Technik, Verfahren und Kosten der Erzeugung von Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen. Vortrag Workshop Energiepflanzen, 22.01.2007, ICC Berlin, www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/IGW2007_Energiepflanzen/3_Eckel.pdf
- Edwards, R., Mulligan, D., Marelli, L. (2010): Indirect Land Use Change from increased biofuels demand. Comparison of models and results for marginal biofuels production of different feedstocks., Joint Research Centre/Institute for Energy, European Commission, EUR 24485 EN – 2010, Luxembourg
- EK (Europäische Kommission) (2004): Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament. Europäischer Aktionsplan für ökologische Landwirtschaft und ökologisch erzeugte Lebensmittel. KOM(2004) 415, Brüssel
- EK (2010a): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Die GAP bis 2020: Nahrungsmittel, natürliche Ressourcen und ländliche Gebiete – die künftigen Herausforderungen. KOM(2010) 672, Brüssel
- EK (2010b): Bericht der Kommission über indirekte Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen. KOM(2010) 811, Brüssel
- EK (2010c): Final Report. Preparatory study on food waste across EU 27. Technical Report – 2010 – 54, Paris

- EK (2011a): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik. KOM(2011) 625, Brüssel
- EK (2011b): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. KOM(2011) 571, Brüssel
- EP (European Parliament, Directorate General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy) (2011): Indirect Land Use Change and Biofuels. Fritsche, U.R., Wiegmann, K. (eds.) IP/A/ENVI/ST/2010-15, PE 451.495, Brüssel
- EU (Europäische Union) (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. In: Amtsblatt der Europäischen Union L 140, S. 16–62
- Eurostat (2011): Sustainable Development in the European Union. 2011 monitoring report of the EU sustainable development strategy. Luxembourg
- Eurostat (2012): Für ökologische Landwirtschaft genutzte Fläche. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/dataset?p_product_code=TSDPC440 (31.1.2013)
- Fachverband Biogas e.V. (2010): Biogas Branchenzahlen 2010. [www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM_29_10/\\$file/10-11-17_Biogas%20Branchenzahlen%202010-%C3%BCberarbeitet-sf.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_PM_29_10/$file/10-11-17_Biogas%20Branchenzahlen%202010-%C3%BCberarbeitet-sf.pdf) (31.1.2013)
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2012): FAO Food Price Index. www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/foodpricesindex/en/
- FAZ (Frankfurter Allgemeine Zeitung) (2012): Deutschland braucht Getreide. Erstmals seit 1987 Nettoimport. Energiepflanzen attraktiver. Nr. 7, S. 13
- FFU (Forschungsstelle für Umweltpolitik der Freien Universität Berlin) (2007): Zukünftiger Ausbau erneuerbarer Energieträger unter besonderer Berücksichtigung der Bundesländer. Endbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin
- Fiedler, K., Zacharias, A., Stützel, H., Uptmoor, R. (2010): Kühletoleranz während des Auflaufs und der Jugendentwicklung bei Sorghum. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 22, S. 263–264
- Hofmann, M. (2009): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hg.), Gülzow
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2010): Porträts der wichtigsten Energiepflanzen. www.energiepflanzen.info/pflanzen/portraets (2.12.2010)
- FNR (2011a): Anbau nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. www.nachwachsende-rohstoffe.de/fileadmin/fnr/images/aktuelles/grafiken/FNR510_Grafik_Anbau_2011_300_rgb.jpg (31.1.2013)
- FNR (2011b): Daten und Fakten über Biokraftstoffe. www.bio-kraftstoffe.info/daten-und-fakten (7.3.2012)
- Fonseca, M.B., Burrell, A., Gay, H., Henseler, M., Kavallari, A., M'Barek, R., Domínguez, I.P., Tonini, A. (2010): Impact of the EU biofuels target on agricultural markets and land use: a comparative modelling assessment. Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies, European Commission, EUR 24449 EN – 2010, Luxembourg
- Foresight (2011): The Future of Food and Farming. Challenges and choices for global sustainability. Final Project Report. The Government Office for Science, London
- Gansberger, M., Weinhappel, M., Leonhardt, C., Brandstetter, A., Schally, H., Liebhard, P. (2009): Einfluss der Verweildauer ausgewählter Unkrautsamen in Biogasanlagen auf die Keimfähigkeit. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 21, S. 75–76
- Gawel, E., Purkus, A. (2012): Ökonomische Aspekte der Bioenergiepolitik. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 35(1), S. 29–59
- Göbel, C., Teitscheid, P., Ritter, G., Blumenthal, A., Friedrich, S., Frick, T., Grotstollen, L., Möllenbeck, C., Rottstegge, L., Pfeiffer, C., Baumkötter, D., Wetter, C., Uekötter, B., Burdick, B., Langen, N., Lettenmeiner, M., Rohn, H. (2012): Verringerung von Lebensmittelabfällen – Identifikation von Ursachen und Handlungsoptionen in Nordrhein-Westfalen. Studie für den Runden Tisch „Neue Wertschätzung von Lebensmitteln“ des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Fachhochschule Münster, Institut für Nachhaltige Ernährung und Ernährungswirtschaft
- Gömann, H., Kreins, P., Münch, J., Delzeit, R. (2010): Auswirkungen der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes auf die Landwirtschaft in Deutschland. Vortrag anlässlich der 50. Jahrestagung der GEWISOLA, 29.9.–1.10.2010, Braunschweig
- Gonzalvez, V. (2009): Organic Action Plans in Europe. In: Willer H., Kilcher, L. (eds.): The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2009. IFOAM, FiBL, Bonn/Frick
- Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J., Willett, K., Wiltshire, A. (2010): Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. In: Philosophical Transactions of The Royal Society B 365, S. 2973–2989
- Granoszewski, K., Lammers, C., Mußhoff, O., Reise, C., Spiller, A. (2011): Investitionsmöglichkeit Biogas. Was beeinflusst die Entscheidung? In: Neue Landwirtschaft 22(1), S. 72–75

- Graß, R. (2008): Energie aus Biomasse im Ökolandbau. Weiterentwicklung oder Konventionalisierung der Ökobetriebe? In: Der kritische Agrarbericht 2008, S. 95–99
- Graß, R., Reulein, J., Scheffer, K., Stülpnagel, R., Wachendorf, M. (2009): Die integrierte Biogas- und Festbrennstoffherstellung aus Ganzpflanzensilagen. Berichte über Landwirtschaft 87(1), S. 43–64
- Graß, R., Scheffer, K. (2005): Alternative Anbaumethoden: Das Zweikulturnutzungssystem. In: Natur und Landschaft 80(9/10), S. 435–439
- Grethe, H., Dembélé, A., Duman, N. (2011): How to feed the world's growing billions. Understanding FAO world food projections and their implications. WWF Deutschland, Heinrich Böll Stiftung, Berlin
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A. (2011): Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. Swedish institute for Food and Biotechnology (SIK), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome
- Hall, K.D., Guo, J., Dore, M., Chow, C.C. (2009): The Progressive Increase of Food Waste in America and its Environmental Impact. In: PLoS ONE 11(4), S. e7940
- Hartl, W., Badawi, A., Erhart, E. (2010): Begrünungen richtig verwertet? In: Bio Austria Zeitung 3, S. 40–41
- Hauptzollamt (2010): Erfüllung der Quotenpflicht – Nichterfüllung. www.zoll.de/b0_zoll_und_steuern/b0_verbrauchssteuern/b0_energie/d0_besonderheit/c0_biokraftst/c0_verfahren/b0_erfuellung/index.html (8.11.2010)
- Hensel, O. (2009): Welchen Beitrag kann die Forschung im Bereich der Nachernte-Technologie zur Lösung des Welternährungsproblems leisten? Gutachten im Auftrag des TAB. Fachgebiet Agrartechnik der Tropen und Subtropen, Universität Kassel, Kassel
- Hirschfeld, J., Weiss, J., Preidl, M., Korbun, T. (2008): Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland. Schriftenreihe des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung 186/08. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin
- Hofer, M., Hartl, W., Schneider, R., Riedl, K. (2010): Tolle Leistungen! Begrünungen unterstützen nachhaltig eine umweltfreundliche und erfolgreiche biologische Bewirtschaftung. In: Bio Austria 3, S. 38–39
- Hoffmann, I., Spiller, A. (2010): Auswertung der Daten der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II): eine integrierte verhaltens- und lebensstilbasierte Analyse des Bio-Konsums. Max Rubner-Institut, Institut für Ernährungsverhalten, Georg-August-Universität Göttingen, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Karlsruhe/Göttingen
- Hurni, H., Herweg, K., Portner, B., Liniger, H. (2008): Soil Erosion and Conservation in Global Agriculture. In: Braimoh, A. K., Vlek, P. L. G. (eds.): Land Use and Soil Resources. Heidelberg, S. 41–71
- IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development) (2009): Agriculture at a Crossroads. Synthesis Report. Washington, D.C.
- Jaggard, K. W., Qi, A., Ober, E. S. (2010): Possible changes to arable crop yields by 2050. In: Philosophical Transactions of The Royal Society B 365, S. 2835–2851
- Jørgensen, U., Dalgaard, T., Kristensen, E.S. (2005): Biomass energy in organic farming – the potential role of short rotation coppice. In: Biomass and Energy 28(2), S. 237–248
- Koch, H. (2009): Zwischenfrüchte nutzen und Ertrag steigern. www.abel-retect.de/cms/upload/PDFs/Biogas/Zwischenfruchtanbau_fuer_Biogasanlagen.pdf (6.3.2013)
- Kompetenzzentrum (Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe) (2010): Biogasnutzung in Niedersachsen, Stand und Perspektiven. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz, Hannover
- Kranert, M., Hafner, G., Barabosz, J., Schuller, H., Leverenz, D., Kölbig, A., Schneider, F., Lebersorger, S., Scherhauser, S. (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfquote bei Lebensmitteln in Deutschland. Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, Universität Stuttgart, Stuttgart
- KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) (2009): Faustzahlen Biogas. Darmstadt
- Laborde, D. (2011): Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. Study for the Directorate General for Trade of the European Commission International Food Policy Institute (IFPRI), Washington, D.C.
- Lamers, P. (2011): Internationale Biodiesel-Märkte. Produktions- und Handelsentwicklungen. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), Ecofys, Berlin
- Lampkin, N., Foster, C., Padel, S., Midmore, P. (1999): The Policy and Regulatory Environment for Organic Farming in Europe. Hohenheim
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2012): Biogas in Nordrhein-Westfalen. Auswertung der Biogasanlagen-Betreiberdatenbank der Landwirtschaftskammer NRW, Stand 20.3.2012. www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/technik/biogas/pdf/biogas-in-nrw-2012.pdf (6.3.2013)
- Laurenz, L. (2009): Haupt-, Zweit-, Zwischenfrucht-Alternativen zum Mais – Praxiserfahrungen. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, www.duesse.de/znr/pdfs/2009/2009-03-26-biogas-03.pdf (6.3.2013)

- Laurenz, L. (2010): Alternativen/Ergänzungen zu Mais. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, www.landwirtschaftskammer.de/duesse/znr/pdfs/2010/2010-05-26-energiepflanzen-03.pdf (6.3.2013)
- LEL, LfL (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der Ländlichen Räume, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2011): Agramärkte 2010. www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe/p_41569.pdf (6.3.2013)
- Leonhardt, C., Weinhappel M., Gansberger, M., Brandstetter, A., Schally, H., Pfundtner, E. (2010): Untersuchungen zur Verbreitungsgefahr von samenübertragbaren Krankheiten, Unkräutern und austriebsfähigen Pflanzenteilen mit Fermentationsendprodukten aus Biogasanlagen. www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=&&project_id=2713 (6.3.2013)
- Lerf, E., Lerf, R. (2000): Für Biobetriebe empfehlenswert. In: *bioland* 5/2000
- Lütke-Entrup, N., Hötte, S. (2008): Zwischenfruchtanbau für die Erzeugung von Biogas. Fachhochschule Südwestfalen, www.tll.de/ainfo/pdf/epfl/epf05_08.pdf (6.3.2013)
- LWG (Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau) (2010): Projekt – Energie aus Wildpflanzen – soll sich nun im Großversuch Bewähren. Pressemitteilung, www.lwg.bayern.de/presse/2010/39407/index.php (7.3.2013)
- Mayer, J. (2006): Biogasgülle und Bodenfruchtbarkeit. Vortrag auf dem Biogasfachgespräch, Kassel
- Mazzoncini, M., Barberi, P., Belloni, P., Cerrai, D., Antichi, D. (2006): Sunflower under conventional and organic farming systems: results from a long term experiment in Central Italy. In: *Aspects of Applied Biology* 79, S. 125–129
- Meyer, R. (2011): Setting the frame: Challenges for small-scale farming in developing countries. In: Meyer, R., Burger, D. (Hg.): *Low-Input Intensification of Developing Countries' Agriculture – Opportunities and Barriers*. KIT Scientific Reports 7584. Karlsruhe, S. 7–37
- Möller, K., Leithold, G., Michel, J., Schnell, S., Stinner, W., Weiske, A. (Hg.) (2006): Auswirkung der Fermentation biogener Rückstände in Biogasanlagen auf Flächenproduktivität und Umweltverträglichkeit im Ökologischen Landbau – Pflanzenbauliche, ökonomische und ökologische Gesamtbewertung im Rahmen typischer Fruchtfolgen viehhaltender und viehloser ökologisch wirtschaftender Betriebe. Osnabrück
- Möller, K., Stinner, W., Deuker, A., Leithold, G. (2005): Biogaserzeugungspotenzial aus Gülle und Koppelprodukten in viehhaltenden und viehlosen Betriebssystemen des ökologischen Landbaus. Beitrag zur Konferenz: 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau – Ende der Nische, Kassel, 01.–04. März 2005. In: Heß, J., Rahmann, G. (Hg.): *Ende der Nische*, 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Kassel. <http://orgprints.org/3706/1/3706.pdf> (7.3.2013)
- Müller, A. (2008) Sustainable Agriculture and the Production of Biomass for Energy Use. Zürich, http://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/2699/7/gupea_2077_2699_7.pdf (7.3.2013)
- Müller, R. (1993): Biogas heizt Haus und Hof. In: *bioland* 5/93, S. 11–13
- Murach, D., Murn, Y., Hartmann, H. (2008): Ertragsermittlung und Potenziale von Agrarholz. In: *Forst und Holz* 63(6), S. 18–23
- Nachhaltigkeitsrat (Rat für Nachhaltige Entwicklung) (2011): „Gold-Standard Ökolandbau“: Für eine nachhaltige Gestaltung der Agrarwende. Empfehlungen des Rates für Nachhaltige Entwicklung vom 11. Juli 2011, Texte Nr. 40, Berlin
- Neff, R. (2007): Biogaspotenzial einiger landwirtschaftlicher Kulturen – Versuchsergebnisse. In: *BIOENTA – Bioenergietagung*, Witzenhausen, S. 28–34
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T. B., Ringler, C., Msangi, S., You, L. (2010): *Food Security, Farming, and Climate Change to 2050. Scenarios, results, policy options*. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D. C.
- Nieberg, H. (2012): Flächenbezogene Förderung bei Einführung und Beibehaltung ökologischer Wirtschaftsweisen und Kontrollkostenzuschuss nach Bundesländern im Jahr 2012. vTI-Erhebung in den zuständigen Länderministerien. Institut für Betriebswirtschaft des vTI, Braunschweig. www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/erzeuger/OEkonomie/Oeko-Flaechenpraemien-2012-Februar-2.pdf (26.3.2013)
- Nieberg, H., Kuhnert, H. (2006): Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive. *Landbauforschung Völknerode*, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Sonderheft 295, Braunschweig
- Nieberg, H., Kuhnert, H., Sanders, J. (2011): Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive. *Johann Heinrich von Thünen-Institut*, Sonderheft 347, Braunschweig
- Niggli, U., Slabe, A., Schmid, O., Halberg, N., Schlüter, M. (2008): Vision for an Organic Food and Farming Research Agenda to 2025. Technology Platform „Organics“. www.tporganics.eu/upload/tporganics_strategicresearch_agenda.pdf
- Noleppa, S., Witzke, H. von (2012): Tonnen für die Tonne. WWF (World Wide Fund For Nature) Deutschland, Berlin
- MRI (Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel) (2008): Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2. Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen. Karlsruhe

- OECD, FAO (Organization for Economic Co-operation and Development, Food and Agriculture Organization) (2011): OECD-FAO Agricultural Outlook 2011–2020. Paris
- Oechsner, H. (2010): Auswirkungen des Gärprozesses in Biogasanlagen auf Schadorganismen wie Unkrautsamen und Pilzkrankheiten. Vortrag auf dem 6. Biogastag Baden-Württemberg Hohenheim, 3. März 2010, Fachverband Biogas und Universität Hohenheim
- Offermann, F., Gömann, H., Kreins, P., Ledebur, O. v., Pelikan, J., Salomon, P., Sanders, J. (2010): vTI-Baseline 2009 to 2019: Agri-economic projections for Germany. In: *Landbauforschung – vTI agriculture and forestry research* 60(3), S. 157–172
- Olbrich-Majer, M. (2006): Biogasboom in der deutschen Landwirtschaft? In: *Lebendige Erde* 8(4)
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombroek, W. G. (1990). World map of the status of human-induced soil degradation. An explanatory note. ISRIC International Soil Reference and Information Centre, UNEP United Nations Environment Programme, Wageningen/Nairobi
- Padel, S., Niggli, U., Pearce, B., Schlüter, M., Schmid, O., Cuoco, E., Willer, H., Huber, M., Halberg, N., Micheloni, C. (2010): Implementation Action Plan for organic food and farming research. Technology Platform „Organics“ www.tporganics.eu/upload/TPOrganics_ImplementationActionPlan.pdf
- Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S. (2010): Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. In: *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 365, S. 3065–3081
- Paulsen, H. M. (2007): Mischfruchtanbausysteme mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau – 1. Ertragsstruktur des Mischfruchtanbaus von Leguminosen oder Sommerweizen mit Leindotter (*Camelina sativa* L. Crantz). In: *Landbauforschung Völkenrode* 57(1), Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), S. 107–117
- Paulsen, H. M. (2008): Enhancing GHG balances in organic farms by integration of new bio-energy crop concepts. International conference Organic agriculture and climate change, 17.–18. April, ENITA of Clermont
- Paulsen, H. M., Schochow, M., Reents, H.-J. (2007): Unkrautvorkommen und Unkrautunterdrückung in Mischfruchtanbausystemen mit Ölpflanzen im ökologischen Landbau. In: *Landbauforschung Völkenrode*, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Sonderheft 309, S. 81–95
- Petz, W. (2000): Auswirkungen von Biogasgülledüngung auf Bodenfauna und einige Bodeneigenschaften. Eine Freilandstudie an vier Standorten in Oberösterreich. *Hallwag*
- Plagge J., Zerger, U. (2008): Entwicklung und Implementierung eines Betriebschecks und anderer Methoden der strategischen Prozessberatung in Beratungseinrichtungen. Bad Dürkheim. Schlussbericht Teil 1. http://orgprints.org/16055/12/16055-06OE229-soel-zerger-2009-betriebscheck_teill.pdf
- Plagge J., Zerger, U. (2009): Entwicklung und Implementierung eines Betriebschecks und anderer Methoden der strategischen Prozessberatung in Beratungseinrichtungen. Bad Dürkheim. Schlussbericht Teil 2. http://orgprints.org/16055/15/16055-06OE229-soel-zerger-2009-betriebscheck_teil2.pdf
- Raser, H., Graf, W., Danzinger, G., Hanneschläger, M. (2009): Energiefrüchte am Acker – Feldversuch. Endbericht. Energiepark, Bruck an der Leitha
- Rauh, S. (2010): Auswirkungen der Novellierung des EEG auf die Wettbewerbskraft der Biogasproduktion. In: *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues* 45, S. 51–62
- Reinbrecht, C., Claupein, W. (2004): Vergleich der Anbaueignung verschiedener Ölpflanzenarten und -sorten für den Ökologischen Landbau unter den Aspekten Speiseölgewinnung und Eiweißquelle. Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim. <http://orgprints.org/4844/1/4844-02OE434-hohenheim-2004-oel-pflanzen.pdf> (21.3.2013)
- Reinhold, G. (2007): Auswirkung der Biogaserzeugung auf den gesamten Betrieb. In: *Biogaserzeugung im ökologischen Landbau*, KTBL-Heft 65, S. 36–39
- Rieken, H., Boland, H. (2010): How to create the initial contact between organic extensionists and conventional farmers and apprentices. In: *Building sustainable rural futures. The added value of systems approaches in times of change and uncertainty*. 9th European IFSA Symposium, 4-7 July 2010, Wien, S. 730–739
- Rösch, C., Jörissen, J., Skarka, J., Hartlieb, N. (2008): Flächennutzungskonflikte: Ursachen, Folgen und Lösungsansätze. In: *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis* 17(2), S. 4–11
- Royal Society (2009): Reaping the benefits. Science and the sustainable intensification of global agriculture. London
- Sanders, J., Stolze, M., Padel, S. (eds.) (2011): Use and efficiency of public support measures addressing organic farming. Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig http://ec.europa.eu/agriculture/external-studies/2012/organic-farming-support/full_text_en.pdf (21.3.2013)
- Satterthwaite, D., McGranahan, G., Tacoli, C. (2010): Urbanization and its implications for food and farming. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 365, S. 2809–2820
- Saucke, H., Ackermann, K. (2005): Weed suppression in mixed cropped grain peas and false flax (*Camelina sativa*). In: *Weed Research* 46, S. 453–461
- Schaak, D., Rampold, C., Willer, H., Rippin, M., von Koeber, H. (2011): Analyse der Entwicklung des ausländischen Angebots bei Bioprodukten mit Relevanz für den deutschen Biomarkt. Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH, Bonn

- Schädlich, O., Paulsen, H. M., Oppermann, R. (2006): Projektbericht Dezentrale Pflanzenölnutzung in der Region Lübecker Bucht. Marktstudie: Chancen der Vermarktung von Pflanzenölprodukten in den Bereichen Treibstoffe, Futtermittel und Nahrungsmittel in der Region Lübecker Bucht. Verein der Förderer und Freunde des Instituts für ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Trenthorst (VdFF e.V.), Westerau
- Scheller, E. (2006): Offene Fragen der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise zu den Auswirkungen des Biogas-Gärsubstrates. In: Biogaserzeugung im ökologischen Landbau, KTBL-Heft 65, S. 14–15
- Schmid, O., Padel, S., Halberg, N., Huber, M., Darnhofer, I., Micheloni, C., Koopmans, C., Bügel, S., Stopes, C., Willer, H., Schlüter, M., Cuoco, E. (2009): Strategic Research Agenda for organic food and farming. Technology Platform „Organics“, www.tporganics.eu/upload/tporganics_strategicresearchagenda.pdf
- Schmidt, W. (2006): Energiemaisszüchtung – Ziele, Strategien und erste Erfolge. In: Bauernblatt Schleswig-Holstein vom 8.7.2006
- Schmidt, W., Burger, H. (2010): Maissorten für den Ökolanbau. In: Zeitschrift Mais 13(1), S. 18–21
- Schrade, S., Pekrun, C., Oechsner, H., Claupein, W. (2003): Untersuchungen zum Einfluss der Biogasgärung auf die Keimfähigkeit von Unkraut- und Kulturpflanzensamen unter besonderer Berücksichtigung des Ampfers (*Rumex obtusifolius* L.). In: Freyer, B. (Hg.) (2003): Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau: Ökologischer Landbau der Zukunft. 24.–26.2.2003, Universität für Bodenkultur, Wien
- Schramek J., Schnaut, G. (2004): Hemmende und fördernde Faktoren einer Umstellung auf den ökologischen Landbau aus Sicht landwirtschaftlicher Unternehmer/innen in verschiedenen Regionen Deutschlands (unter Einbeziehung soziologischer Fragestellungen). Bonn
- Schumann, H. (2011): The Hunger-Makers. How Deutsche Bank, Goldman Sachs and Other Financial Institutions Are Speculating With Food at the Expense of the Poorest. Foodwatch Report 2011. Berlin
- Schweinle, J., Bemann, A., Franke, E. (2007): Betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen der Anlage und Nutzung von Kurzumtriebsplantagen. In: Bemann, A., Franke, E. (Hg.): Tagungsband, 1. Fachtagung Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 6.–7. November 2006, TU Dresden, Institut für internationale Forst- und Holzwirtschaft, S. 139–147
- Sensel, K., Wragge, V., Ellmer, F. (2009): Pflanzenbauliche Nutzung von Gärprodukten. In: FNR (Hg.): Gärrestaufbereitung für eine pflanzenbauliche Nutzung – Stand und F+E-Bedarf. S. 117–133
- Sergis-Christian, L., Brouwers, J. (2005): Dezentral hergestelltes, kaltgepresstes Pflanzenöl im ökologischen Vergleich mit Dieseldieselkraftstoff. Kassel
- Simon, S., Demmeler, M., Heißenhuber, A. (2007): Bioenergie versus Ökolandbau: Flächenkonkurrenz als Entwicklungshemmnis? 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. 20.–23.3.2007, Universität Hohenheim, Stuttgart, http://orgprints.org/9332/1/9332_Simon_Poster.pdf (26.3.2013)
- Smith, P., Gregory, P. J., van Vuuren, D., Obersteiner, M., Havlik, P., Rounsevell, M., Woods, J., Stehfest, E., Bellarby, J. (2010): Competition for land. In: *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 365, S. 2941–2957
- SMUL (Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie) (2010): Ölfrüchte im Ökologischen Landbau. Informationen für die Praxis. Dresden
- Spiegel (Spiegel Online Auto) (2011): E10-Einführung: Autofahrer bleiben trotz Verträglichkeitslisten skeptisch. www.spiegel.de/auto/aktuell/e10-einfuehrung-autofahrer-bleiben-trotz-vertraeglichkeitslisten-skeptisch-a-750341.html (26.3.2013)
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (2009): Für eine zeitgemäße Gemeinsame Agrarpolitik (GAP). Stellungnahme Nr. 14, Berlin
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011): Agrarstruktur in Deutschland. Einheit in Vielfalt. Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Stuttgart
- Statistisches Bundesamt (2010): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2010. Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2011a): Landwirtschaftliche Bodennutzung. Anbau auf Ackerland. 2011 (Vorbericht). Fachserie 3, Reihe 3.1.2, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2011b): Betriebe mit ökologischem Landbau. Landwirtschaftszählung/Agrarstruktur-erhebung 2010. Fachserie 3, Reihe 2.2.1., Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt (2012): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorbericht 2012. Wiesbaden
- Stodieck, F. (2012): Rückblick 2011: Denn sie tun nicht, was sie wissen ... In: AgrarBündnis (Hg.): Landwirtschaft 2012. Der kritische Agrarbericht. Hamm, S. 7–16
- Stotz, K., Remmele, E. (2005): Daten und Fakten zur dezentralen Ölgewinnung in Deutschland. Berichte aus dem TFZ 3, Technologie und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe, Straubing
- Stülpnagel, R., von Buttlar, C., Heuser, F., Wachendorf, M. (2008): Chancen der Fruchtfolgeerweiterung im Energiepflanzenbau durch das Zweikultur-Nutzungssystem. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 20, S. 174–177
- Szerencsits, M. (2010): Biogas aus Zwischenfrüchten – Lohnt sich das? In: Der fortschrittliche Landwirt 13, S. 34–35

- TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2001): Bioenergieträger und Entwicklungsländer (Autoren: Meyer, R., Börner, J.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 73, Berlin
- TAB (2005): Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren (Autor: Meyer, R.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 103, Berlin
- TAB (2006): Perspektiven eines CO₂- und emissionsarmen Verkehrs – Kraftstoffe und Antriebe im Überblick (Autor: Grünwald, R.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 111, Berlin
- TAB (2007): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen (Autoren: Meyer, R., Grünwald, A., Rösch, C., Sauter, A.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 121, Berlin
- TAB (2010): Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. (Autoren: Meyer, R., Rösch, C., Sauter, A.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 136, Berlin
- TAB (2011): Forschung zur Lösung des Welternährungsproblems – Ansatzpunkte, Strategien, Umsetzung (Autoren: M. Dusseldorp, A. Sauter). TAB-Arbeitsbericht Nr. 142, Berlin
- Theuvsen, L., Plumeyer, C.-H., Emmann, C. (2010): Einfluss der Biogasproduktion auf den Landpachtmarkt in Niedersachsen. Göttingen
- Thiering, J., Bahrs, E. (2011): Biogasproduktion in Deutschland – Sollte die energetische Nutzung von Wirtschaftsdünger explizit gefördert werden? In: *German Journal of Agricultural Economics* 60(4), S. 259–275
- Thornton, P. K. (2010): Livestock production: recent trends, future prospects. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 365, S. 2853–2867
- Thrän, D., Edel, M., Pfeifer, J., Ponitka, J., Rode, M., Knipsel, S. (2011): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung. DBFZ Report 4. Leipzig
- Tiedemann, T., Latacz-Lohmann, U. (2011): Empirische Analyse zur Produktivitätsentwicklung im ökologischen und konventionellen Landbau. In: *GJAE (German Journal of Agricultural Economics)* 60(2), S. 101–118
- Toews, T. (2009): Ökonomie. In: Vetter, A., Heiermann, M., Toews, T. (Hg.): *Anbausysteme für Energiepflanzen*. Frankfurt a.M., S. 227–286
- UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen) (2009): Biokraftstoffsteuer im Wachstumsbeschleunigungsgesetz. www.bv-pflanzenoele.de/pdf/UFOP_Steuerinfo_071109.pdf (26.3.2013)
- UFOP (2010): Biodieselmärkte. www.ufop.de/biodiesel_biodieselmärkte.php
- UFOP (2011): Biodiesel 2010/2011. Sachstandsbericht und Perspektive – Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht. Berlin
- Uhl, A., Haas, R., Remmle, E. (2007) Befragung von Betreibern dezentraler Ölsaatenverarbeitungsanlagen. Berichte aus dem TFZ 15, Technologie und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für nachwachsende Rohstoffe, Straubing
- Unterfrauner, H. (2009): Biogasgülle – Auswirkung auf Bodenparameter. <http://res.dada.at/oecl/gems/3Unterfrauner090513.pdf> (26.3.2013)
- VDB (Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie) (2012): Marktdaten Bioethanol. www.biokraftstoffverband.de/de/bioethanol/marktdatenbe.html (27.2.2012)
- Vetter, A., Bärwolff, M. (2010): Verbundvorhaben AgroförstEnergie – Food und Non-Food-Produktion auf einer Fläche. *Agrarholz* 2010, 18.–19. Mai, Berlin
- vTI (Johann Heinrich von Thünen-Institut) (2009): Biogas-Messprogramm II – 61 Biogasanlagen im Vergleich. Gülzow
- vTI (Johann Heinrich von Thünen-Institut) (2010): Organic Farming Support Payments in the EU (Autoren: Schwarz, G., Nieberg, H., Sanders, J.). *Landbauforschung, Sonderheft 339*, Braunschweig
- vTI (2012): Analyse der wirtschaftlichen Lage ökologisch wirtschaftender Betriebe. www.ti.bund.de/de/startseite/institute/bw/projekte/betriebswirtschaftliche-analysen-oekologischer-landbau/analyse-der-wirtschaftlichen-lage-oekologisch-wirtschaften-der-betriebe.html (26.3.2013)
- Wachendorf, M., Richter, F., Fricke, T., Graß, R., Neff, R. (2009): Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. I. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. In: *Grass and Forage Science* 64(2), S. 132–143
- Wagner, P., Heinrich, J., Kröber, M., Schweinle, J., Große, W. (2009): Ökonomische Bewertung von Kurzumtriebsplantagen und Einordnung der Holzerzeugung in die Anbaustruktur landwirtschaftlicher Unternehmen. In: Reeg, T., Bemmann, A., Konold, W., Murach, D., Spiecker, H. (Hg.): *Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen*. Weinheim, S. 135–146
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderung der Bundesregierung) (2009): *Welt im Wandel. Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*. Berlin
- Willer, H., Kilcher, L. (Hg.) (2010): *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2010*. IFOAM/FiBL, Bonn/Frick
- WB Agrarpolitik (Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2007): *Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung. – Empfehlungen an die Politik*. Berlin
- WB Agrarpolitik (2011): *Förderung der Biogaserzeugung durch das EEG. Stellungnahme zur geplanten Novellierung des Erneuerbare-Energie-Gesetzes*. Berlin

WB Agrarpolitik (2012): Ernährungssicherung und nachhaltige Produktivitätssteigerung. Stellungnahme, Berlin

Woitowitz, A. (2007): Auswirkungen einer Einschränkung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischer Herkunft auf ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren – dargestellt am Beispiel konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise. Dissertation, München

World Bank (2007): World Development Report 2008. Agriculture for Development. Washington, D. C.

Worldwatch Institute (2011): State of the World 2011. Innovations that Nourish the Planet. London

Wuppertal-Institut, UMSICHT, IFEU (Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH) (2008): Optionen einer nachhaltigen Flächennutzung und Ressourcenschutzstrategien unter besonderer Berücksichtigung der nachhaltigen Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen. Wuppertal

Zehlius-Eckert, W. (2010): Agroforstwirtschaft in der europäischen Forschung – mit einem Schwerpunkt auf der ökologischen Nachhaltigkeit. Agrarholz 2010, Berlin

Zeller, H., Utke, N., Häring, A.M. (2009): Langfristig gebunden – Hackschnitzel sind gefragt. Doch wie wirtschaftlich ist der Anbau von Holz im Kurzumtrieb im Vergleich zur konventionellen Fruchtfolge? In: Brandenburger Bauernzeitung 32, S. 55–56

ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft) (1994–2009): Ökomarkt Forum: Marktbericht. Verschiedene Ausgaben, Bonn

Zollitsch, W., Kristensen, T., Krutzinna, C., MacNaeihde, F., Younie, D. (2004): Feeding for health and welfare: the challenge of formulating well-balanced rations in organic livestock production. In: Vaarst, M., Roderick, S., Lund, V., Lockeretz, W. (eds.): Animal health and welfare in organic agriculture. Oxon u. a.O., S. 329–356

VIII. Anhang**1. Tabellenverzeichnis**

	Seite
Tabelle II.1	GAK-Förderung ökologischer Anbauverfahren in Deutschland 18
Tabelle II.2	Struktur der ökologischen Anbauverbände in Deutschland 2011 20
Tabelle II.3	Produktion, Import und Importanteil ökologischer Lebensmittel in Deutschland 2009/2010 21
Tabelle II.4	Ziele im Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 23
Tabelle II.5	Anteile von erneuerbarer Energie und Bioenergie 2009 und Zielwerte für 2020 23
Tabelle II.6	Biokraftstoffquoten in Deutschland 25
Tabelle II.7	Grad der Zielerreichung verschiedener Nachhaltigkeits- ziele in Prozent 30
Tabelle III.1	Einflussfaktoren der Bereitschaft zur Umstellung auf ökologischen Landbau 32
Tabelle IV.1	Durchschnittlicher Substratmix von Bio-Biogasanlagen 45
Tabelle IV.2	Technisches Potenzial der Biogaserzeugung im ökologischen Landbau 2008 und 2020 58
Tabelle IV.3	Technische Potenziale der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas im ökologischen Landbau 2008 und 2020 .. 58
Tabelle V.1	Rentabilität typischer ökologischer Modellbetriebe 63
Tabelle V.2	Rentabilität von Modellbiogasanlagen unterschiedlicher Anlagenleistung 63
Tabelle V.3	Ökologischer Landbau nach Bundesländern 2010 66
Tabelle V.4	Grenzpachtpreise typischer ökologischer Modellbetriebe .. 70
Tabelle V.5	Grenzpachtpreise bei verschiedenen Maiszukaufs- preisen 71
Tabelle V.6	Tatsächliche und empfohlene Proteinzufuhr in Deutschland 80
Tabelle V.7	Flächenbedarf für die Erzeugung tierischer Lebensmittel bei derzeitigem und reduziertem Verbrauch 81
Tabelle V.8	Abschätzungen der Flächennutzung für Bioenergie 2020 (in Mio. ha) 92
Tabelle V.9	Zusätzlicher Flächenbedarf der Szenarien im Jahr 2020 gegenüber 2009 und verfügbares Flächenpotenzial (in ha) 99

2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung II.1	Flächen- und Betriebsentwicklung des ökologischen Landbaus in Deutschland von 1985 bis 2009 19
Abbildung II.2	Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch in Deutschland in Prozent 26
Abbildung II.3	Produktionskapazitäten, Produktion und Absatz von Biodiesel in Deutschland 26
Abbildung II.4	Produktionskapazitäten und Erzeugung von Bioethanol in Deutschland 27

	Seite	
Abbildung II.5	Entwicklung von Bestand und installierter Leistung der Biogasanlagen in Deutschland	28
Abbildung II.6	Durchschnittliche Substratzusammensetzung von Biogasanlagen in Deutschland im Jahr 2009 (in Prozent)	28
Abbildung II.7	Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe in Deutschland 2011	29
Abbildung III.1	Umstellungsbereitschaft und -bedingungen in Deutschland im Dezember 2009	34
Abbildung III.2	Erzeugerpreise für konventionelle und ökologische Milch in Deutschland von 1999 bis 2010	35
Abbildung IV.1	Entwicklung der Zahl und der installierten Leistung von Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland	43
Abbildung IV.2	Regionale Clusterbildung und Verteilung der Biogasanlagen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland	45
Abbildung IV.3	Umwelteffekte ökologischer und konventioneller Pflanzenöle im Vergleich zu Dieselkraftstoff	56
Abbildung V.1	Silomaisanbaufläche in Deutschland von 2000 bis 2010	64
Abbildung V.2	Anbaufläche von Silo- und Körnermais/CCM nach Bundesländern im Jahr 2009 und 2010	65
Abbildung V.3	Anteil des Energiepflanzenanbaus und der ökologisch bewirtschafteten Fläche an der LF gemäß Agrarstrukturenerhebung 2007	67
Abbildung V.4	Anbaufläche Raps und Rübsen in Deutschland (in 1 000 ha)	67
Abbildung V.5	Produktion und Verbrauch von Biodiesel und Pflanzenöl in Deutschland 2007	68
Abbildung V.6	Durchschnittliche Pachtentgelte 2010 in den kreisfreien Städten und Landkreisen	69
Abbildung V.7	Zusammenhang zwischen Pachtpreis und Anteil der Ökofläche an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche	70
Abbildung V.8	Modellergebnisse zur Entwicklung der Flächennutzung durch ökologischen Landbau und Energiepflanzenanbau zwischen 2007/2009 und 2019	72
Abbildung V.9	Regionaler Anteil der Energiemaisfläche 2020 bei unterstelltem Fortbestehen des EEG 2009 in Prozent der LF	73
Abbildung V.10	Erforderliche Ackerfläche für Energiemais in Prozent der regional verfügbaren Ackerfläche bei Vergärung betriebseigenen Wirtschaftsdüngers mit 35 Prozent Masseanteil in Biogasanlagen (mit einer Mindestgröße von 150 kW)	74
Abbildung V.11	Entwicklung des FAO-Preisindex für Nahrungsmittel	84
Abbildung V.12	Energieproduktivität pro Fläche von Energiepflanzen	86

	Seite
Abbildung V.13 Anteil der Biokraftstoffproduktion an der Ackerfläche in Abhängigkeit vom Kraftstoffverbrauch	87
Abbildung V.14 Entwicklung der Flächen für ökologischen Landbau und Bioenergie im Szenario 1 „Vorrang des Nachhaltigkeitsziels ‚Erneuerbare Energien‘“	93
Abbildung V.15 Entwicklung der Flächen für ökologischen Landbau und Bioenergie im Szenario 2 „Vorrang des Nachhaltigkeitsziels ‚Ökologischer Landbau‘“	96
Abbildung V.16 Entwicklung der Flächen für ökologischen Landbau und Bioenergie im Szenario 3 „Gleichgewichtige Verfolgung beider Nachhaltigkeitsziele“	98