



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

---

Grundmann, P., Klauss, H.M., Schindler, M.: Regionale Auswirkungen der Bioenergieförderung, des Ölpreis- und des Nahrungsmittelpreisanstiegs auf die Entwicklung des Energiepflanzenanbaus in Deutschland. In: Berg, E., Hartmann, M., Heckelei, T., Holm-Müller, T., Schiefer, G.: Risiken in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und ihre Bewältigung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 44, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (2009), S. 355-367.

---



## **REGIONALE AUSWIRKUNGEN DER BIOENERGIEFÖRDERUNG, DES ÖLPREIS- UND DES NÄHRUNGSMITTELPREISANSTIEGS AUF DIE ENTWICKLUNG DES ENERGIEPFLANZENANBAUS IN DEUTSCHLAND**

*Philipp Grundmann, Hilde Monika Klauss\* und Mathias Schindler\*\**

### **Zusammenfassung**

Die Entscheidungsfindung in der Bioenergie-Branche wird maßgeblich bestimmt durch Energiekosten, Preisentwicklungen im Nahrungsmittelanbau sowie Fördermaßnahmen für die Produktion und energetische Nutzung der Biomasse. Eine Veränderung dieser Faktoren beeinflusst die Wettbewerbsfähigkeit des Energiepflanzenanbaus. Wird dies nicht berücksichtigt, beispielsweise bei Prognosen zur Verfügbarkeit von Biomasse, kann es zu gravierenden Fehleinschätzungen der Chancen und Risiken sowie zu Fehlern bei der Ressourcenallokation kommen.

Für mehrere Regionen in Deutschland werden in Szenarien die Auswirkungen auf den Energiepflanzenanbau sowie die Nutzung von Land und Ressourcen betrachtet, welche sich infolge stark steigender Energiekosten, steigender Nahrungsmittelpreise, sowie der andauernden Förderung der Bioenergieproduktion ergeben. Die Vorgehensweise umfasst: 1) die Definition der Simulations-Szenarien, 2) die Simulation der zukünftigen Ressourcennutzung mithilfe multikriterieller Modelle, 3) die Analyse der Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf den Energiepflanzenanbau und der daraus resultierenden Rohstoffverfügbarkeit für die Bioenergieproduktion, und 4) die Bewertung ökonomischer Auswirkungen sich ändernder Energiekosten, Nahrungsmittelpreise und Förderungsmaßnahmen.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Landwirte und regionale Entscheidungsträger empfindlich auf veränderte Energiekosten reagieren. Bei der Planung der Ressourcennutzung auf betrieblicher und regionaler Ebene und ihrem Einsatz für den Energiepflanzenanbau unterminieren Ölpreissteigerungen die vorhandenen Fördermaßnahmen. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Fördermaßnahmen der Hauptantrieb für die Entwicklung des landwirtschaftlichen Energie-Sektors sind. Die Anpassung der Ressourcennutzung und die resultierende Biomasseverfügbarkeit für die Energieproduktion variieren in Abhängigkeit von den regionalen und den betrieblichen Charakteristika und der Ressourcenausstattung.

Die ex-ante Abschätzung der regionalen Rohstoffverfügbarkeit für die Bioenergieproduktion bei sich ändernden Rahmenbedingungen leistet einen wesentlichen Beitrag zur Risikominderung durch Information. Die Erkenntnisse sind hilfreich, um Aktivitäten im Bioenergie-Sektor zu planen, welche bezüglich wechselnder ökonomischer und politischer Bedingungen weniger risikoreich sind.

### **Keywords**

Bioenergie, Flächenkonkurrenz, Szenarioanalyse, Modellsimulation

### **1 Einleitung**

Aus landwirtschaftlicher Biomasse produzierte Energie (Bioenergie) spielt eine bedeutsame Rolle bei der Erreichung der Ziele des Fahrplans für erneuerbare Energien („Renewable

\* Dr. Philipp Grundmann, Dr. Hilde Monika Klauss, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; Email: pgrundmann@atb-potsdam.de

\*\* Dr. Mathias Schindler, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Mars-la-Tour-Straße 1-13, 26121 Oldenburg

Energy Road Map“), welcher von der Europäischen Kommission für jeden Mitgliedsstaat vorgeschlagen wurde (EUROPEAN COMMISSION, 2007). Dieser Fahrplan beinhaltet ein verbindliches Ziel von 20 % für den Anteil erneuerbarer Energien am Energieverbrauch in der EU bis zum Jahr 2020 sowie ein verbindliches Mindestziel eines Anteils von 10 % Bio-kraftstoffen. Bisher gedieh der Bioenergie-Sektor mit Hilfe vielfältiger Fördermaßnahmen, die unter der Hoheit europäischer und deutscher Agrar-, Energie- und Umweltpolitik eingerichtet wurden. Ziel der Politik war es, den Anteil und die Zufuhr der Bioenergie am gesamten Energiemix zu erhöhen, und zugleich die Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Bioenergie zu steigern. Im Jahr 1997 gab sich die EU als Ziel vor, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Brutto-Energieverbrauch in der EU im Jahr 2010 insgesamt 12 % betragen soll (EUROPEAN COMMISSION, 1997). Trotz eines deutlichen Anstiegs dieses Anteils wird dieses Ziel nach Schätzungen der Kommission wohl nicht erreicht werden. Zudem stellen jüngste Entwicklungen auf den weltweiten Rohstoffmärkten und neue europäische Umwelt- und Agrarstrategien den Bioenergiesektor und insbesondere den Energiepflanzenanbau vor neue Risiken bzw. Herausforderungen. Für den Bioenergie-sektor gilt es die Risiken, die bei sich verändernden Rahmenbedingungen auftreten, frühzeitig zu erkennen, richtig einzuschätzen und in angemessener Weise darauf zu reagieren.

Die Entscheidungsfindung in der Bioenergie-Branche und im Energiepflanzenanbau wird maßgeblich bestimmt durch Energiekosten, Preisentwicklungen im Nahrungsmittelanbau und Fördermaßnahmen für die Produktion und energetische Nutzung der Biomasse. Eine Missachtung dieser Faktoren kann zu gravierenden Fehleinschätzungen der Chancen und Risiken, sowie zu einer Fehlallokation bei der Ressourcenzuteilung führen. Die Abschätzung der Folgen der Bioenergieförderung, des Ölpreis- und des Nahrungsmittelpreisanstiegs auf die Entwicklung des Energiepflanzenbaus in Deutschland kann maßgeblich dazu beitragen, dies zu vermeiden.

## 2 Methoden

Der grundlegende Ansatz stützt sich auf eine Entscheidungsorientierte Wirkungsanalyse, welche ein multikriterielles Optimierungsmodell für die Entscheidungsfindung und Folgenabschätzung nutzt. Das komparativ-statische Modell wurde entwickelt, um die Änderung der Landnutzung infolge innovativer Bioenergie- und Energiepflanzenanbautechniken sowie Bioenergie- und Umweltpolitiken auf betrieblicher und regionaler Ebene abzuschätzen. Dazu wurde ein Betriebstypenmodell gewählt, bei dem ein repräsentativer Betriebstyp eine bestimmte Art von weitgehend homogenen Betrieben vertritt. Eine Region besteht aus Betriebstypen, die in einem einzigen Modell zusammengefasst sind. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine simultane Optimierung des Produktionsprogramms einer Region (GRUNDMANN et al., 2008). Das Modell berücksichtigen neben der Ressource Land die begrenzte Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen wie Wasser und Humus, aber auch Arbeitskräfteeinsatz, Betriebsmittel, etc. Durch die Integration der Ressourcen werden die Flächenkonkurrenz und weitere elementare Parameter bei der Modellierung von Konkurrenzen berücksichtigt. Es werden jedoch ausschließlich die agrarischen Ressourcennutzungen berücksichtigt. Bei der Modellierung der Ressourcennutzung in den Regionen steht die ökonomische Optimierung der Nutzungsmöglichkeiten im Hinblick auf Gewinnbeiträge der Verfahren und Betriebe, sowie Bruttowertschöpfung im Vordergrund der Analyse. Aus der gegebenen regionalen Ausstattung wird somit eine optimale Allokation der verfügbaren Ressourcen simuliert. Das Modell basiert demnach auf der Annahme einzelwirtschaftlich handelnder Akteure. Weiterhin werden die technologischen, ökologischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen integriert, die den Nutzungsraum der Ressourcen begrenzen. Optimierung durch Lineare Programmierung, eine etablierte Methode in der angewandten Ökonomie, ist für diese Studie besonders geeignet, da

- a) viele Aktivitäten und Restriktionen zugleich betrachtet werden können,

b) explizite und effiziente Prozeduren für die Lösungsfindung (Optimumssuche) eingesetzt werden,

c) Ergebnisse aus veränderbaren Variablen nachvollziehbar berechnet werden können, und neue Technologien, politische Steuerungsinstrumente und Vorgaben durch neue Aktivitäten modelliert werden können (HAZELL und NORTON, 1986).

Allerdings weist die quantitative Modellierung Beschränkungen auf und kann daher nur im Bewusstsein ihrer Grenzen zur Anwendung kommen. Sie stellt ein stark vereinfachtes Abbild eines Untersuchungsgegenstandes dar. Bei der Verwendung von Linearer Programmierung ist zu berücksichtigen, dass sprunghafte Veränderungen von Lösungen nicht ausgeschlossen werden können. Quantitative Modelle können deshalb auch Konkurrenzen nicht exakt abbilden. Zwei grundlegende Annahmen des verwendeten Modells sind:

1. Die regionalen Modellbetriebe handeln als „betriebswirtschaftliche Einheit“ rational und optimieren nach ökonomischen Kriterien.
2. Das Angebot und die Nachfrage der Region haben keinen Einfluss auf die Marktpreise.

Durch die ökonomischen Rahmendaten ist das Ressourcennutzungsmodell an die Nachfrageentwicklung gekoppelt, beinhaltet selbst jedoch nur die angebotsseitigen Reaktionen. Hierdurch können mögliche Entwicklungen, die im Zusammenwirken von Angebot und Nachfrage entstehen, nicht erfasst werden. Ebenso sind die ökologischen Rückkopplungswirkungen nicht integriert. Eine umfassende Beschreibung und Diskussion des verwendeten Betriebstypenmodells sowie der darin enthaltenen Verfahren und Restriktionen bietet GRUNDMANN und KIMMICH (2008).

Das Modell wird in verschiedenen Verbundprojekten zur Technikfolgenabschätzung im Bereich Bioenergie sowie zur Entscheidungsunterstützung in mehreren Regionen in Deutschland weiterentwickelt. Die hier dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf die Region Havelland im Land Brandenburg, sowie die Regionen Emsland, Soltau-Fallingbostal und Braunschweig-Hildesheim im Land Niedersachsen. Die Regionen zeichnen sich durch weitgehend homogene Betriebstypen aus (GRUNDMANN et al., 2008). Die Region Havelland ist charakterisiert durch große Mischbetriebe mit Tierhaltung und großflächigem Ackerbau auf vorwiegend sandigen und leichten Böden. Die Region Braunschweig-Hildesheim hat sehr fruchtbare Böden, und ist infolgedessen dominiert von landwirtschaftlichen Betrieben mit intensivem Ackerbau. Die Region Soltau-Fallingbostal ähnelt der Havelland-Region bezüglich der Bodengüte. Die Betriebe sind ebenfalls Mischbetriebe, deren Flächenausstattungen jedoch deutlich geringer und deren Produktionsintensitäten höher sind. In der Region Emsland sind vorwiegend Tierhaltungsbetriebe angesiedelt, insbesondere intensive Schweine-, Geflügel- und Rindermastbetriebe.

Der Studie liegen Daten aus Betriebsbefragungen, früheren Studien und offiziellen (Agrar-)Statistiken auf Betriebsebene und regionaler Ebene aus den Jahren 2004 und 2007 zugrunde. Für eine statistische Analyse wurden pro Region 20 bis 30 Betriebe ausgewählt. Die Befragungen mit standardisierten Fragebögen erhoben qualitative und quantitative Informationen über alle Aspekte der Entscheidungsfindung - unter anderem soziale und ökonomische Aktivitäten, Ressourcen-Ausstattung, sowie auch Probleme und Ziele der ländlichen Bevölkerung in den Regionen. Die Daten wurden zur Modellbildung genutzt, so dass eine differenzierte Betrachtung und ein Vergleich der Auswirkungen verschiedener Szenarien für einzelne Regionen ermöglicht wird. Die Analyse betrachtet und vergleicht mögliche Entwicklungen 'MIT' und 'OHNE' Änderungen und deren Auswirkungen auf das Einkommensniveau in der Landwirtschaft. Die Konzeption und Validierung der betrachteten Szenarien erfolgte im Rahmen von Marktbeobachtungen sowie Expertengesprächen und -Workshops.

Es werden drei Szenarien und Variationen der Modellparameter gewählt. In Tabelle 1 sind die Variationen der Modellparameter aufgeführt für Szenarien, welche sich auf steigende Ölpreise, steigende Nahrungsmittelpreise und zunehmende Bioenergieproduktion beziehen.

**Tabelle 1: Parameterannahmen in den Szenarien**

Szenarien		Basis-Szenario	Ölpreisanstieg		Preisanstieg Nahrungsmittel		Förderung der Bioenergie		
Ölpreis	US-\$/barrel	60,00	+100%		—		—		
Referenzpreis Weizen	€/t	145,00	—		+50%		—		
Kapazität der Bioenergieproduktion		—	—		—		+200%		
Dieselpreis	€/l	0,95	+55%		+ 0%		+ 0%		
Benzinpreis	€/l	1,15	+50%		+ 0%		+ 0%		
Schmierölpreis	€/l	2,50	+25%		+ 0%		+ 0%		
Strompreis	€/kWh	0,14	+45%		+ 0%		+10%		
Lohnkosten	€/Akkh	16,00	+15%		+10%		+ 0%		
Düngerpreis N	€/kg	0,65	+35%		+20%		+ 5%		
Düngerpreis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	€/kg	0,50	+20%		+15%		+ 0%		
Düngerpreis K <sub>2</sub> O + MgO	€/kg	0,36	+15%		+20%		+ 5%		
Düngerpreis CaO	/kg	0,02	+ 5%		+ 5%		+ 0%		
Pflanzenschutzkosten	%	1,00	+26%		+25%		+ 8%		
Var. Maschinenkosten	%	1,00	+23%		+15%		+ 5%		
Feste Maschinenkosten	%	1,00	+23%		+15%		+ 5%		
Preise		Produkt €/dt	Saat €/kg	Produkt	Saat	Produkt	Saat	Produkt	Saat
Weizen		14,50		+45%		+50%		+15%	
Weizen (Futterqualität)		14,00	0,37	+47%	+25%	+52%	+39%	+16%	+ 8%
Energieweizen (Ethanol)		13,25		+49%		+55%		+16%	
Roggen		14,00		+47%		+52%		+16%	
Roggen (Futterqualität)		13,00	1,02	+50%	+15%	+56%	+14%	+17%	+ 3%
Energieroggen (Ethanol)		13,25		+49%		+55%		+16%	
Roggen GPS		2,95	0,37	+40%	+25%	+41%	+40%	+12%	+ 8%
Gerste (Futterqualität)		13,50	0,38	+48%	+25%	+54%	+38%	+16%	+ 7%
Gerste		18,00	0,44	+36%	+25%	+40%	+33%	+12%	+ 7%
Hafer		13,75	0,35	+47%	+25%	+53%	+42%	+16%	+ 8%
Triticale		13,75	0,37	+47%	+25%	+53%	+39%	+16%	+ 8%
Körnermais		15,50	6,38	+42%	+15%	+47%	+ 3%	+14%	+ 0%
Silomais		3,00		+35%		+40%		+12%	
Energiemais (Biogas)		2,90	6,38	+40%	+15%	+43%	+ 3%	+13%	+ 0%
Raps (Nahrungsmittel)		27,50		+40%		+52%		+16%	
Raps (Non-food)		27,50	14,63	+40%	+15%	+52%	+ 2%	+16%	+ 0%
Speisekartoffeln		10,00	0,31	+13%	+25%	+17%	+14%	+ 5%	+ 2%
Stärkekartoffeln		5,40	0,28	+30%	+25%	+23%	+11%	+ 7%	+ 2%
Zuckerrübe		3,00		+47%		+44%		+13%	
Zuckerrübe (Ethanol)		2,75	29,73	+60%	+15%	+47%	+15%	+14%	+ 5%
Sudangras		2,85	2,00	+40%	+15%	+45%	+15%	+14%	+10%
Hybrid-Sorghum		2,85	3,66	+40%	+15%	+45%	+15%	+14%	+10%
Sonnenblume		2,85	21,40	+40%	+10%	+45%	+10%	+14%	+10%
Ackergras		3,65	2,10	+40%	+15%	+33%	+15%	+10%	+ 5%
Stroh		4,86		+45%		+15%		+ 8%	

Die Ermittlung der Modellparameter geschah auf der Basis von Marktbeobachtungen, Literaturstudien sowie Expertengesprächen. Beim Ölpreisanstieg-Szenario erfolgte die Validierung der Modellparameter durch Analyse der Kostenstrukturen der Produktion im Basisszenario. Dabei wurde untersucht, inwieweit die Erzeugerkosten von dem Szenariofaktor Ölpreis abhängig sind. Es wurde angenommen, dass die Lohnkosten, Pachten,

Beiträge und Zinsansätze nicht von einer Ölpreiserhöhung beeinflusst werden. Alle anderen Kosten (fixe und variable Maschinenkosten, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Saatgut) werden unmittelbar mit einem Anteil von bis zu 100 % durch den Ölpreis bestimmt. Der genaue Anteil wurde anhand des kumulativen Energieaufwands ermittelt, der durch Einsatz des jeweiligen Produktionsmittels auftritt (GREEN, 1987; SCHOLZ und KAULFUB, 1995; KALTSCHMIDT und REINHART, 1997; DAVIS und HAGLUND, 1999, PATYK und REINHARDT, 1997), sowie den Kosten, um diesen Energieaufwand zu erbringen. Für die Herleitung der Annahmen in den Szenarien zum Preisanstieg bei Nahrungsmitteln und zur Förderung der Bioenergie siehe SCHINDLER (2008). Für das Basisszenario wurde 2004 als Referenzjahr gewählt. In allen Szenarien wird von einer Aufhebung der Flächenstilllegung ausgegangen.

### 3 Ergebnisse der Szenariosimulationen

Für einen differenzierten Vergleich der Auswirkungen der Szenarioannahmen in den verschiedenen Regionen sind die Simulationsergebnisse für die drei betrachteten Szenarien (Tabellen 6 bis 8) und die vier Untersuchungsregionen (Tabellen 2 bis 5) gegenübergestellt.

Infolge der, politisch bedingten, Aufhebung der Flächenstilllegungsverpflichtung werden in allen Szenarien und Regionen die gesamten Stilllegungsflächen wieder bewirtschaftet.

In der Region Havelland (Tabelle 2) zeichnet sich in allen Szenarien ein deutlicher Zuwachs der Weizenanbauflächen ab, während der Roggen- und Haferanbau verringert wird. Beim Szenario Ölpreisanstieg verkleinern sich außerdem die Raps- und Gersteanbauflächen. Im Szenario zum Nahrungsmittelpreisanstieg wird hingegen vermehrt Raps und Gerste sowie Kartoffeln und Körnermais angebaut. Beim Szenario zur Bioenergieförderung ist erwartungsgemäß eine Ausdehnung des Energiepflanzenanbaus (Raps, GPS-Silage und Energiemais) zu beobachten, aber auch Kartoffel- und Gersteanbauflächen erfahren leichte Zuwächse.

**Tabelle 2: Landnutzungsverteilung im Havelland (in ha)**

	Referenz-Situation	Basis-Szenario	Ölpreisanstieg	Preisanstieg Nahrungsmittel	Bioenergie-Förderung
Zuckerrübe	1.330	1.219	1.210	1.243	1.207
Energierübe	0	0	0	0	0
Speisekartoffeln	739	893	910	1.071	1.071
Stärkekartoffeln	0	0	73	53	53
Frühkartoffeln	7	0	0	0	0
Stilllegung	6.183	6.061	0	0	0
Raps	7.653	8.102	6.530	9.002	9.002
GPS - Silage	48	96	157	157	475
Silomais (Futter/Silage)	8.031	7.350	7.339	7.367	7.320
Energiemais (Biogas)	0	425	423	492	1.331
Körnermais	1.213	0	0	712	0
Weizen	10.521	10.882	24.768	23.508	23.160
Energieweizen	0	0	0	0	0
Roggen	13.207	16.929	11.692	8.761	8.717
Energieroggen	0	0	0	0	0
Gerste	5.033	3.955	3.147	4.347	4.027
Hafer	1.980	1.577	1.211	762	1.141
Triticale	4.668	3.126	3.117	3.139	3.110
Sudangras	0	0	36	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0	0
Ackergras	0	4.511	4.511	4.511	4.512



**Tabelle 3: Landnutzungsverteilung in der Region Braunschweig-Hildesheim (in ha)**

	Referenz-Situation	Basis-Szenario	Ölpreisanstieg	Preisanstieg Nahrungsmittel	Bioenergie-Förderung
Zuckerrübe	27.864	24.349	24.364	24.388	24.352
Energierübe	0	0	0	0	0
Speisekartoffeln	335	1.227	1.209	1.212	1.218
Stärkekartoffeln	889	853	853	853	853
Frühkartoffeln	0	0	0	0	0
Stilllegung	10.674	10.674	0	0	0
Raps	2.181	3.416	1.094	4.708	3.325
GPS - Silage	0	266	266	266	798
Silomais (Futter / Silage)	687	140	140	140	140
Energiemais (Biogas)	0	952	952	952	2.855
Körnermais	199	33	148	144	71
Weizen	65.822	65.391	78.553	76.857	75.711
Energieweizen	0	0	0	0	0
Roggen	737	0	0	0	0
Energieroggen	0	0	0	0	0
Gerste	9.591	12.643	12.364	10.423	10.619
Hafer	444	0	0	0	0
Triticale	434	0	0	0	0
Sudangras	0	0	0	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0	0
Ackergras	605	518	518	518	518

**Tabelle 4: Landnutzungsverteilung in der Region Soltau-Fallingb. (in ha)**

	Referenz-Situation	Basis-Szenario	Ölpreisanstieg	Preisanstieg Nahrungsmittel	Bioenergie-Förderung
Zuckerrübe	2.480	2.173	1.743	2.183	2.185
Energierübe	0	0	0	0	0
Speisekartoffeln	2.685	2.377	5.332	4.345	0
Stärkekartoffeln	2.627	2.477	2.487	2.509	2.486
Frühkartoffeln	28	0	0	0	0
Stilllegung	6.556	6.555	0	0	0
Raps	2.083	248	0	1.735	3.121
GPS - Silage	0	1.192	1.192	1.192	3.582
Silomais (Futter / Silage)	11.530	9.985	9.983	9.979	9.980
Energiemais (Biogas)	0	3.763	3.763	3.763	11.218
Körnermais	635	0	1.720	3.376	0
Weizen	3.737	5.074	1.879	5.197	5.560
Energieweizen	0	1.336	3.020	0	0
Roggen	10.602	10.325	15.562	12.249	7.235
Energieroggen	0	0	0	0	0
Gerste	11.303	10.606	10.606	10.606	10.606
Hafer	1.035	337	0	0	0
Triticale	4.597	3.047	2.208	2.364	3.526
Sudangras	0	0	0	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0	0
Ackergras	2.409	2.811	2.811	2.810	2.807

Die Landnutzungsverteilung in der Region Braunschweig-Hildesheim (Tabelle 3) erweist sich als nahezu gleich in allen betrachteten Szenarien. Der Anstieg der Weizenanbauflächen wird

begleitet von einem leichten bis mäßigen Rückgang der Gersteanbauflächen. Lediglich beim Raps- und Roggensilageanbau bestehen zwischen den Szenarien Unterschiede. Der düngerintensive Rapsanbau zur Nahrungs- und Biokraftstoffherzeugung verringert sich beim Ölpreisanstieg, und steigert sich leicht bei Nahrungsmittelpreisanstieg. Der GPS-Silageanbau zur Biogasgewinnung erfährt im Szenario zur Bioenergieförderung einen leichten Zugewinn.

**Tabelle 5: Landnutzungsverteilung in der Region Emsland (in ha)**

	Referenz-Situation	Basis-Szenario	Ölpreisanstieg	Preisanstieg Nahrungsmittel	Bioenergie-Förderung
Zuckerrübe	154	138	138	138	138
Energierübe	0	0	0	0	0
Speisekartoffeln	1.530	542	3.250	2.399	2.559
Stärkekartoffeln	18.970	17.910	17.853	17.881	17.842
Frühkartoffeln	4	0	0	0	0
Stilllegung	8.634	8.634	0	0	0
Raps	510	573	2.073	3.805	0
GPS - Silage	0	2.454	2.441	1.210	3.670
Silomais (Futter /Silage)	30.134	19.030	19.032	19.032	19.034
Energiemais (Biogas)	0	2.786	2.797	3.743	11.218
Körnermais	22.032	23.886	23.886	23.886	23.886
Weizen	7.111	9.638	9.293	1.726	10.180
Energieweizen	0	0	0	0	0
Roggen	4.062	2.245	15.719	15.633	13.304
Energieroggen	0	0	0	0	0
Gerste	15.690	23.595	14.951	21.980	9.604
Hafer	649	0	0	0	0
Triticale	4.983	3.364	3.364	3.364	3.364
Sudangras	0	0	0	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0	0
Ackergras	4.968	4.632	4.633	4.633	4.632

Für die Region Soltau-Fallingb. zeigen die Ergebnisse für das Szenario Ölpreisanstieg einen Rückgang der Weizen-, Triticale-, Hafer-, Zuckerrüben- und Rapsanbauflächen bei gleichzeitiger Ausweitung des Nahrungsmittelanbaus in Form von Roggen, Körnermais und Speisekartoffeln sowie des Anbaus von Energieweizen für die energetische Nutzung. Im Szenario zum Nahrungsmittelpreisanstieg vergrößern sich die Roggen- und Speisekartoffelanbauflächen ebenfalls, aber auch Flächen mit Raps, Weizen, Zuckerrüben und Körnermais erfahren Zuwächse. Hafer und Energieweizen werden nicht mehr angebaut, Triticaleflächen schrumpfen. Im Szenario Bioenergieförderung wird der Energiepflanzenanbau in Form von Energiemais, GPS-Silage und Raps ausgeweitet. Die Nahrungsmittelproduktion verschiebt sich von Speisekartoffeln zu Roggen, Triticale und Weizen.

In der Region Emsland mit Intensivtierhaltung (Tabelle 5) sind Veränderungen bei der Futteranbaufläche zu erkennen. So nimmt die Anbaufläche für Gerste in allen Szenarien ab, und der Roggenanbau wird ausgeweitet. Im Szenario zum Nahrungsmittelpreisanstieg wechselt die Anbaustruktur zudem von Weizen zu Kartoffeln und Raps, sowie von GPS-Silage zu Energiemais. Im Szenario zur Bioenergieförderung hingegen profitiert zudem der Energiepflanzenanbau (Energiemais, GPS-Silage) zulasten der Futteranbaufläche

### 3.1 Ölpreisszenario

Die Landnutzung, die sich infolge steigender Ölpreise in den betrachteten Regionen ergibt, ist in Tabelle 6 aufgeführt. Alle Stilllegungsflächen werden wieder bewirtschaftet, ansonsten

zeigen die Szenarienergebnisse teils unterschiedliche Entwicklungen zwischen den Regionen auf. In Bezug auf die Bioenergieproduktion ist hervorzuheben, dass, bis auf den Rapsanbau im Emsland sowie den Energieweizenanbau in der Region Soltau-Fallingbostal, der Energiepflanzenanbau in dem Szenario Ölpreisanstieg in allen Regionen keine nennenswerte Ausweitung der Anbaufläche erfährt. Dagegen sind starke Zunahmen der Anbauflächen beim Anbau von Nahrungsprodukten, insbesondere von Weizen in den Regionen Havelland und Braunschweig-Hildesheim, sowie von Roggen, Kartoffeln im Emsland und Roggen Kartoffeln und Körnermais in der Region Soltau-Fallingbostal zu beobachten. Der Futterbau zeigt hingegen in den meisten Regionen eine rückläufige Tendenz. Der Ölpreisanstieg führt in den vom Ackerbau dominierten Regionen Havelland, Braunschweig-Hildesheim und Soltau-Fallingbostal zur Verstärkung der existierenden Produktionsmuster und einer weiteren Verengung der Fruchtfolgen. Ohne eine zusätzliche Förderung von RME und Biodiesel wird die Rapsanbaufläche bei steigendem Ölpreis reduziert und stattdessen für den Getreideanbau genutzt. Dies erklärt sich durch den hohen Anteil der Energiekosten an den Verfahrenskosten beim Rapsanbau. Der Zuckerrübenanbau bleibt wettbewerbsfähig. Lediglich auf den leichten Böden in Soltau-Fallingbostal verliert Zuckerrübe an Vorzüglichkeit mit steigenden Ölpreisen, da die Kosten für Bewässerung und Transport der Rüben ansteigen. Auch Weizen weicht in dieser Region, aufgrund seiner relativ hohen Standortansprüche und seines vergleichsweise niedrigem Ertragsniveau, dem Roggenanbau.

In allen Regionen bleibt der Energierübenanbau unattraktiv. Speise- und Stärkekartoffeln werden unvermindert angebaut, um existierende Anbauverträge zu erfüllen. Die Anbauflächen von Silomais, Grassilage, Roggen-GPS und Körnermais für die Biogasproduktion bleiben stabil, da ihre Produkte für bereits existierende Biogasanlagen und Tierhaltungsbetriebe benötigt werden.

**Tabelle 6: Relative Änderung der Landnutzungsverteilung bei Ölpreisteigerung (in Prozent der gesamten Ackerfläche)**

	Havelland	Braunschweig-Hildesheim	Soltau-Fallingbostal	Emsland
Zuckerrübe	0	0	-0,7	0
Energierübe	0	0	0	0
Speisekartoffeln	0	0	+4,7	+2,3
Stärkekartoffeln	+0,1	0	0	0
Frühkartoffeln	0	0	0	0
Stilllegung	-9,3	-8,9	-10,5	-7,2
Raps	-2,4	-1,9	-0,4	+1,3
GPS – Silage	+0,1	0	0	0
Silomais (Futter /Silage)	0	0	0	0
Energiemais (Biogas)	0	0	0	0
Körnermais	0	+0,1	+2,8	0
Weizen	+21,3	+10,9	-5,1	-0,3
Energieweizen	0	0	+2,7	0
Roggen	-8,0	0	+8,4	+11,3
Energieroggen	0	0	0	0
Gerste	-1,2	-0,2	0	-7,2
Hafer	-0,6	0	-0,5	0
Triticale	0	0	-1,3	0
Sudangras	+0,1	0	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0
Ackergras	0	0	0	0

### 3.2 Szenarien mit Nahrungsmittelpreisanstieg

Die Simulationsergebnisse für das Szenario zur Erhöhung der Nahrungsmittelpreise (Tabelle 7) zeigen, abgesehen von der allgemeinen erneuten Bewirtschaftung der Stilllegungsflächen, ebenfalls je nach Region sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Landnutzungsverteilung.

**Tabelle 7: Relative Änderung der Landnutzungsverteilung bei Steigerung der Nahrungsmittelpreise (in Prozent der gesamten Ackerfläche)**

	Havelland	Braunschweig-Hildesheim	Soltau-Fallingbostal	Emsland
Zuckerrübe	0	0	0	0
Energierübe	0	0	0	0
Speisekartoffeln	+0,3	0	+3,2	+1,6
Stärkekartoffeln	0,1	0	0	0
Frühkartoffeln	0	0	0	0
Stilllegung	-9,3	-8,9	-10,5	-7,2
Raps	+1,4	+1,1	+2,4	+2,7
GPS – Silage	+0,1	0	0	-1,0
Silomais (Futter/Silage)	0	0	0	0
Energiemais (Biogas)	+0,1	0	0	+0,8
Körnermais	+1,1	+0,1	+5,4	0
Weizen	+19,4	+9,5	+0,2	-6,6
Energieweizen	0	0	-2,1	0
Roggen	-12,5	0	+3,1	+11,2
Energieroggen	0	0	0	0
Gerste	+0,6	-1,8	0	-1,4
Hafer	-1,3	0	-0,5	0
Triticale	0	0	-1,1	0
Sudangras	0	0	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0
Ackergras	0	0	0	0

Im Havelland ergibt sich eine Ausweitung der Anbauflächen der Nahrungsmittelkulturen Weizen, Körnermais, Gerste und Kartoffeln sowie der Energiepflanzen Raps, Energiemais und GPS-Silage. Die Anbauflächen von Nahrungsmitteln mit geringerer Vergütung wie Roggen und Hafer werden verkleinert. In der intensiv ackerbaulich bewirtschafteten Region Braunschweig-Hildesheim werden die bestehenden Produktionsmuster mit einer Ausweitung der Weizenanbaufläche gefestigt, der Rapsanbau erfährt einen leichten Zuwachs. In der Region Soltau-Fallingbostal vergrößern sich bei denselben Szenarioannahmen die Anbauflächen von Speisekartoffeln und Raps, welcher in der Region eine relative Vorzüglichkeit aufweist, und der ertragstarken Kulturen Roggen und Körnermais zulasten der unattraktiveren, da ertragsschwächeren, Getreidearten Energieweizen, Hafer und Triticale. Die Region Emsland zeigt eine ähnliche Entwicklung, wobei die Anbaufläche des ertragsschwächeren Weizens zugunsten des Roggenanbaus verringert wird.

In allen betrachteten Regionen gewinnt in diesem Szenario der Energiepflanzenanbau bis auf mit Ausnahme des Rapsanbaus sowie, im Emsland, des Energiemaisanbaus, kaum an Bedeutung.

### 3.3 Szenarien mit Förderung der Bioenergieproduktion

Auch eine zusätzliche Förderung der Bioenergieproduktion hat je nach Region in den Simulationsrechnungen unterschiedlichen Auswirkungen (siehe Tabelle 8). In allen Regionen werden Stilllegungsflächen wieder bewirtschaftet. Im Havelland und insbesondere in Soltau-Fallingbostal, Regionen mit leichten Böden, steigt der Anbau von Raps (z.B. für Biodiesel). Der Anbau von Roggen und Hafer für Nahrungsmittel ist auf die energetische Nutzung umgeschwenkt, d.h. auf Energiemais und GPS-Silage. Im Havelland profitiert aber insbesondere der Weizenanbau, so dass der Energiepflanzenanbau sich insgesamt nur mäßig ausweitet.

In Braunschweig-Hildesheim als einer Region mit sehr fruchtbaren Böden zeigt die zusätzliche Bioenergieförderung im Szenario kaum Wirkung. Für die Energieproduktion steigern sich lediglich die Flächen für Energiemais und GPS-Silage etwas. Selbst in diesem Szenario vergrößern sich vor allem die Weizenanbauflächen zur Nahrungsproduktion.

Das Emsland schließlich zeigt einen deutlichen Anstieg der Anbauflächen von Energiemais und GPS-Silage für die Biogasproduktion. Der Roggenanbau wird stark gesteigert. Zugleich verkleinern sich Flächen mit Raps- und Gerstenanbau. Auch unter den Energiepflanzen genießt der Rapsanbau nicht den Vorzug.

**Tabelle 8: Relative Änderung der Landnutzungsverteilung bei Bioenergieförderung (in Prozent der gesamten Ackerfläche)**

	Havelland	Braunschweig-Hildesheim	Soltau-Fallingbostal	Emsland
Zuckerrübe	0	0	0	0
Energierübe	0	0	0	0
Speisekartoffeln	+0,3	0	-3,8	+1,7
Stärkekartoffeln	+0,1	0	0	-0,1
Frühkartoffeln	0	0	0	0
Stilllegung	-9,3	-8,9	-10,5	-7,2
Raps	+1,4	-0,1	+4,6	-0,5
GPS – Silage	+0,6	+0,4	+3,8	+1,0
Silomais (Futter /Silage)	0	0	0	0
Energiemais (Biogas)	+1,4	+1,6	+12,0	+7,1
Körnermais	0	0	0	0
Weizen	+18,9	+8,6	+0,8	+0,5
Energieweizen	0	0	-2,1	0
Roggen	-12,6	0	-5,0	+9,3
Energieroggen	0	0	0	0
Gerste	+0,1	-1,7	0	-11,7
Hafer	-0,7	0	-0,5	0
Triticale	0	0	+0,8	0
Sudangras	0	0	0	0
Hybrid Sorghum	0	0	0	0
Sonnenblumen	0	0	0	0
Ackergras	0	0	0	0

### 3.4 Auswirkungen auf den regionalen Gewinnbeitrag

Die vorgestellten Änderungen in der Verteilung der Landnutzung schlagen sich, wie in Tabelle 9 gezeigt, auf die regional in der Landwirtschaft erwirtschafteten Gewinnbeiträge nieder.

Im Szenario Ölpreisanstieg führen die steigenden Erlöse für Agrarprodukte zu einer Überkompensation der steigenden Produktionskosten. Dies führt in der Region Braunschweig-Hildesheim mit hoher Bodenfruchtbarkeit und intensivem Ackerbau zu besonders hohen Gewinnbeitragsanstiegen. In den anderen Szenarios ist ebenfalls ein Anstieg der Gewinnbeiträge in den Regionen zu verzeichnen, und zwar stärkere Anstiege in intensiv bewirtschafteten Ackerbauregionen als in ertragsschwächeren Regionen mit gemischten Produktionssystemen. So weist die Region Havelland mit den flächenmäßig größten Betriebsstrukturen aber einer relativ extensiven Flächenbewirtschaftung in allen Szenarien den geringsten Gewinnbeitragsanstieg auf. Ein Anstieg der Nahrungsmittelpreise führt in allen betrachteten Regionen zu den vergleichsweise höchsten Gewinnbeitragssteigerungen in der landwirtschaftlichen Produktion.

**Tabelle 9: Änderung des regional erwirtschafteten Gewinnbeitrags in den Szenarien (in 1.000 € und in Prozent)**

Regionen	Szenarien	Basis-Szenario	Ölpreisanstieg	Bioenergie-Förderung	Nahrungsmittelpreis-anstieg
Havelland		29.852	34.085 (+14 %)	35.456 (+19 %)	43.409 (+45 %)
Soltau-Fallingb.ostel		13.748	21.106 (+54 %)	24.801 (+80 %)	32.044 (+133 %)
Braunschweig-Hildesheim		57.739	143.087 (+148 %)	114.409 (+98 %)	160.304 (+178 %)
Emsland		43.058	57.909 (+34 %)	59.133 (+37 %)	80.398 (+87 %)

#### 4 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen sehr ausgeprägte Auswirkungen auf die Landnutzungsverteilung, welche sich zudem merklich zwischen Regionen mit unterschiedlichen Ressourcenausstattungen unterscheidet. In Szenarien mit steigenden Ölpreisen wird deutlich, dass unter den angenommenen Preis-Mengengerüsten ein Ölpreisanstieg nicht den Energiepflanzenanbau begünstigt. Dieser Trend ist in Regionen mit hoher Bodenfruchtbarkeit und intensiver Bewirtschaftung besonders deutlich zu erkennen. Steigende Ölpreise führen in den betrachteten Szenarien zu höheren Preisen für Nahrungsmittel und Energiepflanzen, wobei die Preise für Nahrungsmittel stärker ansteigen, als die Preise für Energiepflanzen. Dieses erhöht die Rentabilität von Nahrungsmittelkulturen gegenüber Energiepflanzen. Wenn der Ölpreis steigt, sinkt die Produktion von Non-Food-Raps aufgrund des hohen Energieeinsatzes beim Anbau in den meisten Regionen. Dadurch wird die Biodiesel-Wertschöpfungskette verändert. Bezüglich der Ethanol-Wertschöpfungskette wird die Verkleinerung der Rapsanbaufläche für Biodiesel von einer Vergrößerung der Getreideanbaufläche für Ethanol begleitet, wenn der Ölpreis steigt. Insgesamt erhöht sich in den Szenarien bei steigenden Ölpreisen das Risiko von Versorgungsengpässen für Bioenergieanlagen in Regionen mit hohen ackerbaulichen Ertragspotenzialen. Eine Ausnahme sind Bioenergieanlagen, die mit Rohstoffimporten oder Koppelprodukten aus der regionalen Ackerproduktion, wie beispielsweise Stroh oder Rübenblätter, betrieben werden.

Szenarien mit steigenden Nahrungsmittelpreisen geben einer Steigerung des Energiepflanzenanbaus wenig Raum. Die Szenariosimulationen zeigen, dass sich der Bioenergiesektor nur im nennenswerten Maß weiter entwickeln kann, wenn die Förderungen und/oder Effizienz-

steigerungen in der Produktion beibehalten oder gesteigert werden. Die größten Effekte solcher Verbesserungen können in Regionen mit Mischbetrieben und Böden geringer bis mittlerer Qualität und mit geringer bis mittlerer Bearbeitungsintensität beobachtet werden.

Als Schlussfolgerung lässt sich feststellen, dass der Anstieg von Öl- und Nahrungsmittelpreisen mögliche Entwicklungen darstellen, die unmittelbar die Rentabilität von Landwirtschaft und Energiepflanzenproduktion beeinflussen, und damit einen wesentlichen Unsicherheitsfaktor für die Bioenergiewirtschaft darstellen. In der Vergangenheit wurde der Anstieg des Ölpreises als ein gewichtiges Argument für die Förderung der Bioenergieproduktion betrachtet. Die Konkurrenz zwischen Nahrungs- und Bioenergieerzeugung um die knappen Ressourcen im ländlichen Raum hat seit kurzem Zweifel erweckt, ob mit der Produktion von Bioenergie die richtige Strategie verfolgt wird. Die Analyse zeigt, dass, wenn die Ölpreise steigen, die Produktion von Nahrungsmitteln dazu tendiert, attraktiver zu sein als die Produktion von Bioenergie. Dies wird bestärkt durch die seit neustem festzustellende Entwicklung steigender Preise von Nahrungsmitteln. Fördermaßnahmen der Bioenergieerzeugung können kaum dem Einfluss steigender Öl- und Nahrungsmittelpreise entgegenwirken. Bestehende und geplante Investitionen in Bioenergiekapazitäten sind daher einem erheblichen Risiko ausgesetzt. Die Untersuchung zeigt, dass der Einfluss der beschriebenen externen Faktoren, Ölpreis, Nahrungsmittelpreise und staatliche Fördermaßnahmen, je nach betrieblicher und regionaler Ausstattung von Ressourcen, sehr unterschiedlich sein kann. Dies hat zur Folge, dass die Chancen und Risiken neuer Entwicklungen für den Bioenergiesektor sich von Region zu Region immens unterscheiden. Künftige Untersuchungen zu den Möglichkeiten und Risiken der Bioenergieproduktion sollten daher auch unter dem Fokus regionaler Besonderheiten erstellt werden.

## Literatur

- DAVIS, J. und HAGLUND, C. (1999): Life Cycle Inventory (LCI) of Fertiliser Production. Fertiliser Products used in Sweden and Western Europe. SIK-Report No. 654 - the Swedish Institute for Food and Biotechnology
- EUROSERV'ER (2006): 6th Report EUROSERV'ER, State of Renewable Energies in Europe. In: [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat\\_baro/barobilan/barobilan6.pdf](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/barobilan/barobilan6.pdf).
- EUROPEAN COMMISSION (1997): Communication from the Commission - Energy for the future – renewable sources of energy: White Paper for a Community Strategy and Action Plan. COM (1997) 599 final. Brüssel, 26.22.1997.
- EUROPEAN COMMISSION (2007): Communication from the Commission to the Council and the European Parliament – Renewable energy road map – Renewable energies in the 21<sup>st</sup> century: building a more sustainable future. COM (2006) 848 final. Brüssel, 10.01.2007.
- GREEN, M. B. (1987): Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: Helsel, Z. R. (Hrsg.): Energy in Plant Nutrition and Pest Control. Elsevier, Amsterdam: 165-177.
- GRUNDMANN, P. und KIMMICH, C. (2008): Ausbau der Energiepflanzenutzung und regionale Flächenkonkurrenz. Gutachten für den Deutschen Bundestag / Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). TA-Projekt „Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen“.
- GRUNDMANN, P., KLAUSS, H. und SCHINDLER, M. (2008): Modellanwendung zur ökonomischen Bewertung von Biomassepfaden. In: Endbericht zum Projekt SUNREG I - Biomasse für SunFuel<sup>®</sup>, Volkswagen AG, Wolfsburg.
- HAZELL, P.B.R. und NORTON, R.D. (1986): Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture (Biological Resource Management). McGraw Hill Higher Education, New York, London.
- KALTSCHMIDT, M. und REINHART, G. A (1997): Nachwachsende Energieträger. Grundlagen, Verfahren, ökologische Bilanzierung. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.

- NIKOLAOU, A., REMROVA, M. und JELIAZKOV, I. (2003): Biomass availability in Europe. Project Report. Centre for Renewable Energy Sources. In: <http://europa.eu.int/>
- PATYK, A. und REINHARDT, G.A. (1997): Düngemittel - Energie und Stoffstrombilanzen. Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.
- SCHINDLER, M. (2008): Ökonomische Beurteilung des Anbaupotenzials für Biomasse in drei ausgewählten Regionen Niedersachsens. In: Endbericht zum Projekt SUNREG I - Biomasse für SunFuel®, Volkswagen AG. Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Hannover.
- SCHOLZ, V. und KAULFUSS, P. (1995): Energiebilanz für Biofestbrennstoffe. Forschungsbericht 1995/3. Institut für Agrartechnik Bornim e.V., Potsdam.
- SIEMONS, R., VIS, M., VAN DEN BERG, D., MC CHESNEY, I., WHITELEY, M., und N. NIKOLAOU (2004): BIO-ENERGY'S ROLE IN THE EU ENERGY MARKET, A view of developments until 2020, Report to the European Commission. In: [http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/doc/bioenergy/bioenergy\\_role\\_2000\\_2010\\_2020.pdf](http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/doc/bioenergy/bioenergy_role_2000_2010_2020.pdf).