



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

BIOGUM-Forschungsbericht/BIOGUM-Research Paper

FG Landwirtschaft

Nr. 21

## **Ansätze für einen nachhaltigeren Energiepflanzenanbau**

Markus Schorling

BIOGUM, Universität Hamburg

Hamburg, November 2010

Der Forschungsschwerpunkt Biotechnik, Gesellschaft und Umwelt (FSP BIOGUM) an der Universität Hamburg wurde 1993 als unmittelbare Einrichtung des akademischen Senats gegründet. Er dient der interdisziplinären Forschung über Voraussetzungen, Gestaltungsbedingungen und Folgen der wissenschaftlich-technischen Entwicklungen in der modernen Biotechnologie. Weitere Aufgaben liegen in der Lehre in Studiengängen zur modernen Biotechnologie, in der Förderung der gesellschaftlichen Diskussion sowie in der Politik- und Gesellschaftsberatung. Näheres siehe [www.biogum.uni-hamburg.de](http://www.biogum.uni-hamburg.de)

BIOGUM-Forschungsberichte/BIOGUM Research-Paper berichten aus laufender Forschung. Sie zielen auf zuverlässige, unabhängige Information und Förderung der Diskussion zwischen Wissenschaftsdisziplinen, Politik und Gesellschaft. Die Inhalte wurden einem internen Diskussionsprozess unterzogen, die Verantwortung liegt aber allein bei den Autorinnen und Autoren.

ISBN: 978-3-937792-24-8

**Veröffentlicht vom:**

Forschungsschwerpunkt Biotechnik, Gesellschaft und Umwelt (BIOGUM)

Forschungsgruppe Technologiefolgenabschätzung zur modernen Biotechnologie  
in der Pflanzenzüchtung und der Landwirtschaft

Ohnhorststraße 18

22609 Hamburg

Deutschland

Tel.: 040-428 16 505

Fax: 040-428 16 527

<http://www.biogum.uni-hamburg.de>

## Abstracts

Der Anbau und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe stellen einen wichtigen Baustein zur Erreichung europäischer und nationaler Klimaschutzziele dar. Allerdings werden mit der verstärkten Ausweitung der Biomassenutzung Risiken für den Naturhaushalt sichtbar: Neben der Konkurrenz um Flächen für Nahrungs- und Futtermittel sowie wertvoller Flächen für den Naturschutz, führt die einseitige Ausrichtung des Energiepflanzenanbaus zu einer Reihe von negativen Auswirkungen auf die natürliche Umwelt. Diese Problemfelder relativieren die mutmaßlichen ökologischen Vorteile biogener Energieträger. Daher müssen der Anbau und die energetische Nutzung von Biomasse so gestaltet werden, dass der Schutz natürlicher Lebensgrundlagen gegeben ist. Erste Ansätze werden diskutiert und müssen konsequent umgesetzt und weiterentwickelt werden, um den Kriterien der Nachhaltigkeit zu entsprechen.

### *Approach to a sustainable cultivation of energy crops*

The cultivation and usage of renewable resources represent important components in achieving European and national climate protection goals. However, risks for the ecosystem become evident as the usage of biomass is increasingly expanded. Apart from the competition for acreages for food and feed as well as valuable spaces for nature protection, the one-sided orientation on the cultivation of energy plants leads to a series of negative consequences for the natural environment. These problems put the alleged ecological advantages of bioenergy into perspective. Therefore, the cultivation and the energetic usage of biomass have to be organised in such a way that the protection of the ecosystem is ensured. First approaches are discussed and have to be implemented and developed consistently in order to comply with the criteria of sustainability.

## 1 Einleitung

Der Ersatz endlicher Rohstoffe durch erneuerbare gilt als ein wesentliches Element auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung (SRU 2007). Für die Landwirtschaft stellt der Anbau nachwachsender Rohstoffe für stoffliche und energetische Zwecke eine zusätzliche Option des Anbaus von Kulturpflanzen dar, die seit einigen Jahren starke Zuwachsraten aufweist und in Deutschland z. Z. eine Fläche von knapp zwei Mio. ha, bei knapp 12 Mio. ha Ackerfläche, einnimmt (FNR 2009). Im Zuge dessen sind eine Reihe von umweltpolitischen Bedenken geäußert worden, die mit der Praxis des Anbaus nachwachsender Rohstoffe zusammenhängen. Das Ausmaß der Auswirkungen der Landbewirtschaftung auf die natürliche Umwelt ist von vielfältigen Faktoren (z. B. Standortbedingungen, Art der Bewirtschaftung, Fruchtfolgegestaltung) abhängig. Neben den durch den Anbau von Nahrungs- bzw. Futtermittelpflanzen mehr oder weniger bekannten Auswirkungen (z. B. SRU seit 1985) können beim Anbau von nachwachsenden Rohstoffen möglicherweise weitere

Auswirkungen auf die Landwirtschaft und die natürliche Umwelt hinzukommen. Im Folgenden werden Problemfelder speziell zum Anbau von Energiepflanzen, die mit knapp 85 % den Großteil an nachwachsenden Rohstoffen stellen, dargestellt sowie mögliche Lösungsansätze aufgezeigt.

## 2 Risiken des Energiepflanzenanbaus

### 2.1 Problem: Einseitige Ausrichtung

Obwohl eine Vielzahl von Energieträgern für die Biomasseproduktion verwendet werden kann, werden gegenwärtig vorwiegend großflächige Felder von Raps (*Brassica napus*) zur Erzeugung von Biodiesel und Mais (*Zea mays*) zur Gewinnung von Ethanol und Biogas (s. Abb.1) bevorzugt. So ist z. B. Mais derzeit das mengenmäßig am häufigsten eingesetzte Co-Substrat in Biogasanlagen (DMK 2009).

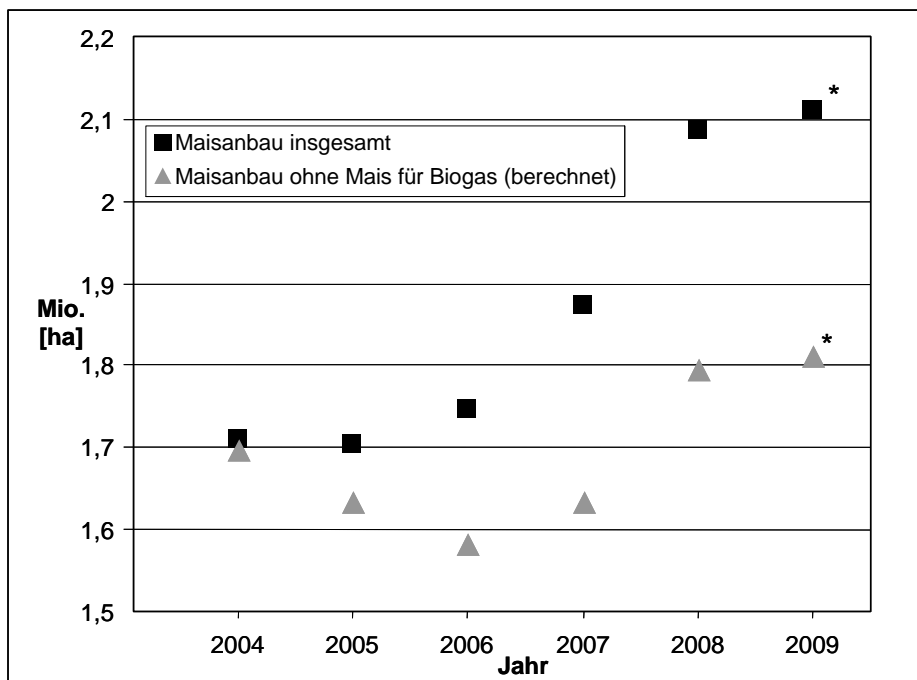


Abbildung 1: Entwicklung des Maisanbaus in Deutschland von 2004 bis 2009 insgesamt sowie die theoretische Entwicklung des Anbaus ohne Mais zur Erzeugung von Biogas (berechnet); \* vorläufig.

Quelle: Schorling auf Datengrundlage BLE und DMK

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung des Maisanbaus in Deutschland ab dem Jahr 2004. Innerhalb von sechs Jahren (bis 2009) hat sich die Maisanbaufläche um über 400.000 ha ausgedehnt (■). Ein Großteil dieser Zuwachsflächen wurde für die Produktion von Biogas verwendet (300.000 ha im Jahr 2009). D.h.: Wäre es, rein theoretisch, zu keinem Anbau von

Mais für die Biogasproduktion gekommen (▲)<sup>1</sup>, so hätte sich die Maisanbaufläche im Jahr 2009 im Vergleich zur Anbaufläche in 2004 „nur“ um etwa 100.000 ha ausgedehnt. Auch wird deutlich, dass mit dem Anbaujahr 2005 der Maisanbau für andere Nutzungsrichtungen als Biogas zurückging und erst mit dem Anbaujahr 2007 wieder anstieg.

Durch die einseitige Ausrichtung des Anbaus wird eine Abnahme der Kulturartenvielfalt bei gleichzeitiger Verringerung der Sortenvielfalt befürchtet, was neben der Veränderung des Landschaftsbildes und dem Verlust von Lebensräumen (BfN 2010) auch eine verstärkte Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen bzw. eine größere Anfälligkeit des Systems gegenüber Schaderregern und Krankheiten nach sich ziehen würde (RODE et al. 2005). Dies könnte einen verstärkten Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln auslösen, was erhöhte Einträge von Wirkstoffen und Nährstoffen in Böden, Gewässer und Luft zur Folge hätte, wodurch u. a. eine verstärkte Beeinträchtigung sensibler Lebensgemeinschaften und der Nutzbarkeit von Grund- und Oberflächengewässern gegeben sein kann (SRU 2007, PIMENTEL und PATZEK 2005).

Gerade bei einem intensiven Anbau von Silomais mit der Tendenz zur Monokultur ist als weiteres Risiko die einseitige Belastung des Bodens durch Verdichtungen und Erosion zu nennen. Durch den Anbau stark wasserzehrender Kulturen (wie etwa Mais) kommt zusätzlich eine Belastung des Wasserhaushaltes hinzu, indem die Wasserverfügbarkeit, die Grundwasserbildungsrate und u. U. der Grundwasserspiegel sinkt (EEA 2006, SPLECHTNA und GLATZEL 2005). Daraus folgend wäre eine verstärkte Bewässerung, insbesondere auf durchlässigen Böden, notwendig (SRU 2007). Vor allem in Regionen, die aufgrund des Klimawandels trockener werden, verschärft der Anbau wasserzehrender Energiepflanzen die Konflikte zwischen landwirtschaftlicher und außerlandwirtschaftlicher Wassernutzung.

Durch Entnahme organischen Materials, insbesondere bei der Ganzpflanzennutzung, ist zusätzlich mit einer negativen Humusbilanz, Versauerung der Böden (VETTER 2001), einem schnelleren Wasserabfluss, Habitatverlust (insbesondere bei Tot- und Restholzentnahme im Wald) und Beeinträchtigungen von Treibhausgas-Senken (THG-Senken) zu rechnen.

Anzumerken ist, dass die Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus, je nach Region, in unterschiedlichem Maße auftreten, da sie u. a. von den jeweils vorherrschenden Klima- und Bodenbedingungen abhängig sind. Beispielhaft sind die Umweltauswirkungen von wasserverbrauchsintensiven Kulturen an trockenen Standorten anders zu gewichten als in niederschlagsreichen Regionen (SRU 2007). Auch treten grundsätzlich stärkere Beeinflussungen von Boden und Wasser immer dann auf, wenn bei der Auswahl der Pflanzen für den Anbau die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Standorte gegenüber Erosion, Bodenverdichtung und anderen Bodenbeeinträchtigungen nicht berücksichtigt werden. Aufgrund des Klimawandels wird eine Bewertung von Standorten hinsichtlich möglicher Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus erschwert.

---

<sup>1</sup> Die Berechnung geht von der Annahme aus, dass diese Anbauflächen für andere Kulturen als Mais genutzt worden wären.

## 2.2 Problem: Flächenkonkurrenz

Ein weiteres Problem beim Anbau von Energiepflanzen besteht in der Konkurrenz um Flächen. So besteht eine Konkurrenz zu Flächen der landwirtschaftlichen Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln, eine Konkurrenz unter den Energiepflanzen (je nach Nutzungsform) bzw. weiter gefasst, den nachwachsenden Rohstoffen im Allgemeinen sowie eine Konkurrenz landwirtschaftlicher Anbauformen mit Flächen für den Natur-, Boden-, Klima- und Hochwasserschutz (SCHÜTZ und BRINGEZU 2006). Durch eine Ausweitung des Energiepflanzenanbaus, wie er z. Z. praktiziert wird, ist zu befürchten, dass sich die o. g. Probleme verschärfen bzw. auf eben diese Flächen ausdehnen. Zusätzlich würde eine Ausweitung des Energiepflanzenanbaus auf sensible Gebiete (NATURA 2000, Naturschutz-/Landschaftsschutz-, Wasserschutzgebiete) den Verlust und die Zerstörung von THG-Senken, den Verlust von Funktionen des Naturhaushaltes durch erhöhte Erosion und schnellen Wasserabfluss oder den Verlust wertvoller Lebensräume zur Folge haben (SRU 2007, WICHTMANN und SCHÄFER 2005, PIMENTEL und PATZEK 2005).

Unter diesen Gesichtspunkten warnt etwa der NABU vor einer Abschaffung der obligatorischen Flächenstilllegung in Deutschland zugunsten des Energiepflanzenanbaus und spricht sich für eine Weiterentwicklung der bisherigen Flächenstilllegung in eine „ökologische Flächenstilllegung“ aus (NABU 2007).

Die Problematik der Konkurrenz zwischen Flächen zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion und Flächen zur Produktion von Energiepflanzen wird besonders deutlich bei der Betrachtung des Ökolandbaus. So könnte der Ausbau des ökologischen Landbaus (siehe KUHNERT et al. 2005) die zukünftig zu erwartenden Produktionssteigerungen im Non-Food-Bereich bremsen, da die ökologische Nahrungsmittelerzeugung pro erzeugter Einheit, u. a. aufgrund des Verzichts auf synthetische Düngemittel und Pflanzenschutzmittel, einen höheren Flächeneinsatz als eine konventionelle Produktion benötigt (SIMON et al. 2007, FRITSCHKE et al. 2004). Mit dem weiteren Ausbau des ökologischen Landbaus würde also mehr potenzielle Fläche für die Hohertragsproduktion nachwachsender Rohstoffe wegfallen (KAPHENGST 2007). Allerdings ist auch zu berücksichtigen, dass ökologischer Landbau u. a. geringere Energieinputs und CO<sub>2</sub>-Emissionen je Fläche zu verzeichnen hat, ebenso geringere Lachgas-Emissionen je Fläche aufgrund eines deutlich geringeren N-Inputs (kein mineralischer Stickstoff) und geringerer N<sub>min</sub>-Gehalte (Gehalt eines Bodens an verfügbarem mineralisierten Stickstoff) der Böden und verglichen mit konventioneller Landwirtschaft besser für den Erhalt der Agrobiodiversität ist (HÜLSBERGEN 2007, PIMENTEL 2006).

## 3 Lösungsansätze

Im vorangegangenen Kapitel wurden mögliche negative Auswirkungen des Anbaus von Energiepflanzen, gerade bei voranschreitender Ausweitung, dargestellt. Um den genannten

Problemen zu begegnen, müssen verschiedenste Anstrengungen erfolgen. Dabei wird deutlich, dass neue Problemfelder bzw. Fragestellungen aufgeworfen werden können.

### **3.1 Entschärfung des Problems der einseitigen Ausrichtung**

Die augenscheinlichste Konsequenz, dem einseitigen Anbau von Mais und Raps als Energiepflanze und den damit einhergehenden Umweltauswirkungen zu begegnen, stellt die Bereitstellung und der Anbau weiterer Arten und Sorten dar. Diskutiert werden neben bereits etablierten Kulturen auch Kulturen, die hierzulande bisher nicht angebaut worden sind bzw. nicht mehr oder nur selten in der Landwirtschaft zum Einsatz kommen (SRU 2007). Unterschiedliche Versuche zeigen auf, dass verschiedene Kulturen etwa hinsichtlich der Energieausbeute, ebenso wie Mais, in Betracht kommen können und z. B. im Mischanbau (s. Abb. 2) oder in Mehrkultursystemen zum Einsatz kommen können.

AMON et al. (2004) sprechen sich, aufgrund ihrer Forschungsergebnisse zum Gärprozess, für einen Mischanbau verschiedener Pflanzenarten, also den gleichzeitigen Anbau zweier oder mehrerer Kulturen auf einer Ackerfläche, aus. So kann ein ausgewogenes Eiweiß-Energieverhältnis des Gärgutes, welches für die Methanbildung in der Biogasanlage besonders wichtig ist, zum Beispiel durch Mischungen aus eiweißreicher Grünlandbiomasse und energiereichem Silomais erreicht werden. Auch eine Sonnenblumen/Energiemais-Mischung für höhere Methangehalte im Biogas wird diskutiert (AMON et al. 2007).

Darüber hinaus kann mit weiteren positiven Synergieeffekten gerechnet werden. So könnte beispielsweise der Mais in einem Mischanbau mit Sorghum-Hirse vom geringeren Wasserverbrauch der Hirse profitieren. Im Verbundvorhaben „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands (EVA)“ ist das bisherige Fazit, dass Artenmischungen z. T. der Summe der Reinsaaten überlegen sind, jedoch noch viele ungeklärte Fragestellungen, z. B. nach Leitkultur oder optimalen Mischungspartnern, zu erforschen sind (BfN 2007, GÖDECKE et al. 2007).





Abbildung 2: Mischfruchtanbau von Weizen und Leinodder auf einem Feld des Instituts für Ökologischen Landbau in Trenthorst. (Foto: Johann Heinrich von Thünen-Institut/OEL)

Ebenfalls zeigen Probeanbauversuche von Zweifruchtsystemen, also dem Anbau zweier oder mehrerer Kulturen nacheinander innerhalb eines Jahres, dass alternative Energiepflanzen als Energiemix (Getreide-Ganzpflanzen plus Sonnenblume oder Hirsearten) standortabhängig sogar mehr Biogas/ha liefern können. So bringen z. B. Sorghum-Hirsens auf trockenen, warmen Standorten Vorteile. Auch Triticale-Ganzpflanze mit anschließendem Sonnenblumenanbau hat auf leichten Böden den Energiemais überholt. Aber auch hier zählen optimale ackerbauliche Maßnahmen wie etwa die richtige Sortenwahl, der optimale Aussaat- und Erntetermin, die Bestandesdichte und eine u. a. auf Standort und Vorfrucht ausgerichtete Düngung (BRÖCKER 2007). Eine C3/C4-Pflanzen-Fruchtfolge, von der hohe Biomasse- und damit hohe Energieerträge je Hektar und Jahr erwartet werden (DÖRNTE 2003), kann die z. T. negativen Auswirkungen eines großflächigen Anbaus von Mais in Folge relativieren.

Speziell für den Bodenschutz kann eine veränderte Fruchtfolge zur Produktion von Biomasse durch eine längere Bodenbedeckung einen positiven Beitrag zur Reduktion von Erosion leisten, wenn kurz bodenbedeckende Kulturen wie Zuckerrüben oder Mais durch Fruchtfolgen mit langdeckenden Kulturen wie Wintergetreide, Klee oder Gras ersetzt werden.

Mehrkultursysteme, die auf einen vielfältigen Anbau in abgestimmten Fruchtfolgen setzen, werden allerdings von den Landwirten bisher kaum aus eigener Initiative nachgefragt und eingesetzt. Dies könnte darin begründet sein, dass für den Mehrkulturanbau ein breiter



Erfahrungshintergrund in der Praxis fehlt und damit das Vertrauen in ein neues Anbauverfahren erst langsam wachsen muss. Zudem scheint der Mehrkulturanbau im Vergleich zu Silomais eine anspruchsvollere Planung und Bewirtschaftung der Kulturflächen zu erfordern, so dass offensichtlich zunächst den bekannten und vermeintlich einfacheren Anbauverfahren mit einer Hauptkultur der Vorzug gegeben wird (RODE 2005). Auch können die aus einem Biomasseanbau in Mehrkultursystemen resultierenden Effekte (z. B. durch andere Erntezeiten) auf den Naturhaushalt derzeit noch nicht abschließend eingeschätzt werden (GRAB und SCHEFFER 2003).

Auch im Ökolandbau kommen die Potenziale eines Mehrkulturanbaus innerhalb des Energiepflanzenanbaus bei Anlagenkonzepten bislang kaum zum Einsatz, obwohl z. B. der Energiemaisanbau hervorragend in die Fruchtfolge des Ökolandbaus passt, zumindest dann, wenn die Energiegewinnung über die Biogasanlage erfolgt: Der Nährstoffkreislauf wäre geschlossen und nur die Energie verläße den Hof, sei es in Form elektrischer Energie oder sei es in Form von Wärme. Alle Nährstoffe, die der Mais aus dem Boden aufgenommen hat, werden über das vergorene Substrat dem Boden wieder zurückgegeben (SCHEFFER 2003). Außerdem könnten im ökologischen Landbau mit dem gezielten Anbau von Energiepflanzen die herkömmlichen Fruchtfolgen erweitert und Aufwüchse von Flächen als Bereitstellung für Biogasanlagen genutzt werden, die ansonsten eher schwierig zu nutzen sind (z. B. Klee gras) (GRAB 2008).

So schlagen in diesem Zusammenhang WICHTMANN und SCHÄFER (2005) vor, dass die bisher meist wertlosen Aufwüchse aus Pflegeschnitt von extensivem Grünland, Niederwald, Windschutzhecken und auch bestimmten Moorbiotopen durch eine energetische Verwendung neue Wertschöpfung erlangen können. Hierfür würde sich besonders die Verbrennung des Erntegutes direkt oder in Form von Hackschnitzeln und Holzpellets anbieten. In diesem Kontext finden z. B. Kurzumtriebsplantagen<sup>2</sup> für die Gewinnung von Holz und Grünschnitt ein wiederkehrendes Interesse. Im Allgemeinen kann festgehalten werden, dass bei mehrjährigen, ausdauernden Anbauverfahren die aus der Bearbeitung resultierende Bodenerosion sowie der Nährstoff- und Pestizidbedarf geringer sind als bei einjährigen Anbauverfahren (BfN 2010). Strukturbedingt weisen Kurzumtriebsplantagen im Vergleich zu gering strukturierten und ausgeräumten Agrarlandschaften eine höhere Biodiversität auf. Entsprechende Effekte wurden am Beispiel der Gefäßpflanzen und Laufkäfer belegt (GRÜNEWALD et al. 2009). Auch KAPHENGST (2007) schlägt den Anbau schnellwachsender Gehölze als weniger umweltschädliche Energiepflanzen vor. Hierbei sieht er allerdings das Problem in einer geringeren Energiedichte verglichen mit einem extensiven Grünlandaufwuchs. Auch gilt es zu berücksichtigen, dass Kurzumtriebsplantagen, aufgrund ihrer stark wasserzehrenden Eigenschaften, die bereits beschriebenen Auswirkungen auf

---

<sup>2</sup> Eine Kurzumtriebsplantage (KUP, Schnellwuchsplantage) ist eine Anpflanzung schnellwachsender Bäume oder Sträucher mit dem Ziel, innerhalb kurzer Umtriebszeiten Holz als nachwachsenden Rohstoff zu produzieren.

den Wasserhaushalt mit sich bringen. Es würden zudem bei schnellwachsenden Gehölzen noch ausgereifte Nutzungstechnologien fehlen.

Obwohl einige positive Effekte des Anbaus alternativer Kulturen, deren Nutzung der einseitigen Ausrichtung des Energiepflanzenanbaus auf die Kulturen Mais und Raps vorbeugen sollen, bekannt sind, muss deren Anbau langfristig betrachtet werden, da mögliche Auswirkungen erst zu einem viel späteren Zeitpunkt sichtbar werden. Bei z. B. nicht heimischen Arten, wie etwa Hirse (*Sorghum bicolor*), Sudangras (*Sorghum sudanense*), Chinaschilf (*Miscanthus giganteus*) oder Topinambur (*Helianthus tuberosus*), die als Energiepflanzen diskutiert werden, werden ökologische Auswirkungen möglicherweise erst dann sichtbar, wenn der Anbau in größerem Maße stattfindet. Neben einer unerwarteten oder nicht einschätzbaren Verwilderung könnten in nicht heimischen Kulturen vermehrt Pflanzenkrankheiten auftreten oder der Schädlingsbefall zunehmen. Dieses hätte zur Folge, dass, ähnlich wie bei bereits großflächig angebauten Kulturen, z. B. eine höhere Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nötig wäre.

Bislang sind von den z. Z. diskutierten, nicht heimischen Arten keine ökologischen Risiken, wie z. B. eine Verdrängung einheimischer Arten durch eine selbständige Verbreitung oder sonstige über die Anbaufläche hinausgehende negative Auswirkungen auf die heimische Flora und Fauna, bekannt (RODE 2005). So stellt z. B. Topinambur, der zur selben Gattung wie die Sonnenblume zählt und der sich insbesondere auf nährstoffreichen Böden entlang eutrophierter Bäche, auf frischen bis feuchten und warmen Standorten ausbreitet, nach Einschätzung der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DVWK) keine Gefahr für die einheimische Artengesellschaft dar. Zum Teil könnten jedoch einzelne Reinbestände problematisch werden und müssen durch Pflegemaßnahmen reguliert werden (DVWK 1997). Ebenfalls zu bedenken, und je nach Kultur und Anbaugröße zu bewerten, ist die Veränderung des Landschaftsbildes.

### 3.2 Entschärfung der Flächenkonkurrenz

Eine Möglichkeit der Flächenkonkurrenz entgegenzuwirken, besteht in der Optimierung von Pflanzen bezüglich der Qualität und der Steigerung des Ertrages, wodurch die Hektarproduktivität erhöht würde. Bei „Teilernten“, also der alleinigen Nutzung von Körnern, werden Ertragssteigerungen von 1 - 2 % pro Jahr erwartet (VON WITZKE et al. 2004). Größere Erfolge werden z. Z. bei Züchtungsbemühungen zur Ganzpflanzennutzung erzielt. So ist etwa sog. „Energienmais“ in der Züchtungspipeline, der aufgrund seiner Wuchshöhe (bis zu sechs Meter) eine deutlich höhere Pflanzenmasse bereitstellt (SCHMIDT und LANDBECK 2005). Hierzu werden allerdings Bedenken bzgl. der Veränderung des Landschaftsbildes und einer Verstärkung der genannten Umweltauswirkungen eines einseitigen Maisanbaus laut.

Im besonderen Maße wird die Züchtung stresstoleranter Pflanzen mit der Möglichkeit des Anbaus auf ertragsarmen Standorten verfolgt. Auch und gerade in Hinblick auf die sich

abzeichnenden Klimaänderungen könnte vor allem diese Option der Optimierung von Pflanzen in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen.

Insbesondere in den neuen Mitgliedstaaten der EU wird durch die Optimierung von Sorten, sowie des Anbaus, ein großes Potenzial zur Minderung der Flächenkonkurrenz gesehen (ERICSSON und NILSSON 2006). Dabei geht man u. a auch davon aus, dass durch gezielte Pflanzenschutzmaßnahmen und Anbauverfahren weniger Flächen zur Futter- und Nahrungsmittelproduktion benötigt werden. Da fast 60 % des Landes landwirtschaftlich bewirtschaftet werden und 29 % Wald und Waldland sind, könnte es folglich ein hohes Biomassepotenzial für die Energiepflanzenproduktion geben (STEINHAUS 2005). Bei dieser „Prognose“ wird allerdings keine Rücksicht auf ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Auswirkungen genommen.

Um einer Konkurrenz zwischen Flächen zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln, den Flächen für nachwachsende Rohstoffe sowie Flächen für den Naturschutz aus dem Wege zu gehen, liegt es nahe, Flächen zu nutzen, die für eine Nahrungs- oder Futtermittelerzeugung nicht in Betracht kommen, bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Naturschutzes. So wird z. B. in der Nutzung von Straßenbegleitgrün eine Möglichkeit gesehen der Flächenkonkurrenz zu begegnen. Allein die zu Bundesstraßen und Autobahnen gehörigen Randflächen sowie die Flächen der Autobahnkreuze in Deutschland werden derzeit auf fast 72.000 Hektar geschätzt (FAL 2007).

Ebenso kann auf Ebene der Verbraucher der Flächenkonkurrenz begegnet werden. Dabei wäre etwa die Reduktion des Konsums von Fleisch und anderer tierischer Produkte zu diskutieren (s. SCHLATZER 2010), da hierdurch die Inanspruchnahme von Ackerfläche für den Futtermittelanbau insgesamt verringert werden könnte. Auf diese Option, mit den daraus einhergehenden Auswirkungen auf ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Zusammenhänge, soll hier allerdings nicht weiter eingegangen werden.

### **Fazit für den Energiepflanzenanbau**

Erkannte Belastungen und Gefährdungen der natürlichen Umwelt durch Landbau- und speziell Energiepflanzenanbausysteme bieten Ansatzstellen für Gegenmaßnahmen. Erste Ansätze sind zu erkennen, werden aber nur in geringem Maße umgesetzt. Hierfür gibt es verschiedene Gründe:

Für den Energiepflanzenanbau müssen noch viele Erfahrungen in der Praxis gesammelt werden, um diesen nachhaltiger zu gestalten. Hierzu könnte u. a. eine gezielte Ausbildung von Beratern und Anwendern dienlich sein. Auch ist ein Austausch von Landwirten untereinander oder Kooperationen zwischen Landwirten und Naturschutzverbänden hilfreich.

Auf Ebene von Forschung und Entwicklung könnten Innovationen zur Verbesserung der Effizienz, der Rentabilität und der Umweltwirkungen beitragen. Beim Vergleich verschiedener Anbauoptionen untereinander, ist immer ein klar definiertes

standortspezifisches Referenzsystem zugrunde zu legen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Ebenso müssen gesetzliche Regelungen den Anbau nachwachsender Rohstoffe regeln und fördern. Innerhalb der europäischen Union soll mit Hilfe der Ende 2009 in Kraft getretenen Biomassestrom- und Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnungen, die der Umsetzung der Vorgaben der Erneuerbare-Energien-Richtlinie dienen, ein erster Schritt in diese Richtung unternommen werden. Durch die Verordnungen soll der Biomasseanbau künftig nachhaltiger erfolgen, Treibhausgase signifikant gemindert und der Vorrang von Naturschutzflächen gesichert werden. Der Nachweis dieser Anforderungen erfolgt mit Hilfe von Zertifizierungssystemen und Zertifizierungsstellen, die jeweils von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) anerkannt sein müssen. Ob der Energiepflanzenanbau letztendlich nachhaltiger gestaltet wird, hängt davon ab, wie die Verordnung umgesetzt wird und ob sie durch eine umfassende Begleitforschung mit gezielten Förderprogrammen gestützt und vor allem ergänzt wird.

### **Anmerkung**

Wesentliche Aussagen des Beitrags wurden im Rahmen des vom Bundesamt für Naturschutz beauftragten F+E-Vorhabens „Potenziale der Gentechnik bei Energiepflanzen“ (FKZ 806 89 040) (SCHORLING et al. 2009) erarbeitet. Die Studie umfasst neben der Untersuchung möglicher Umweltwirkungen des Energiepflanzenanbaus auch Analysen zu Züchtungsbemühungen und eine Diskussion guter gesellschaftlicher Regulierung (good governance) von Energiepflanzen. Die Basis hierzu bildet eine umfangreiche Literatur- und Internetrecherche aktueller Studien zu Energiepflanzen und Naturschutz sowie zu Anbaukonzepten und Züchtungszielen bei Energiepflanzen.

### **Literatur**

- Amon, T., Kryvoruchko, V., Amon, B., et al. (2004): Biogas aus Klee gras-, Feldfutter- und Dauerwiesenmischungen. Der fortschrittliche Landwirt 22, 30-31.
- Amon, T., Machmüller, A., Kryvoruchko, V., et al. (2007): Optimierung der Methanausbeute aus Zuckerrüben, Silomais, Körnermais, Sonnenblumen, Ackerfutter, Getreide, Wirtschaftsdünger und Rohglyzerin unter den Standortbedingungen der Steiermark. [http://www.wiso.boku.ac.at/fileadmin/\\_/H73/H733/pub/Biolandbau/2007\\_Endbericht\\_BMLFUW1421\\_Steiermark.pdf](http://www.wiso.boku.ac.at/fileadmin/_/H73/H733/pub/Biolandbau/2007_Endbericht_BMLFUW1421_Steiermark.pdf) (gesehen 10.02.2010).
- BfN (Bundesamt für Naturschutz, 2010): Bioenergie und Naturschutz – Synergien fördern, Risiken vermeiden. Positionspapier, Feb. 2010, 32 S.
- BfN (Bundesamt für Naturschutz, 2007): Naturschutz und Landwirtschaft im Dialog: „Biomasseproduktion – Ein Segen für die Land(wirt)schaft? Thesenpapier, 3 S. [http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Thesenpapier\\_Webversion.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Thesenpapier_Webversion.pdf) (gesehen 10.02.2010).

- Bröcker, M. (2007): Welcher Energiepflanzen-Mix für hohe Gaserträge? top agrar 4, 74-79.
- DMK (Deutsches Maiskomitee, 2009): Kurze Einführung zum Thema Biogas. <http://www.maiskomitee.de/web/intranetHomepages.aspx?hp=da07c652-d670-2360-d346-c8906ab52adb> (gesehen 10.02.2010).
- Dörnte, G. (2003): Versuche zur Integration von hochertragreichen Maissorten in das Zweikulturnutzungssystem. Diplomarbeit, Universität Kassel Witzenhausen.
- DVWK (Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, 1997): Neophyten - Gebietsfremde Pflanzenarten an Fließgewässern - Empfehlungen für die Gewässerpflege. Broschüre der GFG (Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für Wasserwirtschaft und Landschaftsentwicklung), Mainz, 47 S.
- Ericsson, K., Nilsson, L.J. (2006): Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach. Biomass and Bioenergy 30 (1), 1-15.
- EEA (2006): How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? EEA Report 7/2006, Luxembourg, 72 S.
- FAL (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, 2007): Über die Autobahn heizen! FAL-Wissenschaftler erforschen Anbau von Nachwachsenden Rohstoffen am Straßenrand. [http://www.fal.de/cIn\\_045/nn\\_786844/DE/aktuell/pressemitteilungen/2007/presse\\_\\_17a\\_\\_2007\\_\\_pb.html](http://www.fal.de/cIn_045/nn_786844/DE/aktuell/pressemitteilungen/2007/presse__17a__2007__pb.html) (gesehen 10.02.2010).
- FNR (Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V., 2009): Daten und Fakten. <http://www.nachwachsenderohstoffe.de/service/daten-und-fakten/anbau.html?spalte=3> (gesehen 10.02.2010).
- Fritsche, U.R., Dehoust, G., Jenseit, W., et al. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Ökoinstitut e.V., Freiburg, Darmstadt, Berlin, 263 S.
- Gödecke, K., Nehring, A., Vetter, A. (2007): Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands - Ergebnisstand Februar 2007. [http://www.tll.de/vbp/pdf/eva\\_gesamt.pdf](http://www.tll.de/vbp/pdf/eva_gesamt.pdf) (gesehen 10.02.2010).
- Graß, R. (2008): Energie aus Biomasse im Ökolandbau - Weiterentwicklung oder Konventionalisierung der Ökobetriebe? Der kritische Agrarbericht 2008, 95-99.
- Graß, R., Scheffer, K., (2003): Kombiniertes Anbau von Energie- und Futterpflanzen im Rahmen eines Fruchtfolgeglieders - Beispiel Direkt- und Spätsaat von Silomais nach Wintererbsenvorfrucht. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 15, 106-109.
- Grünwald, H., Böhm, C., Bärwolff, M., et al. (2009): Ökologische Wertigkeit von Agroforstsystemen. Vortrag auf dem 2. Symposium Energiepflanzen des BMELV in Berlin am 17./18. 11.2009. [http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Energiepflanzen2009/Gruenewald\\_freigegeben.pdf](http://www.fnr-server.de/cms35/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Energiepflanzen2009/Gruenewald_freigegeben.pdf) (gesehen 10.02.2010).

- Hülsbergen, K.-J. (2007): Der Beitrag des Ökolandbaus zum Klimaschutz, BÖLW-Herbsttagung. Berlin, 25.10.2007. [http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Veranstaltungen/Herbsttagung\\_2007/BOELW-Herbsttagung\\_07\\_Praesentation\\_Huelsbergen.pdf](http://www.boelw.de/uploads/media/pdf/Veranstaltungen/Herbsttagung_2007/BOELW-Herbsttagung_07_Praesentation_Huelsbergen.pdf) (gesehen 10.02.2010).
- Kaphengst, T. (2007): Nachhaltige Biomassenutzung in Europa. *gaia* 16 (2), 93-97.
- Kuhnert, H., Feindt, P.H., Beusmann, V. (2005): Ausweitung des ökologischen Landbaus in Deutschland - Voraussetzungen, Strategien, Implikationen, politische Optionen. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup (409) 395 S.
- NABU (Naturschutzbund Deutschland e.V., 2007): Die Zukunft der Flächenstilllegung - Ein Positionspapier von NABU und BirdLife International. <http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/naturschutz/3.pdf> (gesehen 10.02.2010).
- Pimentel, D., Patzek, T.W. (2005): Ethanol Production using corn, switchgrass, and wood and biodiesel production using soybean and sunflower. *Nat. Resources Research* 14 (1), 65-76.
- Pimentel, D. (2006): Impacts of Organic Farming on the Efficiency of Energy Use of Agriculture. An Organic Center State of Science Review. [http://organic.insightd.net/reportfiles/ENERGY\\_SSR.pdf](http://organic.insightd.net/reportfiles/ENERGY_SSR.pdf) (gesehen 10.02.2010).
- Rode, M., Schneider, C., Ketelhake, G., et al. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. *BfN-Skripten* 136, 183 S.
- Scheffer, K. (2003): Der Anbau von Energiepflanzen als Chance einer weiteren Ökologisierung der Landnutzung. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* 14, 114-119.
- Schlatter, M. (2010): Klimawandel als tierisches Produkt. *umwelt aktuell* 2 (2010), 2-3.
- Schmidt, W., Landbeck, M. (2005): Züchtung von Energiepflanzen aus Sicht der Industrie am Beispiel Mais. [http://fnr-server.de/cms35/fileadmin/biz/pdf/energiepflanzen/SCHMIDT\\_FAL\\_FNR.pdf](http://fnr-server.de/cms35/fileadmin/biz/pdf/energiepflanzen/SCHMIDT_FAL_FNR.pdf) (gesehen 10.02.2010).
- Schorling, M., Stirn, S., Beusmann, V. (2009): Potenziale der Gentechnik bei Energiepflanzen. *BfN-Skripten* 258, 99 S.
- Schütz, H., Bringezu, S. (2006): Flächenkonkurrenz bei der weltweiten Bioenergieproduktion - Kurzstudie im Auftrag des Forums Umwelt und Entwicklung. 24 S.
- Simon, S., Demmeler, M., Heißenhuber, A. (2007): Bioenergie versus Ökolandbau: Flächenkonkurrenz als Entwicklungshemmnis? 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, 20.-23.03.2007, [http://orgprints.org/9332/01/9332\\_Simon\\_Poster.pdf](http://orgprints.org/9332/01/9332_Simon_Poster.pdf) (gesehen 10.02.2010).

- Splechtna, B., Glatzel, G. (2005): Optionen der Bereitstellung von Biomasse aus Wäldern und Energieholzplantagen für die energetische Nutzung, Materialien 1,. Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin, 44 S.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2007): Klimaschutz durch Biomasse - Sondergutachten. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 124 S.
- SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft. Metzler-Poeschel, Stuttgart, 423 S.
- Steinhaus, N. (2005): Bereit für die grüne Energie. Arbeitsmarkt Umweltschutz/Naturwissenschaften 42, 4-6.
- Vetter, A. (2001): Qualitätsanforderungen an halmgutartige Bioenergeträger hinsichtlich der energetischen Verwertung. In: FNR (ed.) Energetische Nutzung von Stroh, Ganzpflanzengetreide und weiterer halmgutartiger Biomasse. Stand der Technik und Perspektiven für den ländlichen Raum. Gülzower Fachgespräche 17, 36-50.
- Von Witzke, H., Kirschke, D., Lotze-Campen, H., et al. (2004): Die gesamtwirtschaftliche Verzinsung der Pflanzenzüchtung in Deutschland. Studie im Auftrag der Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzenzüchtung e.V., Bonn, 39 S.
- Wichtmann, W., Schäfer, A. (2005): Energiegewinnung von ertragsschwachen Ackerstandorten und Niedermooren. Standortgerechte Bewirtschaftung zur Offenhaltung von Landschaft in Nordostdeutschland. Nat. Landsch. 80 (9-10), 421-425.