

Positionspapier „Nachhaltige Bioenergieentwicklung“

Interdisziplinäres Zentrum für Nachhaltige Entwicklung (IZNE), Universität Göttingen

Im gesamten Mix der Erneuerbaren Energien spielt die Bioenergie eine wichtige Rolle, da sie für unterschiedlichste Energieformen wie Strom, Wärme, Kälte und Kraftstoffe genutzt werden kann und die Bioenergie eines der wenigen speicherfähigen Medien unter den regenerativen Energien ist. Zusätzlich zu diesen eher technischen Vorteilen kommt die Tatsache hinzu, dass mit der dezentralen Bioenergie der ländliche Raum gefördert und neue Einkommensmöglichkeiten in der Landwirtschaft geschaffen werden können. Weiterhin bieten sich mit dem Energiepflanzenanbau Chancen, Belange von Natur- und Landschaftsschutz in Form von alternativen Fruchtfolgen, einer Diversifizierung des Kulturartenspektrums, Blühstreifen etc. stärker als bisher zu fördern.

Mit der Bioenergieproduktion und -nutzung können somit mehrere Ziele erreicht werden wie z.B.

- a) Absenkung des CO₂-Ausstoßes bei der Produktion von Strom, Wärme/Kälte und Kraftstoff,
- b) Bereitstellung einer Stromgrundlast durch Biogasanlagen,
- c) Bereitstellung von Regelenergie durch bedarfsorientierte Verstromung von Biogas
- d) Stärkung des ländlichen Raumes durch dezentrale landwirtschaftliche Energieerzeugung.

„Mit fast 70 Prozent leistet Biomasse den größten Beitrag zur Endenergie aus regenerativen Quellen. Vor allem zum Heizen wird sie genutzt. Über 90 Prozent der regenerativen Wärme kommt aus Biomasse, vor allem Holz.“ (FNR, 2012a). Kurz- bis mittelfristig sind die Biokraftstoffe, inklusive Biogas, die einzige Alternative zu fossilen Kraftstoffen. 2011 deckte die Bioenergie 8,4% des gesamten Endenergieverbrauchs der Bundesrepublik ab (BMU, 2012). Mit 65 Mio t CO₂-Äquivalenten trug die Bioenergie zu ca. 50% der gesamten Treibhausgaseinsparungen der Erneuerbaren Energien bei (FNR, 2012b). Die energetische Nutzung von Biomasse hat in den letzten Jahren kontinuierlich zugenommen: In Deutschland waren 2011 bereits rund 7.200 Biogasanlagen mit etwa 2.900 MW installiert (FNR 2012c).

Aus Gründen des Klima- und des Umweltschutzes sollte aber die weitere Nutzung der Bioenergie nachhaltiger als bisher gestalten werden. Dabei muss die gesamte Produktions- und Nutzungskette berücksichtigt werden, z.B. bei der Biogasgewinnung angefangen vom Pflanzenbau über die Gasproduktion bis hin zur Verbringung der Gärrückstände auf die Felder.

Das Interdisziplinäre Zentrum für Nachhaltige Entwicklung (IZNE) an der Universität Göttingen möchte mit diesem Positionspapier zur Diskussion beitragen, wie eine nachhaltige Produktion und energetische Nutzung von Biomasse erfolgen kann. Viele der im Folgenden genannten Aspekte sind nicht auf die Biogaslinie begrenzt, sondern betreffen z. B. auch die Festbrennstoffe und Biokraftstoffe sowie die gesamte landwirtschaftliche Betriebsweise.

Vordringlich ist es notwendig, spezifische, räumlich angepasste Bioenergiekonzepte zu erarbeiten, bei denen die regionalen Besonderheiten, die land- und forstwirtschaftlichen Potenziale und der bisherige Ausbaugrad der Bioenergie mit einfließen, damit Fehlentwicklungen abgestellt und zukünftig vermieden werden.

Diese Konzepte basieren auf der bisherigen Struktur der Landwirtschaft mit ihren Anteilen an Acker- und Viehhaltungsbetrieben und den natürlichen Standortbedingungen (Bodengüte, Wasserverfügbarkeit, lokales Klima). Wegen der unterschiedlichen räumlichen aber auch finanziellen Ausgangssituationen an den jeweiligen Standorten wird ein nachhaltiges Konzept für einen möglichen Energiepflanzenausbau in den Regionen und Landkreisen immer unterschiedlich ausfallen.

Die Umsetzung von Bioenergiekonzepten bedarf zusätzlich der Integration der Bevölkerung und der Beteiligung der relevanten Akteure aus Politik, Verwaltung, Landwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft usw. Erst mit diesem **ganzheitlichen Ansatz unter Beachtung des Wechselspiels der naturräumlichen, ökonomischen und gesellschaftlichen Voraussetzungen** ist eine einvernehmliche nachhaltige Realisierung von Bioenergieprojekten vor Ort möglich. Bioenergiekonzepte sollten immer in den Kontext der anderen vor Ort und regional verfügbaren erneuerbaren Energieformen (Windkraft, Wasser, Solar etc.) eingebettet sein. Die Konzepte sollten dabei von **sechs Nachhaltigkeitsprinzipien** getragen werden.

- a. Achtungsprinzip
- b. Vorsichtsprinzip
- c. Effizienzprinzip
- d. Konsistenzprinzip
- e. Gerechtigkeits- und Suffizienzprinzip
- f. Partizipationsprinzip

Dabei haben das Achtungs- und Vorsichtsprinzip eine übergeordnete Funktion, da sie auf die anderen Prinzipien einwirken bzw. dort konkretisiert werden (s. Abb. 1).

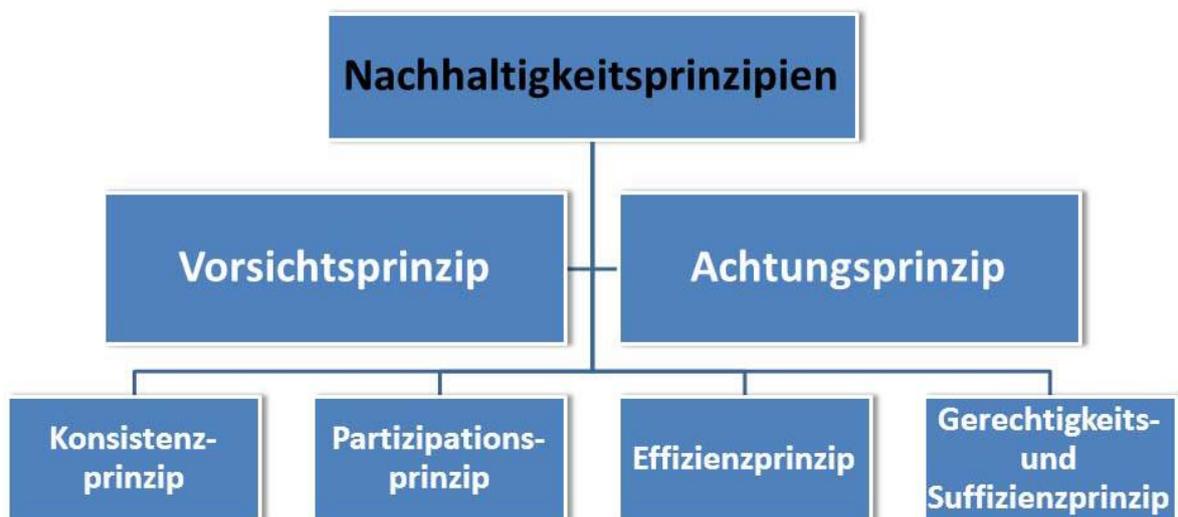


Abbildung 1: Die sechs Nachhaltigkeitsprinzipien

Generell sollten nicht nur für die energetische Nutzung der Biomasse Nachhaltigkeitskriterien erarbeitet werden, sondern für alle land- und forstwirtschaftlichen Produktionszweige. Das erfordert einen intensiven **gesellschaftlichen Dialog über Wertvorstellungen**, wie unsere Kulturlandschaft zukünftig genutzt werden soll. Die globalen Verflechtungen und Handelsströme müssen dabei integriert werden. Ziel dieses Dialoges muss es sein, die vielen Ansprüche an die Landnutzung miteinander zu verbinden. Die Nutzung der land- und forstwirtschaftlichen

schaftlichen Flächen sollte dabei mit dem Schutz der Ökosysteme kombiniert und mit den gesellschaftlichen Bedürfnissen und Wertvorstellungen in Einklang gebracht werden. Fragen des Klima- und Naturschutzes gehören genauso in diesen Diskurs wie Fragen der Ethik und des Lebenskulturwandels.

Im Zuge der Transformation des Energiesystems muss auch eine gesellschaftliche Transformation hin zu einer nachhaltigeren Lebenskultur erfolgen (siehe WBGU 2011). Eine reale Neuausrichtung der individuellen Lebensverhältnisse auf einen verminderten persönlichen Energieverbrauch ist nötig, damit die eingesparte Energie nicht durch gesteigerte Nutzung und vermehrten Konsum überkompensiert wird und dementsprechend wieder mehr Energie verbraucht wird. Die Energiewende mit ihren dezentralen erneuerbaren Energiesystemen kann der Motor dieser gesellschaftlichen Veränderung werden, wobei die sechs unten erläuterten Nachhaltigkeitsprinzipien eine wichtige Orientierung bieten.

Partizipation und Akzeptanz spielen für das Gelingen der Energiewende eine entscheidende Rolle. Somit wird die Energieproduktion und Versorgungssicherheit wieder in die Gesellschaft getragen und eine Bürgerbeteiligung an der Energiewende gesichert. Der Umbau des Energiesystems im Verbund mit einer gesellschaftlichen Umgestaltung ist eine Basis für eine klimaverträgliche Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft.

Die sechs Nachhaltigkeitsprinzipien werden im Folgenden mit konkreten Positionen aus dem bioenergetischen Bereich verbunden.

Achtungsprinzip

Das Achtungsprinzip beinhaltet die Achtung der Würde des Lebens und Bewahrung der Integrität aller Lebewesen und Erhaltung der Erde in ihrer Vielfalt. Alles, was existiert, ist voneinander abhängig; alles, was lebt, hat einen Wert in sich, unabhängig von seinem Nutzwert für die Menschen (nach Artikel 1 der Erd-Charta-Bewegung; Erd-Charta Koordination, 2012).

Die Produktion von Energiepflanzen (wie auch die sonstige landwirtschaftliche Produktion) sollte im Einklang mit dem **Schutz der Natur** (Erhalt der floristischen und faunistischen Diversität und der Qualität von Boden, Wasser, Luft) geschehen, **damit das zukünftige Leben in seiner Vielfalt erhalten und die Lebensgrundlagen jetziger und zukünftiger Generationen gesichert bleiben**. Tierhaltung und Pflanzenanbau sollte nach Kriterien einer naturverträglichen Landwirtschaft erfolgen (siehe Konsistenz- und Gerechtigkeits-/Suffizienzprinzip). Die landwirtschaftliche Tierhaltung muss daher angepasst an die artspezifischen und natürlichen (angeborenen) Bedürfnisse und Verhaltensweisen der Tiere erfolgen (z.B. Akademie für Tierschutz, 2012). **Industriell betriebene Intensivtierhaltung ist demzufolge abzulehnen**. Pflanzenneuzüchtungen sollten nicht zum Verschwinden alter Kulturpflanzensorten führen und die pflanzliche Diversität in der Landschaft nicht einschränken. Der **Schutz von Boden, Luft und Wasser vor lebensschädigenden Einflüssen** hat oberste Priorität.

Vorsichtsprinzip

Nach dem Vorsichtsprinzip sollten nach heutigem Wissen irreversible Eingriffe in die Ökosphäre unterlassen werden, um auch für die Zukunft alle Nutzungsoptionen offen zu halten. Bestehen wissenschaftliche und gesellschaftliche Bedenken oder Unsicherheiten hinsichtlich der Folgen, sollten diese Eingriffe unterbunden werden.

Nach diesem Prinzip sollte etwa **vor Einführung nicht heimischer Arten** (Chinaschilf oder Durchwachsene Silphie in Mitteleuropa) **als potenzielle Energiepflanzen deren Invasivität bzw. Verdrängungseffekt auf einheimische Pflanzenarten überprüft werden**. Vor dem Anbau von Energiepflanzen auf kontaminierten Böden ist sicherzustellen, dass keine kontaminierten Gärreste auf unbelastete Böden gelangen. **Gentechnisch veränderte Pflanzen sind** nach diesem Prinzip **abzulehnen**, da die Langzeitfolgen des Anbaus und der Nutzung von Genpflanzen nicht prognostiziert werden können (z.B. Müller et al. 2002, S. 9). Daher sollten solche Pflanzen auch nicht für Bioenergie angebaut werden. Auch Kreisläufe, in die gentechnisch veränderte Pflanzen eingehen (Gensoja-Rind-Gülle-Biogas), sind abzulehnen.

Neuzüchtungen von Kulturarten sollten vor ihrer Einführung auf ihre Auswirkungen auf die Biodiversität überprüft werden. Der **Erhalt alter Sorten** ist sicherzustellen.

Effizienzprinzip

Der Begriff Effizienz wird unterschiedlich definiert und verwendet. So wird unterschieden z.B. zwischen einer technischen Effizienz, die in Einheiten wie „Einsatz von kWh Primärenergie pro kWh Nutzenergie“ beschrieben wird, und der ökonomischen Effizienz mit Einheiten wie „Euro pro kWh Strom“. Auch in anderen Bereichen wird der Begriff Effizienz verwendet – so z. B. „ökologische Effizienz“ oder „soziale Effizienz“. Die Idee der Effizienz besteht in der Vermeidung von Ressourcenverschwendung. Diesem Papier liegt der Begriff der Energieeffizienz zu Grunde. Das Wuppertal Institut beschreibt Energieeffizienz als das Verhältnis von erzieltm Nutzen und eingesetzter Energie (Irrek 2008). Dabei ist die Energieeffizienz, neben der Suffizienz (siehe weiter unten), ein Teilbereich, um Energie (z. B. in Form von elektrischer, thermischer oder mechanischer Energie) einzusparen.

Der Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung von der Pflanze hin zu elektrischer und/oder thermischer Energie sollte möglichst hoch sein, damit der Verbrauch von Ressourcen minimiert werden kann. Eine Möglichkeit der effizienten Energiebereitstellung ist die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), bei der elektrische und thermische Energie erzeugt werden. Der hohe Wirkungsgrad von 80-90% schließt aber eine sinnvolle Wärmenutzung z. B. in Nahwärmenetzen mit ein. Um die entstandene Wärme zu nutzen, sind neue Wärmekonzepte z. B. in Verbindung mit Satelliten-Blockheizkraftwerken denkbar. Der Ort der Energieerzeugung sollte sich dabei stärker an dem Ort der Wärmenutzung orientieren.

Regelenergie

Im Zusammenspiel mit den anderen fluktuierenden Erneuerbaren Energien (EE) kann die **Bioenergie sehr gut als Regelenergie auf dem Stromsektor fungieren**: Da die Bioenergie die einzige speicherfähige Energiequelle im Bereich der EE ist, können damit die Schwankungen anderer Energiequellen durch eine bedarfsorientierte Einspeisung ins Stromnetz

ausgeglichen werden. Bei starkem Wind, viel Sonne und geringem Verbrauch ließe sich das überschüssige Biogas lokal speichern. Im Fall einer erhöhten Nachfrage kann es dann bedarfsgerecht verstromt werden. Mit Hilfe der Regelenergie wäre es dann nicht mehr nötig, Windkraft- und Solaranlagen temporär vom Netz zu nehmen. Die Energieeffizienz der Gesamtstromproduktion würde damit entscheidend erhöht.

Biomethan

Das nationale Gasnetz sollte ebenfalls als Speichermedium für hochgereinigtes Biogas (Biomethan) stärker genutzt werden. Das eingespeiste Biomethan kann ebenfalls bedarfsgerecht verstromt werden. Es wird zwar bei der Herstellung von Biomethan Energie verbraucht (Effizienzabnahme), separate Speichermedien sind jedoch nicht mehr nötig, um das Biomethan bedarfsgerecht an einem beliebigen Ort des Erdgasnetzes zu nutzen. Zusätzlich kann das ins Erdgasnetz eingespeiste Biomethan an allen Erdgastankstellen als Kraftstoff genutzt werden. **Biomethan hat als Kraftstoff eine wesentlich bessere Energieausbeute als jeglicher regenerativer flüssiger Kraftstoff wie Biodiesel oder Bioethanol** (AEE, 2012). Es sollte sich dementsprechend eine Fokussierung hin zu der Energienutzungsform ergeben, die den höchsten Energieoutput hat und mit der eine höchstmögliche Regelbarkeit zu erzielen ist. Nach heutigem Wissensstand erfüllt der Biogaspfad beide Kriterien und sollte demzufolge auch stärker gefördert werden, während beispielsweise die heutige Raps- oder Getreidenutzung für Kraftstoff zurückgefahren werden sollte. Biogas kann dabei als Brückentechnologie im Mobilitätsbereich genutzt werden bis innovative Technologien, wie z.B. E-Mobilität oder Brennstoffzellen marktfähig sind. Mit der verstärkten Biomethaneinspeisung ins Erdgasnetz können somit die verschiedenen Bioenergiepfade effizient bedient werden.

Die anderen Nachhaltigkeitsprinzipien (z. B. Konsistenz-, Achtungs- und Vorsichtsprinzip) dürfen bei der Suche nach Effizienzverbesserungen nicht missachtet werden. So ist z. B. der monokulturelle Anbau (fehlende Fruchtfolgen) von Mais trotz der hohen Energieausbeute nicht generell zu fördern, da negative ökologische Auswirkungen auf Boden, Grundwasser und Landschaftsbild festzustellen sind.

Konsistenzprinzip

Unter dem Konsistenzprinzip versteht man, dass durch die Sicherung der menschlichen Versorgung mit Energie, Rohstoffen, Wasser und Nahrungsmitteln der **Zustand der Kultur- und Naturlandschaft sich nicht verschlechtern darf, sondern im Gegenteil im Hinblick auf die Chancen zukünftiger Generationen auf eine Verbesserung hingewirkt werden sollte.** Dabei sollten die Stoffflüsse ausgeglichen sein, zusätzliche Schad- und Nährstoffeinträge in Umwelt und Ökosysteme weitgehend vermieden sowie Klima und Arten nicht negativ beeinflusst werden. Das Konsistenzprinzip wirkt damit vor allem auf die Bereiche Klima, Bodenfruchtbarkeit, Wasser und Biodiversität.

Klima

Um die Treibhausgasbilanzen in der Landwirtschaft und speziell beim Anbau von Energiepflanzen zu verbessern, muss der weitere Umbruch von Grünland generell, insbesondere

aber auf organischen und hydromorphen Böden, verboten werden. Ein Umbruch dieser Standorte zugunsten von Nahrungs- oder Energiepflanzen führt zu einer massiven Verschlechterung der Klimabilanz und einen Anbau von Energiepflanzen auf diesen Standorten bezüglich des Klimaschutzes ad absurdum. Der Umbruch des Grünlandes sollte mit einem Ausfall der Subventionszahlungen geahndet werden. Wegen hoher Treibhausfreisetzungen aus Vegetation und Böden gilt dies auch für die Abholzung von Wäldern.

Lange Energiepflanzen-, Gülle- und Gärresttransporte über Regions- oder Ländergrenzen (z.B. Gülle- und Gärrestimporte aus den Niederlanden und aus den sog. Veredelungsregionen) hinweg **sollten aus Klimaschutzgründen ebenfalls vermieden werden**. Folgerichtig ist eine Extensivierung der Tierhaltung anzustreben, bei der lokal bis regional ausgeglichene Nährelementströme ohne Überschüsse gewährleistet sind. Dies erspart Transportwege, vermindert die Emissionen von Klimagasen und verbessert die Oberflächen- und Grundwasserqualität durch Minimierung von Nährstoffeinträgen (s. Wasser).

Gülle aus der Viehhaltung **sollte** als landwirtschaftlicher Reststoff möglichst **vollständig in Biogasanlagen vergoren werden**, um die Energieinhalte auszunutzen und Treibhausgasemissionen durch Methan zu minimieren. Dies trifft auch für die Vergärung von Energiepflanzen zu: Nur eine ausreichende Verweilzeit in den Fermentern sorgt für einen hohen Abbaugrad der Biomasse und nur noch marginalen Anteilen von leicht vergärbarem Kohlenstoff im Gärrestlager, so dass die Methanemissionen weitgehend vermieden werden. Die homogenisierten und leicht in den Boden eindringenden **Gärreste** (aus Gülle und pflanzlichen Materialien) **sollten bedarfsgerecht mit Schleppschläuchen auf die Äcker aufgebracht werden**. Hierdurch können Ammoniak- und Lachgasemissionen minimiert werden.

Biogasanlagen sollten bestmöglich gegen Methanverluste (durch luftdichte Überdachung der Gärrestlager, Verminderung von Methanschlupf) **geschützt werden**.

Palm- oder Jatrophaölanbau darf nicht auf gerodeten Waldflächen und auch nicht auf den bisherigen für Nahrungsmittelgewinnung genutzten Flächen **erfolgen. Es darf nicht zu einem indirekten Landnutzungswandel kommen**, indem Energiepflanzen Nahrungsmittel auf den bereits genutzten Flächen verdrängen und für Nahrungsmittel neue Waldflächen abgeholzt werden. In beiden Fällen ist die Klimabilanz negativ.

Wasser

Die Gefahr des Nitrat-Eintrages ins Grundwasser besteht bei der Gärrest- wie auch bei der Gülleausbringung und sollte durch eine **Extensivierung der Tierhaltung** und einen bedarfsgerechten Einsatz der Gärreste als Dünger minimiert werden. Hierzu gehört unter anderem eine **Nährstoffbilanzierung**.

Eine Nährstoffbilanzierung sollte generell über die Fruchtfolge erfolgen und die Düngung sich an den Nährstoffentzügen der Pflanzenarten orientieren. Die Ermittlung der N_{\min} -Gehalte (mineralische Stickstoffgehalte) im Frühjahr vor der Düngung ist obligatorisch für eine bedarfsgerechte Stickstoffdüngung. Regelmäßige Untersuchungen der Gärreste auf Nährstoffgehalte sind daher notwendig, um die Düngung in Menge und Zeit dem Wachstum der Pflanzen anzupassen. Hierauf ausgerichtete, gezielte Düngungsmaßnahmen verlangen eine ausreichende Lagerkapazität für die Gärreste. **Die vorzuhaltende Lagerkapazität sollte an das Anbaukonzept der Biogasbetriebe angepasst werden**. Je vielfältiger das Anbaukon-

zept mit winter- und sommerannuellen Hauptkulturen, Zwischenfrüchten sowie Erst- und Zweitkulturen angelegt ist, desto länger erstreckt sich der Zeitraum, in dem der Gärrest zum optimalen Zeitpunkt ausgebracht werden kann, und desto geringere Lagerraumkapazitäten müssen vorgehalten werden. Daraus ergeben sich je nach Vielfalt der angebauten Kulturarten Lagerraumkapazitäten für Gärreste von 7 bis 10 Monaten.

Mit den Gärresten werden alle von den Pflanzen dem Boden entzogenen Elemente wieder auf die Felder zurückgegeben, womit die **Nährstoffkreisläufe nahezu geschlossen werden**. Die Rückführung schont die Umwelt, spart Kosten ein und trägt zur Humusreproduktion bei. Die Phosphatrückführung ist von besonderer Relevanz, da die Phosphatreserven in den weltweiten Lagerstätten in wenigen Jahrzehnten erschöpft sein werden (Cordell 2010) und die Gewässereutrophierung gemindert wird.

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und damit der Eintrag von PSM in das Grundwasser sollte minimiert werden (vgl. Biodiversität).

Boden

Zur Erhaltung der Bodenstrukturen und zur Verringerung von Wind- und Wassererosion sowie der Eutrophierung der Gewässer durch Nährstoffeinträge ist es notwendig, eine **ganzjährige Bodenbedeckung** einzuhalten.

Mehrgliedrige Fruchtfolgen, die zu einer ausgeglichenen Humusbilanz führen (Abstimmung von humusmehrenden und humuszehrenden Kulturen), fördern einen ausgeglichenen Humushaushalt des Bodens für optimale Produktionsbedingungen.

Auf mit Schadelementen kontaminierte Standorten sollten keine Nahrungs- und Futtermittelpflanzen, sondern Energiepflanzen angebaut werden.

Biodiversität

Bei der Energiepflanzengewinnung für Biogas sollte weitgehend auf PSM verzichtet werden. Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes (z. B. Vorrang biologischer und mechanischer Maßnahmen, resistente Sorten, Energiepflanzen-Mix) sollten konsequent angewendet werden. Ein geringerer Einsatz von Herbiziden führt zur Erhöhung der Artenvielfalt von Wildgräsern und -kräutern, was sich positiv auf die Biodiversität der Fauna der Äcker auswirkt. Mehrjährige Kulturen (durchwachsene Silphie, Dauergräser, Wildpflanzenmischungen für Biogas) können die Gefahr einer Verunkrautung verringern und somit die Anwendung mit PSM ebenfalls erheblich reduzieren.

Biodiversität sollte auf Ackerland generell gefördert werden. **Großflächige Monokulturen, ob Mais oder andere Kulturen, sind zu vermeiden**. Mehrgliedrige Fruchtfolgen mit einer räumlich heterogenen Verteilung unterschiedlicher Kulturen bieten eine deutlich höhere räumliche und zeitliche Variabilität an Lebensräumen, die mit einer insgesamt höheren Biodiversität der Agrarlandschaft einhergeht. Alternative Energiepflanzen mit hohem Energieertrag (durchwachsene Silphie, Triticale, Sonnenblumen u.a.) können dazu beitragen, dass die Kulturartenvielfalt auf den Äckern wieder hergestellt wird. Mischkulturen, wie z. B. Wintertriticale plus Winterwicke der Getreidegemenge aus verschiedenen Getreidearten, tragen ebenfalls zur Kulturartenvielfalt und Ertragsstabilisierung bei. Wildkräuter zur Biogasnutzung, Untersaaten und Zweikultur-Anbau können das gesamte Spektrum abrunden.

Ein weiteres schon viel angewendetes Beispiel zur Erhöhung der Biodiversität ist die Anlage von **Blühstreifen am Rande von Feldern**. Dabei sollten keine potenziell florenverfälschenden Arten und Sorten verwendet und auf Düngung und Pflanzenschutzmittel konsequent verzichtet werden. Die Artenzusammensetzung und Struktur der Blühstreifen sollte neben dem Bodenschutz auf die Verbesserung des Lebensraumangebotes für Arten der Agrarlandschaft ausgerichtet sein. Hierzu sollten die Streifen eine Breite von mindestens 3 m (besser 6 m) aufweisen und mindestens zwei Jahre nicht gemäht oder umgebrochen werden.

Auch **schnellwachsende Baumarten** können die Landschaft vielfältiger machen, indem sie der Landschaft Struktur verleihen und neue Lebensräume bieten. Ökologische Ausgleichsflächen, sinnvoll vernetzt mit z. B. Saumstrukturen, Blühstreifen, Feldgehölzen oder Extensivgrünland, tragen ebenfalls erheblich zur Erhöhung der Biodiversität bei. Sie sollten daher in ihrem Bestand geschützt und insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften und bei großen Schlägen neu angelegt und entwickelt werden.

Die Erntezeitpunkte von Energiepflanzen sollten Artenschutzziele berücksichtigen; insbesondere auf den **Schutz von Bodenbrütern und Niederwild** sollte geachtet werden.

Gerechtigkeits- und Suffizienzprinzip

In diesen Prinzipien sind die gerechte Verteilung von Gütern, Ressourcen und Rohstoffen und deren Wertschöpfung enthalten. Verbunden damit ist die Bemühung um eine Produktionsweise und einen Lebensstil mit möglichst sich erneuernden Rohstoff- und Energieformen bei einem maßvollen Verbrauch.

Beispielsweise bewirkt der bisherige hohe Fleischkonsum in Deutschland nicht nur hohe Emissionen von Ammoniak und der Treibhausgase Methan, Kohlendioxid und Lachgas, sondern bindet den Großteil der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland. Außerdem bewirken Sojaimporte insbesondere aus Südamerika eine erhebliche Abnahme der dortigen Wälder und Savannen. Insbesondere in den sog. Veredlungsregionen kommt es zusätzlich zur Belastung des Wassers durch Nährstoffüberschüsse, Biozide, Tierpharmaka etc.

Dezentrale Energieversorgung

Mit **dezentralen Energiekonzepten** wie Bioenergiedörfern zielt man darauf ab, die **Wertschöpfung in der Region zu halten** und die Bevölkerung hieran zu beteiligen. Die Bioenergieerzeugung sollte weiterhin in der Hand der landwirtschaftlichen Betriebe oder innerhalb der Kommunen verbleiben und damit der lokalen Landwirtschaft ein weiteres Standbein geben. Dementsprechend sollten die Förderinstrumente, besonders das EEG, eher die kleineren bis mittleren Anlagen bis 1 MW fördern. Damit bleiben **Arbeitsplätze im ländlichen Raum erhalten** und dem allgemeinen Abwanderungstrend entgegengewirkt. Kleine bis mittlere dezentrale Anlagen sollten das Herzstück der Energiewende sein.

Die Landwirtschaft sollte dabei aber nicht nur Lieferant von Substraten sein, sondern möglichst an der gesamten Wertschöpfungskette teilnehmen. Partnerschaften mit den Kommunen oder regionalen Energieversorgungsunternehmen sind auszuloten. Vorteile insgesamt sind konsensfähige, lokal optimierte Konzepte mit hoher Akzeptanz, Arbeitsplatzstabilisierung in der Region, lokale Gewerbesteuererhöhungen etc.

In einigen Regionen Niedersachsens ist es zu einer Doppelkonzentration von Bioenergiegewinnung und Viehhaltung gekommen. Diese Veredlungsregionen zeichnen sich durch kleine Betriebe mit geringer landwirtschaftlicher Nutzfläche (45 ha), hohem Viehbestand (2,3 GVE/ha LF) und hohem Maisanteil auf der Ackerfläche (50% für Futter- und Energiemais) aus. Obwohl ein Bioenergieausbau auf solche industriellen landwirtschaftlichen Prozesse nur geringen Einfluss hat, sollten die Förderinstrumente so entwickelt werden, dass eine **Vergütung nur für Wirtschaftsdünger erhalten werden kann, bei dem Tierschutz- und Hygieneaspekte (z. B. entsprechend eines „Tierwohllabels“; Deimel et al. 2010) beachtet wurden**. Die unter diesen Bedingungen finanziell förderbare Gülleverstromung kann damit ein Antriebsmotor für eine nachhaltig orientierte Landwirtschaft werden.

Konkurrenz Nahrungs-/Futtermittelproduktion versus Energieproduktion (Teller-Tank-Diskussion)

Derzeit werden in Deutschland 2,1 Mio. ha (ca. 12,6 % der landwirtschaftlichen Produktionsfläche von 16,9 Mill. ha), für den Anbau von Energiepflanzen genutzt (FNR, 2012c). Es muss langfristig bei einem Anstieg der Energiepreise damit gerechnet werden, dass vermehrt Energiepflanzen angebaut werden. Dadurch werden allmählich für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion weniger Flächen zur Verfügung stehen. In Deutschland werden auf 10,4 Mio. ha, also auf 62 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche, Futtermittel für die Tierproduktion erzeugt (Deutscher Bundestag 2007); in der EU machte 2010 Tierfutter 62 % der europäischen Getreideernte aus (FNR, 2011). Da die Veredlungswirtschaft die meiste landwirtschaftliche Fläche beansprucht, sollte hier eingespart werden. Eine **Reduktion des Fleischkonsums würde zu einer deutlichen Entspannung der Flächenknappheit beitragen**, so dass wiederum mehr Flächen für den Energiepflanzen Sektor verfügbar würden. Die Reduktion der Tierproduktion (Fleisch und Milch) um nur 25 % würde in Deutschland bereits eine Fläche von 2,6 Millionen ha freimachen, die für Anbau von Energiepflanzen, Ökolandbau etc. genutzt werden können. Eine **Reduktion der Wegwerfverluste** von Lebensmitteln von 30 % auf die Hälfte würde zusätzlich 1,7 Mio. ha freisetzen (Wehde, 2011).

Diese absehbare **Verknappung landwirtschaftlich genutzter Flächen in Deutschland sollte keinesfalls über Importe landwirtschaftlicher Produkte aus Entwicklungsländern mit Nahrungsmittelproblemen kompensiert werden** oder durch eine Ausweitung der Ackerflächen durch klimaschädliche Maßnahmen wie der Abholzung von Wäldern oder der Umwandlung von Feuchtgebieten und Graslandschaften geschehen. Mit der Veredlungswirtschaft ist ein Import von Futtermitteln aus anderen Erdteilen verknüpft. Insbesondere sind in diesem Zusammenhang meist genetisch veränderte eiweißreiche Sojaprodukte aus Argentinien und Brasilien zu nennen. Nur noch ein Fünftel des Eiweißfutters für die Tierproduktion in der EU stammt aus der Eigenproduktion der EU (LMC International, 2009). Über diese Kette fördert ein Bioenergieausbau mit vermehrtem Gülleeinsatz indirekt nicht nur einen unakzeptablen Landnutzungswandel in Schwellen- und Entwicklungsländern, sondern trägt auch in unseren Veredlungsregionen zu einer Verkoppelung von Bioenergienutzung und Massentierhaltung bei. Eventuelle Treibhausgaseinsparungen durch die Bioenergienutzung können so durch die Produktionsweise und die Produktionskette des in Massentierhaltung erzeugten Wirtschaftsdüngers wieder zunichte gemacht werden.

Bioenergie als Chance für die landwirtschaftliche Entwicklung in sich entwickelnden Ländern: In weniger entwickelten Ländern kann entgegengesetzt zur Diskussion Teller-Tank

der Anbau von Energiepflanzen eventuell zu neuen lokalen Einkommensperspektiven führen, da Bioenergie eine kostengünstige dezentrale Versorgung mit Strom und Wärme/Kühlung sicherstellen kann, welche für viele lokale gesellschaftliche und ökonomische Aktivitäten Antrieb sein kann. Auch hier sollte die Nahrungsmittelproduktion immer Vorrang haben. Durch Aussicht auf lokale Einkommen kann eventuell der Exodus aus den ländlichen Arealen in die Städte gestoppt oder sogar eine Rückkehr aufs Land gefördert werden. Diese Aspekte sind länderspezifisch und damit jeweils lokal zu beurteilen. Für die Bekämpfung der Armut ist es generell wichtiger, a) die lokalen Märkte in den Armut-geprägten Ländern nicht mit billigen, häufig subventionierten Exporten landwirtschaftlicher Produkte aus den wohlhabenden Staaten zu schädigen; b) für importierte landwirtschaftliche Produkte aus den ärmeren Ländern faire Preise zu bezahlen; c) die landwirtschaftliche Produktivität in den betroffenen Ländern zu erhöhen (s. auch WBGU, 2011). Die lokale kleinbäuerliche Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln in den Entwicklungs- und Schwellenländern darf nicht durch den großflächigen Ankauf von Ackerland durch Investoren (land grabbing) - z.B. für den Anbau von Energiepflanzen - eingeschränkt werden.

Veränderung des Konsumverhaltens

Um den Bedarf an Energie zu senken, bedarf es aber auch einiger Veränderungen des persönlichen Lebensstiles bezüglich des eigenen Energieverbrauches. Gemeint ist damit nicht nur die Anschaffung technisch effizienterer Geräte und Anlagen, sondern vielmehr eine **Neuausrichtung u.a. des individuellen Konsumverhaltens (z. B. Fleischverbrauch, Langlebigkeit von Verbrauchsgütern), der Mobilität (gefährte Kilometer mit dem PKW und ÖPNV) und der Wohnverhältnisse (Wohnungsgröße, Trennung Wohn- und Arbeitsort, Wärmeisolierung).**

Mit dieser Verbindung kann der Energiebedarf langfristig gesenkt, der Bedarf an Anbaufläche für Energiepflanzen reduziert und der Nutzungskonflikt Nahrungs- und Futtermittel versus Energiepflanzen entschärft werden. Findet diese Kopplung zwischen persönlichem Lebensstil und Energieverbrauch nicht statt, werden die Energieeinsparungen durch vermehrten Konsum von Energie eventuell aufgezehrt (Rebound-Effekt).

Partizipationsprinzip

Das Partizipationsprinzip beinhaltet die Teilhabe von allen Interessensgruppen (Landwirte, Techniker, Politiker, Naturschützer, Bevölkerung etc.) an Entscheidungen zur Lösung der anstehenden Fragen unserer zukünftigen Energieversorgung. Auch „nicht genehme“ Gruppen mit kritischen Meinungen sollten einbezogen werden, da hierdurch unterschiedliche Blickwinkel sichtbar werden. Dabei werden Interessenskonflikte durch partnerschaftliche Lösungen reflektiert und geklärt. Ausgereifere, breiter akzeptierte Lösungen entstehen. Der Einfluss aller Beteiligten an den Entscheidungsprozessen soll damit gesichert werden und ein Gegeneinander von einem Miteinander abgelöst werden. **Ein Recht auf Partizipation beinhaltet eine offene Kommunikation über Konflikte und Probleme, eine transparente Informationspolitik und eine möglichst gleichberechtigte Entscheidungsgewalt bei allen Beteiligten.** Damit verbunden ist die Verantwortung, sich an den Entscheidungsprozessen zu beteiligen und einen aktiven Beitrag an einer konsensorientierten Entscheidungsfindung zu leisten.

Bei Energieprojekten, insbesondere Bioenergieprojekten, sollten durch die Vielzahl möglicher Interessenskonflikten von Anfang an die Beteiligung unterschiedlicher Interessensgruppen gesucht werden. Es hat sich gezeigt, dass hierdurch die Akzeptanz von Energieprojekten gesteigert und langfristig gesichert werden kann. Gemeinschaftlich organisierte Bioenergieprojekte wie Bioenergiedörfer erhöhen nicht nur die lokale und regionale Akzeptanz beim Umbau des Energiesystems, sondern bringen die Energiefrage wieder zurück zu den Nutzern von Energie, zurück in die Gesellschaft. Dezentrale Lösungen können dieses Partizipationsrecht eher sicherstellen als zentrale Großprojekte mit verschiedenen Großinvestoren. Bei dezentralen Projekten können die Menschen auch flexibler auf verschiedene Nutzungs- und Interessenskonflikte reagieren, vorausgesetzt, die Partizipationsbereitschaft bei den Akteuren ist gegeben. Es hat sich gezeigt, dass partizipative, dezentrale Energievorhaben auch psychologische Auswirkungen bei den beteiligten Individuen oder Gruppen haben können. Wenn Menschen sich einbringen können und - evtl. auch in der Gruppe - die Erfahrung machen, dass ihre Bemühungen erfolgreich sind, entwickeln sie Stolz auf ihre Arbeit oder auch eine erhöhte Selbstwirksamkeitserwartung. Damit einhergehen Überzeugungen wie: "Wir haben das (gemeinsam) geschafft!" oder "wir sind nicht abhängig von denen da oben!", wie die Reaktionen im Bioenergiedorf Jühnde zeigten (Ruppert et al., 2008). Für zukünftige Projekte bedeutet das wiederum, dass diese viel leichter angegangen werden, weil positive Erfahrungen bereits existieren und diese sich positiv auf die weitere Motivation auswirken.

Bioenergieprojekte sollten von Beginn an in eine übergeordnete regionale Planung für erneuerbare Energieträger eingebettet werden, wobei die derzeitigen ökonomischen Randbedingungen zu berücksichtigen sind. Diese Randbedingungen müssen so gestaltet werden, dass die energetische Wende von der Bevölkerung nicht nur akzeptiert, sondern auch mitgetragen wird.

Zusätzliche Aspekte

Bei der Anwendung der Nachhaltigkeitsprinzipien vor Ort können einzelne Prinzipien untereinander konkurrieren (z. B. Effizienzprinzip vs. Konsistenzprinzip), aber dennoch sollte keines vernachlässigt oder ersetzt werden. Mögliche Konkurrenzen müssen vor Ort entsprechend den gesellschaftlichen Bedürfnissen in einem Entscheidungsprozess abgewogen werden. Entscheidungsunterstützungsinstrumente, wie z.B. die Multikriterielle Entscheidungsunterstützung (MCDA), können den Abwägungs- und Entscheidungsprozess transparenter gestalten. In diesem Prozess sollte die **Bioenergie Teil des regionalen regenerativen Energiemixes** sein. Es sollten dabei die Vorzüglichkeiten der einzelnen Energieformen (Wind-, Wasser-, Solar-, Bioenergie) beachtet und entsprechende Lücken und Schwächen durch die anderen regenerativen Energieformen ausgeglichen werden. **Beispielsweise kann die Bioenergie, da sie speicher- und regelbar ist, die Fluktuationen der Wind- und Solarenergie ab puffern.**

Der Ausbau der Bioenergie und aller anderen Erneuerbaren Energien sollte mit den in der räumlichen Planung vorhandenen Planungsinstrumenten und Fachrechten gesteuert werden. Insbesondere auf der regionalen, zum Teil auch auf der lokalen Ebene lassen sich damit Nutzungskonkurrenzen klar darstellen, Summationseffekte berücksichtigen und die Empfindlichkeiten von Natur und Landschaft gegenüber den Eingriffen des Menschen darstellen.

Eine **Kopplung zwischen dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz und raumplanerischen Steuerungsinstrumenten** könnte die Förderung abhängig von den flächenbezogenen Auswirkungen und Nutzungskonkurrenzen differenzieren und damit den weiteren Ausbau der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse dem Konsistenzprinzip folgend nachhaltig gestalten.

Um umweltqualitätssichernde Maßnahmen durchzuführen, sind finanzielle Anreize, besonders über die **Agrarumweltmaßnahmen** (AUM, NAU), neu auszurichten, zeitlich zu flexibilisieren und zu entbürokratisieren. Gegebenenfalls kann die Attraktivität der AUM-Maßnahmen durch eine Spezifizierung hinsichtlich Energiepflanzen erhöht werden (DBFZ, 2011).

Zusammenfassung

Die energetische Nutzung von Biomasse hat in den letzten Jahren in Deutschland wesentlich zugenommen und damit einen entscheidenden Beitrag bei der Transformation des Energiesystems bereits geleistet. Die Bioenergie hatte 2011 einen Anteil von knapp 70% an der insgesamt aus erneuerbaren Energien bereitgestellten Endenergie (300,9 TWh). Um den Klimawandel abzuschwächen, weiteren Umweltproblemen entgegenzuwirken und um die Akzeptanz in der Bevölkerung nicht zu verlieren, muss die Bioenergie in Zukunft nachhaltiger angebaut und genutzt werden. Die Entwicklung der Bioenergie als Teil regionaler Energiekonzepte muss auf die räumlichen land- und forstwirtschaftlichen Potenziale der Region abgestimmt werden und mit der Bevölkerung geschehen. Alle erneuerbaren Energiekonzepte sollten von sechs Nachhaltigkeitsprinzipien getragen werden, damit das Leben in seiner Vielfalt erhalten bleibt und die Lebensgrundlage jetziger und zukünftiger Generationen gesichert ist: Achtungs-, Vorsichts-, Effizienz-, Konsistenz-, Gerechtigkeits- und Partizipationsprinzip. In diesem Positionspapier werden diese Prinzipien auf die Bioenergie angewandt und konkretisiert. Sie sollen helfen, den weiteren Ausbau der Bioenergie unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu gestalten, damit vorhandene Akzeptanz- und Umsetzungsprobleme verringert werden. Aufgrund der Begrenztheit der Flächen für Energiepflanzenanbau und der Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion müssen die landwirtschaftliche Produktionsweise wie auch die bisherigen Lebensgewohnheiten der Menschen entsprechend der Nachhaltigkeitsprinzipien hinterfragt und möglicherweise geändert werden. Der notwendige Lebenskulturwandel sollte nicht als Bedrohung gegen, sondern als Chance für eine zukunftsfähige Lebensgestaltung verstanden werden.

Tabelle 1 zeigt noch einmal die Kernpositionen und in welchen Prinzipien diese verankert sind. Dabei wird deutlich, dass viele dieser Positionen in mehreren Prinzipien verankert sind. Dementsprechend kann bei Durchsetzung der Kernpositionen die Nachhaltigkeit von Bioenergievorhaben in den verschiedenen Nachhaltigkeitsbereichen (Ökologie, Ökonomie und soziale Belange) deutlich verbessert werden. Mit den Kernpositionen kann gewährleistet werden, dass alle Nachhaltigkeitsprinzipien beim Ausbau der Bioenergie Beachtung finden.

Generell sollten die sechs Nachhaltigkeitsprinzipien nicht nur auf die Bioenergie beschränkt werden. Da die energetische Nutzung von Biomasse ein Teil der gesamten landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Produktionskette ist, sollten für alle Produktionszweige diese Prinzipien gelten. Mit der Umsetzung der Nachhaltigkeitsprinzipien kann die Bioenergie ein Motor für eine zukunftsfähige, nachhaltige Land- und Forstwirtschaft sein.

Tabelle 1: Beispiele von Kernpositionen einer nachhaltigen Bioenergienutzung und deren Verankerung in den verschiedenen Nachhaltigkeitsprinzipien

	Achtungsprinzip	Vorsichtsprinzip	Effizienzprinzip	Konsistenzprinzip	Gerechtigkeits-/ Suffizienzprinzip	Partizipationsprinzip
Achtung der Würde des Lebens	x			x	x	x
Nahrungsmittelanbau vor Energiepflanzenanbau	x	x		x	x	x
Verringerung des Verbrauchs von Ressourcen			x	x	x	
Extensivierung von Tierhaltung und Pflanzenbau	x			x	x	
Verbot von Gentechnik	x	x		x		
Dezentrale Energiekonzepte			x	x	x	x
Verstärkte Förderung von Anlagen mit dem höchsten Gesamtwirkungsgrad			x			
Teilhabe an Entscheidungen den Energieausbau betreffend	x			x	x	x
Entwicklung regionaler Planungsinstrumente für den regenerativen Energieausbau			x	x		x
Verringerung des Ressourcenverbrauchs durch Lebenskulturwandel	x		x	x	x	
Vermeidung von Grünlandumbruch, Abholzung	x			x		
Vermeidung eines direkten und indirekten Landnutzungswandels	x	x		x	x	x
Geschlossene Nährstoffkreisläufe	x		x	x	x	
Mehrgliedrige Fruchtfolgen	x			x	x	
Verbesserung bei Boden, Wasser, Klima, Biodiversität	x	x		x	x	
Vollständige Vergärung von Gülle			x	x	x	
Beachtung von Tierschutz- und Hygieneaspekten bei der Güllebehandlung	x	x			x	

Literatur

- AEE (2012; Agentur für Erneuerbare Energien): Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen. 43 S. http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/AEE_Durchblick_Energiepflanzen_Mai12.pdf (gesichtet 8.10.2012)
- Akademie für Tierschutz (2012): Tiergerechte Haltung. <http://www.tierschutzakademie.de/594.html> (gesichtet: 24.4.2012)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2012): Erneuerbare Energie in Zahlen. http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_ee_zahlen_bf.pdf (gesichtet 7.9.2012)
- Cordell, D. (2010): The Story of Phosphorus. Sustainability Implications of Global Phosphorus Scarcity for Food Security. Doctoral thesis. Linköping: Linköping University, Department of Water and Environmental Studies.
- DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum, 2011): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassennutzung. DBFZ Report Nr. 4 http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/DBFZ_Reports/DBFZ_Report_4.pdf (gesichtet 25.7.2012)
- Deimel I., Franz, A., Frentrup, M., Meyer von, M., Spiller, A., Theuvsen, L. (2010). Perspektiven für ein europäisches Tierschutzlabel. Georg-August-Universität Göttingen. <http://download.ble.de/08HS010.pdf> (gesichtet 29.03.2012)
- Deutscher Bundestag (2007): Landwirtschaft und Klimaschutz. Antwort der Bundesregierung auf die kleine Anfrage der Abgeordneten Bärbel Höhn, Hans-Josef Fell, Cornelia Behm, Ulrike Höfken und der Fraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN. Drucksache 16/5346. Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann GmbH & Co. Berlin.
- Erd-Charta Koordination (2010): Die Erd-Charta. http://erdcharta.de/fileadmin/Materialien/Erd-Charta-Texte/ec_buch.pdf (gesichtet: 24.4.12)
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2011): Tierfutter überwiegt bei der Verwertung der EU-Getreideernte. <http://mediathek.fnr.de/tierfutter-uberwiegt-bei-der-verwertung-der-eu-getreideernte.html> (gesichtet 28.7.2012)
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2012a): Die Bedeutung der Bioenergie unter den Erneuerbaren Energien/ Endenergie. <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/die-bedeutung-der-bioenergie-unter-den-erneuerbaren-energien-endenergie.html> (gesichtet 07.09.2012)
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2012b): THG-Vermeidung durch die Nutzung der erneuerbaren Energien in 2011. <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/thg-vermeidung-durch-die-nutzung-erneuerbarer-energien-in-2010.html> (gesichtet 07.09.2012)
- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2012c): Entwicklung Biogasanlagen. <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biogas/entwicklung-biogasanlagen.html> (gesichtet 28.7.2012)

- FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2012d): Basisdaten Bioenergie Deutschland.51 S.
http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/f/n/fnr_basisdaten_2012_web_neu.pdf
(gesichtet 7.9.2012)
- Irrek, W. & Thomas S. (2008) Definition Energieeffizienz.
http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/energieeffizienz_definition.pdf (gesichtet
27.09.2012)
- LMC-International (2009): Evaluation of measures applied under common agricultural policy to the
protein crop sector. http://ec.europa.eu/agriculture/eval/reports/protein_crops/index_en.htm (ge-
sichtet: 24.4.12)
- Müller, W., Mklau, M., Traxler, A. Pascher, K., Gaugitsch, H., Heissenberger, A. (2002): Alternativen
zu gentechnisch veränderten Pflanzen. Umweltbundesamt Berlin
- Ruppert H., Eigner-Thiel S., Girschner W., Karpenstein-Machan M., Roland F. Ruwisch V., Sauer B.,
Schmuck P. (2008): „Wege zum Bioenergiedorf“ - Leitfaden für eine eigenständige Strom- und
Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse im ländlichen Raum. 120 S., mit DVD, ISBN 978-3-
9803927-3-0
<http://www.wege-zum-bioenergiedorf.de/literatur/leitfaden> (gesichtet, 27.7.2012)
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen; 2011): Welt
im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation.
<http://www.wbgu.de/hauptgutachten/hg-2011-transformation> (gesichtet: 24.4.12)
- Wehde (2011): Auswirkungen der Landnutzungskonkurrenz auf den Biolandbau. Tagung "Nutzungs-
konkurrenzen in der Landschaft - Ursachen, Auswirkungen und Lösungsansätze" des Dachver-
bandes Agrarforschung (DAF), 19. und 20. Oktober 2011, Braunschweig.
[http://www.agrarforschung.de/download/4_Auswirkungen_Landnutzungskonkurrenz_auf_den_Biol
andbau.pdf](http://www.agrarforschung.de/download/4_Auswirkungen_Landnutzungskonkurrenz_auf_den_Biolandbau.pdf) (gesichtet: 24.4.2012)