



***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.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

# Flächenpotenziale für die Erzeugung von Energiepflanzen der Landwirtschaft der Europäischen Union

## Potential for the production of energy crops of the European agriculture

Arno Henze

Göttingen

Jürgen Zeddis

Universität Hohenheim

### Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird das Potenzial für die Erzeugung von Bioenergieträgern der Landwirtschaft der Europäischen Union quantifiziert. Dabei werden Potenziale aus stillgelegten Flächen und Flächenumwidmungen zu anderen Zwecken berücksichtigt. Weiterhin wird von der vereinfachenden hypothetischen Annahme ausgegangen, dass einerseits bei subventionierten Überschussprodukten der über die Nahrungsmittelselfversorgung des Landes hinausgehende Teil als technisches Potenzial für Erzeugung von Energiepflanzen genutzt werden könnte und andererseits in Defizitsituationen bei typischen Agrarprodukten der EU wie beispielsweise Getreide, Raps, Sonnenblumen der Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln Vorrang eingeräumt würde. Auf dieser Basis werden die Veränderungen im Nahrungsmittelverbrauch sowie die Ertrags- und Leistungssteigerungen in der Agrarproduktion bilanziert. Die Ergebnisse der Potenzialabschätzung führen für Deutschland bis zum Jahr 2020 zu Flächenpotenzialen für Bioenergieträger von bis zu 7 Mio. ha der verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche und für die EU-27 je nach Politikszenario zwischen 19 und 51 Mio. ha.

### Schlüsselwörter

Agrarpotenziale; Bioenergieträger; Nahrungsmittelverbrauch

### Abstract

The production potential for bio-energy sources of the EU agriculture is quantified. In doing so, set-aside land and rededication of land for other purposes are considered. Furthermore, the simplifying hypothetical assumption is made that on the one hand in the case of subsidized surplus production beyond food self-sufficiency could be used as technical potential for the production of energy plants and on the other hand in deficit situations for typical agricultural products in the EU as e.g. grain crops, rape seed, sunflowers the production of food would have priority. On the base of these assumptions the changes in the food consumption as well as increasing yield and efficiency in agricultural production are balanced. The estimates of the potential result for Germany in 2020 at up to 7 mill. hectares agricultural land and for the EU-27 depending on the policy scenario adopted between 19 and 51 mill. hectares.

### Key words

agricultural potential; bio-energy source; food consumption

## 1. Einleitung

Das Ziel dieses Beitrages besteht darin, für die EU-27-Staaten für den Zeitraum 2000-2020 künftige Potenziale des Biomasseangebots aus der Landwirtschaft zu quantifizieren. Berücksichtigt werden für die Potenziale in der Basis Brachflächen (stillgelegte Flächen) und Flächenfreisetzungen durch den Abbau von Überschüssen (bzw. die Defizite

bei Selbstversorgungslücken) bei Marktordnungsprodukten sowie Flächenverluste durch Flächenumwidmung. Die Abschätzung der zukünftigen Potenziale für Bioenergieträger für das Jahr 2010 und 2020 bezieht zusätzlich Veränderungen des Nahrungsmittelverbrauchs, der Umwidmung von bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie Ertrags- und Leistungssteigerungen ein.<sup>1</sup>

## 2. Begriffsbestimmungen und methodisches Vorgehen

In der folgenden Quantifizierung geht es im Wesentlichen um das Flächenpotenzial für den Anbau von Energiepflanzen, die nach den derzeitigen technischen Möglichkeiten als Bioenergieträger nutzbar sind. Reststoffe aus der Landwirtschaft, wie Gülle, Getreidestroh u.a., werden, wie auch die forstlichen Potenziale aus land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, nicht berücksichtigt. Bei den Energiepotenzialen der einzelnen Bioenergieträger wird in der Literatur zwischen theoretischen, technischen, ökonomischen, effizienten und erschließbaren Potenzialen unterschieden (vergl. hierzu KALTSCHMITT et al., 2003; HOLM-MÜLLER, BREUER, 2006).

- Das theoretische Potenzial regenerativer Energien ergibt sich aus dem physikalischen Angebot der erneuerbaren Energiequellen und stellt damit eine theoretische Obergrenze des verfügbaren Energieangebots dar. Wegen grundsätzlich unüberwindbarer technischer, ökologischer, struktureller und administrativer Schranken kann es zu meist nur zu sehr geringen Anteilen erschlossen werden und ist deshalb zur Beurteilung der tatsächlichen Nutzbarkeit des erneuerbaren Energieangebots im Allgemeinen nicht relevant.
- Das technische Potenzial beschreibt demgegenüber den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der derzeitigen technischen Möglichkeiten nutzbar ist. Im Einzelnen werden bei der Berechnung die verfügbaren Nutzungstechniken, ihre Wirkungsgrade, die Verfügbarkeit von Standorten auch im Hinblick auf kon-

<sup>1</sup> Dieser Beitrag basiert auf einer im Auftrage des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit durchgeföhrten Studie unter der Federführung des Instituts für Energetik und Umwelt, Leipzig, über das Thema „Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext“ (THRÄN et al., 2006).

kurrierende Nutzungen sowie „unüberwindbare“ strukturelle, ökologische (z.B. Naturschutzgebiete) und weitere nicht-technische Beschränkungen berücksichtigt.

- Unter dem ökonomischen Potenzial einer Option zur Nutzung regenerativer Energien wird der Anteil des technischen Potenzials verstanden, der im Kontext der gegebenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wirtschaftlich genutzt werden kann. Um die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit des betrachteten regenerativen Energieträgers bzw. -systems beurteilen zu können, sind die innerhalb der jeweiligen Einsatzbereiche konkurrierenden anderen Energiebereitstellungssysteme zu definieren. Das wirtschaftliche Potenzial zur Nutzung regenerativer Energien wird damit sowohl von den konventionellen Energiesystemen als auch den Energieträgerpreisen beeinflusst.
- Das effiziente Potenzial ist aus dem Nettonutzen möglicher Potenziale für die Volkswirtschaft unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Ziele und Ressourcenkosten abzuleiten. Dabei kann das volkswirtschaftlich effiziente Potenzial nicht für einzelne Energieträger isoliert festgelegt, sondern nur mit Hilfe gesamtwirtschaftlicher Analysen bestimmt werden.
- Das erschließbare Potenzial beschreibt den zu erwartenden Beitrag einer Option zur Nutzung regenerativer Energien. Es ist in der Regel zumindest zeitweise geringer als das wirtschaftliche Potenzial, da dieses im Allgemeinen nicht sofort und vollständig, sondern nur sehr langfristig (z.B. wegen begrenzter Herstellkapazitäten oder mangelnder Information) erschließbar ist. Das erschließbare Potenzial kann aber auch größer als das wirtschaftliche sein, wenn beispielsweise die betreffende Option zur Nutzung regenerativer Energien subventioniert wird (z.B. Markteinführungsprogramme). Das erschließbare Potenzial beschreibt den Beitrag zur Energiebereitstellung unter konkret definierten Politikoptionen.

In der vorliegenden Untersuchung wird das „erschließbare“ – d.h. durch Politikänderung, wie z.B. Aufgabe der Flächenstilllegung – leicht zugängliche Flächenpotenzial auf der Grundlage statistischer Quellen ermittelt, das getrennt für Ackerland und Grünland ausgewiesen wird. Es geht in diesem Beitrag um eine pragmatische Quantifizierung erschließbarer Flächen für Energiepflanzen nach einem nachvollziehbaren Verfahren unter definierten Annahmen für den gesamten Wirtschaftsraum der EU und weniger um die Entwicklung von Methoden zur Abschätzung von Potenzialen und auch nicht um die Bewertung von Instrumenten der Förderpolitik.

### **3. Ermittlung des erschließbaren Flächenpotenzials für Energiepflanzen**

Die Abschätzung des „erschließbaren“ Potenzials erfolgt unter der Vorgabe, dass im Wesentlichen zwei Politikmaßnahmen in der EU getroffen werden, zum einen der Verzicht auf die obligatorische Flächenstilllegung und zum anderen die Unterlassung jeglicher Subventionierung der Agrarexporte und/oder der Inlandsverwendung bei hoch gestützten Marktordnungsprodukten. Es wird vereinfachend angenommen, dass die Inlandserzeugung dieser Überschussprodukte bis an die Grenze der Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln für Bioenergie genutzt werden kann. Dies

bedeutet gleichzeitig, dass Flächen der Nahrungsmittelherstellung bis zur Selbstversorgung und der dafür benötigten Futtermittel nicht als Potenzial für Energiepflanzen angesehen werden. Um berechtigter Kritik aus ökonomischer Sicht vorzubeugen, sei deutlich herausgestellt, dass es im Folgenden nicht um eine Prognose der erwartbaren Bioenergieproduktion unter Berücksichtigung korrekter Marktbedingungen und Marktreaktionen handelt. Es wird aufgezeigt, welches Flächenpotenzial unter den getroffenen Annahmen zur Verfügung stehen würde. Dabei wird unterstellt, dass alle erschließbaren Flächenpotenziale für Energiepflanzen genutzt werden. Das bedeutet für Deutschland beispielsweise, dass die derzeitige Förderung der Bioenergie durch das EEG und das Biokraftstoffquotengesetz auch zur Nutzung der erschließbaren Flächenpotenziale führt. Für andere EU-Mitgliedstaaten ist das derzeit noch eine Hypothese. Die Quantifizierung stützt sich auf die für alle Länder konsistent ermittelten Daten von EUROSTAT (2004) und FAOSTAT (2004).

#### **3.1 Berechnungsverfahren und Annahmen**

Erschließbare Flächenpotenziale werden für eine Basisperiode (2000-2003) und für die Zeitpunkte 2010 und 2020 geschätzt. Für die Basisperiode wird unterstellt, dass in dem Zeitraum brachliegende Flächen und Flächen, die zur Erzeugung struktureller Überschüsse genutzt wurden, in vollem Umfang zur Energiepflanzenproduktion hätten herangezogen werden können.

#### **Brachflächen**

Brachflächen, die in EUROSTAT (2004) als Grün- oder Schwarzbrache geführt werden, sind definiert als landwirtschaftlich nutzbare Flächen. Sie beinhalten obligatorisch stillgelegte Flächen, die nicht zur Produktion nachwachsender Rohstoffe genutzt werden, und freiwillig stillgelegte Flächen, für die in der Basisperiode Direktzahlungen der EU gewährt werden konnten.

#### **Überschüsse (Defizite) der Marktordnungsprodukte**

Agrarflächen, auf denen Nettoüberschüsse sog. Marktordnungsprodukte (Getreide, Zucker, Ölfrüchte, Eiweißpflanzen, Milch, Rindfleisch u.a.) produziert werden, die überwiegend mit Subventionen auf den Weltmarkt exportiert wurden, werden als potenzielle Flächen für Bioenergieträger angesehen. Dies gilt streng genommen nur für die Überschüsse, die in Drittländer exportiert werden. Die später folgenden Berechnungsergebnisse für die EU-15 und EU-25/27 berücksichtigen folgerichtig nur Drittlandsexporte. Die Berechnungen für einzelne Mitgliedsländer beinhalten alle Export-Importüberschüsse, also auch, wenn sie in andere EU-Mitgliedsländer gehen, um Flächenpotenziale einzelner Länder separat ausweisen zu können.

Produkte mit Exportüberschüssen aus der sog. Veredlungsproduktion der Schweine- und Geflügelproduktion werden nicht als Potenzial für Bioenergieträger betrachtet. Hier kann unterstellt werden, dass Länder mit Exportüberschüssen bei diesen Produkten wie Dänemark, Niederlande u.a. komparative Kostenvorteile besitzen oder Qualitäten herstellen, die im oberen Markt- und Preissegment exportiert werden können. Im Gegensatz dazu wird bei Agrarprodukten mit defizitärer Selbstversorgung, z.B. Raps und Son-

nenblumen, nicht aber Soja unterstellt, dass das jeweilige Land zwar nicht über komparative Kostenvorteile einer konkurrenzfähigen Eigenerzeugung verfügt, diese Importe aber dennoch nicht mehr getätigten werden und eine Selbstversorgung auch bei diesen Produkten zu Lasten der Biomassepotenziale angestrebt oder durchgesetzt würde. Für diese restriktive Annahme spricht, dass die Verwendung importierter Ölsaaten aus Drittländern wegen gentechnisch veränderter Sorten zukünftig schwieriger werden könnte.

### Abschätzung der zukünftigen Entwicklungen bis 2010 und 2020

Die Abschätzung der Flächenpotenziale für Bioenergieträger für das Jahr 2010 und 2020 berücksichtigt gegenüber der Basis folgende Veränderungen:

- Die Veränderung des Nahrungsmittelverbrauchs in Abhängigkeit von der Entwicklung der Bevölkerung und des Pro-Kopf-Verbrauchs.
- Die erwartbare Umwidmung von bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen zu Siedlungs- und Verkehrsflächen und anderen Zwecken.
- Die Ertragssteigerungen in der Pflanzenproduktion.
- Die Leistungssteigerungen in der Tierproduktion.

Aus der Saldierung der Werte dieser einzelnen Variablen zuzüglich der in der Basisperiode existierenden Potenziale ergibt sich das zukünftig erschließbare Flächenpotenzial für Bioenergieträger in 2010 und 2020.

### Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs

Ein wichtiger Bestimmungsfaktor des gesamtwirtschaftlichen Nahrungsmittelverbrauchs ist die Bevölkerungszahl, der zweite der Nahrungsmittelverbrauch je Kopf. Die Prognosen der Bevölkerungszahl für 2010 und 2020 basieren auf den Daten des Statistischen Bundesamtes, der Europäischen Kommission und der UNO. Wie die Daten in Tabelle 1 zeigen, weisen bis 2010 alle Länder der EU-15 noch eine Zunahme der Bevölkerungszahl auf, von den 10 neuen Mitgliedsländern und den jüngst beigetretenen Ländern Bulgarien und Rumänien nur Zypern und Malta, außerdem der Beitrittskandidat Türkei. Für das Jahrzehnt 2010 bis 2020 wird auch für Länder der EU-15 eine Abnahme der Bevölkerungszahl prognostiziert.

Über die Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs je Kopf liegen keine verwendbaren Prognosen für die Jahre 2010 und 2020 vor. Die Basis der für die Länder der EU-27 und die Türkei erstellten Abschätzungen für 2010 und 2020 bilden die Verbrauchsentwicklungen der wichtigsten 11 bzw.

**Tabelle 1. Entwicklung wichtiger Variablen für das Potenzial für Bioenergieträger nach Ländern**

Land	Bevölkerung		Pro-Kopf-Verbrauch		Anteil Selbstversor- gung Nahrungs- mittel 2000	Landwirtschaftlich genutzte Fläche 2000 <sup>2)</sup> (Tsd ha)	Änderung in %		Änderungsrate der Erträge in % (gewogenes Mittel)	
	2000 (Tsd)	Änderung in % 2000-2010	2010-2020	2000 (GE)	Änderung in % 2000-2010	2010-2020	2000-2010	2010-2020	2000 - 2010	2010 - 2020
Deutschland	82.188	1,07	-0,29	1.104,5	2,11	0,00	0,9887	17.023	-0,509	-0,512
Großbritannien	59.623	3,56	3,49	998,2	7,00	0,00	0,7149	16.954	-5,708	-6,053
Frankreich	58.749	3,17	1,10	1.328,9	3,29	0,00	1,1619	29.631	-2,465	-2,527
Italien	57.680	1,53	-0,75	1.180,9	4,36	0,00	0,7331	15.527	-2,698	-2,773
Spanien	39.733	0,17	-1,18	1.223,4	5,48	0,00	0,8133	29.914	-1,132	-1,145
Niederlande	15.864	6,30	3,72	1.087,8	-1,43	0,00	1,5636	1.945	-2,137	-2,184
Belgien/Lux	10.675	2,75	2,22	1.203,1	1,43	0,00	1,2281	1.518	3,146	3,050
Griechenland	10.554	1,50	-0,65	1.149,0	7,09	0,00	0,6123	8.492	-9,113	-10,026
Portugal	10.198	1,09	2,10	1.018,3	8,04	0,00	0,6452	4.142	5,436	5,155
Schweden	8.861	3,63	3,51	1.120,3	5,71	0,00	0,8549	3.143	-7,516	-8,127
Österreich	8.103	1,47	1,17	1.175,9	4,76	0,00	1,0108	3.392	-3,129	-3,230
Dänemark	5.330	3,28	2,49	1.195,2	6,05	0,00	2,3749	2.663	-3,851	-4,005
Finnland	5.171	1,80	1,10	1.057,5	3,38	0,00	0,9716	2.220	-9,467	-10,457
Irland	3.777	8,63	4,36	1.087,8	2,00	0,00	3,3028	4.410	-0,027	-0,027
<b>EU 15<sup>1)</sup></b>	<b>376.482</b>	<b>1,83</b>	<b>0,65</b>	<b>1.154,8</b>	<b>5,37</b>	<b>0,00</b>	<b>0,9522</b>	<b>140.974</b>	<b>-2,643</b>	<b>-2,714</b>
Zypern	786	12,09	10,33	1.098,6	9,28	5,00	0,7205	127	-26,403	-35,875
Tschechien	10.267	-1,06	-2,22	1.006,1	3,20	5,51	1,0887	4.277	-0,095	-0,095
Estland	1.367	-4,24	-2,83	930,4	5,43	5,00	0,9420	858	-10,000	-11,111
Ungarn	10.266	-2,97	-3,34	895,6	7,27	5,31	1,1576	5.862	-6,275	-6,696
Lettland	2.373	-5,27	-5,29	786,3	5,68	5,66	0,8247	2.480	-2,658	-2,731
Litauen	3.500	-4,06	-4,29	889,2	8,12	5,00	1,0914	3.488	-0,891	-0,899
Malta	392	4,85	3,65	1.051,0	5,57	3,70	0,3205	10	-41,596	-71,222
Polen	38.649	-0,75	-1,69	984,4	6,60	5,43	1,0168	18.383	-2,221	-2,271
Slowakei	5.400	0,00	-0,93	862,0	0,00	5,59	0,9583	2.441	-0,295	-0,296
Slowenien	1.967	-0,41	-2,14	1.063,0	6,50	3,86	0,9025	511	-12,436	-14,202
<b>Summe (10)</b>	<b>74.967</b>							<b>38.436</b>		
<b>EU 25</b>	<b>451.449</b>	<b>1,32</b>	<b>0,22</b>					<b>179.410</b>		
Bulgarien	7.997	-6,89	-7,88	786,8	6,86	7,01	0,9081	5.468	-14,573	-17,059
Rumänien	22.117	-3,75	-4,19	811,7	6,87	7,00	0,9411	14.849	0,286	0,286
<b>EU 27</b>	<b>481.563</b>							<b>199.727</b>		
Türkei	68.234	14,43	11,13	721,9	0,00	7,00	0,9438	40.543	1.271	0,000

1) stimmt nicht mit Saldo aus Ländern in allen Spalten überein wegen unterschiedlicher Datenquellen und Datengenauigkeit; 2) Durchschnitt aus drei Jahren

Quelle: eigene Berechnungen

10 Nahrungsmittel in diesen Ländern von 1994 bis 2002 (siehe THRÄN et al., 2006, Anhang D 1 bis D 29). Für alle Länder wurden für das daraus gebildete Aggregat Getreideeinheiten (GE) insgesamt sowie für die Produkte Rindfleisch und Milch sowie die Aggregate Rindfleisch/Milch und restliche Nahrungsmittel auf Basis der Verbrauchsdaten 1994 bis 2002 die linearen Verbrauchstrends geschätzt. Die Schätzergebnisse zeigen, dass einfache lineare Trendprognosen nicht plausibel sind. Dies gilt in den Ländern der EU-15 – vorrangig Deutschland – insbesondere für Einzelprodukte wie Rindfleisch (extremer Verbrauchsrückgang wegen BSE-Krise), in den 10 neuen Mitgliedsländern mehr oder weniger für die Entwicklung des Nahrungsmittelverbrauchs insgesamt. Hier hat sich aufgrund der Erweiterung des Produktangebots im Nahrungsmittel- und vor allem im Nichtnahrungsmittelbereich der Nahrungsmittelverbrauch nicht nur strukturell, sondern niveaufällig verändert.

Bei in allen Ländern gestiegenem realen Pro-Kopf-Einkommen ist in den Ländern der EU-15 mit Ausnahme der Niederlande und Deutschland der in Getreideeinheiten aggregierte Pro-Kopf-Verbrauch gestiegen, in Spanien, Großbritannien und Dänemark mit einer Einkommenselastizität von größer als 0,5. Während der geringe aggregierte Verbrauchsrückgang in Getreideeinheiten in Deutschland auf die Substitution von Rindfleisch zurück zu führen ist, nahm der Verbrauch in den Niederlanden bei allen wichtigen Nahrungsmitteln ab. Im Gegensatz zu den meisten Ländern der EU-15 war der aggregierte Verbrauch pro Kopf in den neuen Mitgliedsländern mit Ausnahme von Zypern, Ungarn, Slowenien trotz meist höheren realen Einkommenszuwachses pro Kopf rückläufig.

Hieraus folgt, dass die Prognose der Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs äußerst schwierig ist. Der allgemeine Verbrauchsrückgang pro Kopf in den Niederlanden könnte als erstes Anzeichen zu einer gesünderen Ernährung gedeutet werden. Würde man dies auch in anderen Ländern erwarten, dann müsste insbesondere in Ländern der EU-15 mit hohem Verbrauchsniveau langfristig ein Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs prognostiziert werden. Die in einigen Ländern sogar noch recht starke Verbrauchszunahme lässt diese Entwicklung jedoch vorerst unrealistisch erscheinen. Im Gegensatz zu den Ländern der EU-15 ist in den neuen Mitgliedsländern mit vergleichsweise niedrigem und in den letzten Jahren noch rückläufigem Verbrauchsniveau pro Kopf langfristig mit einem Verbrauchsanstieg zu rechnen, da von einer Konvergenz der Entwicklungen zwischen alten und neuen Mitgliedsländern auszugehen ist.

Die modifizierten Trendprognosen des Pro-Kopf-Verbrauchs sind in THRÄN et al. (2006, Anhang D 30 1. bis 7. Teil-) näher erläutert. Wie in Tabelle 1 dargestellt, wird mit Ausnahme der Niederlande in allen Ländern der EU-15 von 2000 bis 2010 noch eine Zunahme des aggregierten Pro-Kopf-Verbrauchs in GE insgesamt prognostiziert, für 2020 wird für alle Länder der EU-15 der Prognosewert von 2010 beibehalten. Eine mögliche Überschätzung der Verbrauchsentwicklung bis 2010 könnte durch die Beibehaltung der Prognosewerte von 2010 für 2020 korrigiert werden. Für die 10 neuen Mitgliedsländer sowie für die jüngsten Mitgliedsländer Bulgarien und Rumänien und für die Türkei wird für 2010 gegenüber 2000 kein Rückgang des Pro-Kopf-Verbrauchs erwartet, in den meisten Ländern eine Verbrauchszunahme. Von 2010 bis 2020 wird für alle 12 neuen Mitgliedsländer und die Türkei eine Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs prognostiziert.

Außer der Verbrauchsentwicklung sind in Tabelle 1 auch der Selbstversorgungsanteil und die Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche und der Flächenerträge dargestellt. Der Selbstversorgungsanteil wurde berechnet aus dem Selbstversorgungsanteil der wichtigsten Nahrungsmittel, gewichtet mit dessen Anteil am gesamten Nahrungsmittelverbrauch in Getreideeinheiten.

### Flächenumwidmung

Die Flächenumwidmung landwirtschaftlich genutzter Flächen zu anderen Nutzungszwecken wird auf der Datengrundlage der sog. „Agricultural Area“ der FAO-Statistik von 1991-2002 (FAOSTAT, 2004) bestimmt. Danach hat sich in Deutschland die landwirtschaftlich genutzte Fläche Anfang der 90er Jahre zunächst vermindert, danach bis Mitte der 90er Jahre wahrscheinlich durch Rekultivierungsmaßnahmen erweitert und ab Ende der 90er Jahre kontinuierlich reduziert. Da eine eingehende Analyse der Flächenumwidmung den Rahmen der Untersuchung gesprengt hätte, wurde regressionsanalytisch der lineare Trend geschätzt (vgl. Tabelle 2) und auf die Anwendung aufwändiger Verfahren verzichtet. Aus dem Regressionskoeffizienten -8,6678 ergibt sich bezogen auf das Durchschnittsniveau der landwirtschaftlich genutzten Fläche der letzten 3 Jahre von 17,023 Mio. ha pro Jahr eine Abnahmerate von 0,05092 %, für das Jahrzehnt 2000-2010 von 0,5092 %. Diese Rate gibt die prozentuale Veränderung über die Dekade bezogen auf das Basisjahr 2000 an (vgl. Tabelle 1). Aufgrund der Verringerung der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Jahre 2010 gegenüber 2000 um 0,5092 % ergibt sich bei absolut gleich großer Flächenumwidmung

**Tabelle 2. Trendmäßige Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche und Erträge**

Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche																
Deutschland	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG	Ø 2000-2002	REG (in % pro Jahr)	
Ldw. genutzte Fläche (in 1000 ha)	17136	16951	17162	17308	17343	17337	17327	17373	17152	17068	17033	16967	-8,6678	17023	-0,05092	
Ertragsentwicklung (in dt/ha)																
Deutschland	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG	Ø 2000-2002	REG (in % pro Jahr)	Gew.-faktor	Gew. Wachstumsrate		
Getreide ges.	58,3	61,1	62,8	64,8	63,4	67,0	64,5	70,5	62,5	0,85	65,86	1,29	0,80	1,03		
Raps	27,4	31,9	23,1	31,4	33,6	35,8	33,3	36,6	29,7	0,80	33,17	2,41	0,15	0,36		
Sonnenblumen	16,5	21,3	23,6	24,7	25,3	25,1	24,7	21,7	19,9	0,30	22,12	-	0,00	-		
Zuckerrüben	481,6	497,5	505,6	511,1	532,2	563,8	616,6	552,4	583,2	14,10	584,08	2,41	0,05	0,13		
<b>Summe</b>													1,00	1,52		

Quelle: eigene Berechnungen

pro Jahr, bezogen auf das Jahr 2010, für die Dekade 2010–2020 eine Abnahmerate von 0,5118 % (vgl. Tabelle 1).

## Entwicklung der Erträge

Von entscheidendem Einfluss auf das Ergebnis der Potenzialabschätzung sind die Annahmen bezüglich der zukünftigen Ertragsentwicklung. Die in Tabelle 2 dargestellten Zeitreihen der Durchschnittserträge in Deutschland zeigen teilweise deutliche Ertragszunahmen, aber auch große witterungsbedingte Jahresschwankungen. Zur Abschätzung der zukünftigen Ertragsentwicklung wurden lineare Regressionskoeffizienten für den Zeitraum 1994–2002 geschätzt. Aus den Regressionskoeffizienten wird bezogen auf das Durchschnittsertragsniveau der letzten drei Jahre (bei Getreide 65,86 dt/ha) die Wachstumsrate pro Jahr ermittelt. Sie beträgt bei Getreide 1,29 %. Die mit den Flächenanteilen der Kulturen gewogene durchschnittliche Fortschrittsrate pro Jahr beträgt 1,516 % (vgl. Tabelle 2). Aus der Fortschrittsrate pro Jahr von 1,516 % in Deutschland ergibt sich bezogen auf das Basisjahr 2000 für das Jahrzehnt 2000–2010 ein Zuwachs von 15,16 % (vgl. Tabelle 1). Aufgrund dieses Ertragszuwachses beträgt die Fortschrittsrate in der Dekade 2010–2020 bei unveränderter absoluter Ertragszunahme pro Jahr bezogen auf das Jahr 2010 13,16 %.

Über die Flächenerträge von Dauergrünland und deren Entwicklung liegen bei EUROSTAT nur vereinzelt längere Zeitreihen vor. Beispielsweise ist nach EUROSTAT der Ertrag der Dauerwiesen in Deutschland von 73,7 dt Trockenmasse/ha im Jahr 1992 auf 82,5 dt Trockenmasse/ha im Jahr 2001 gestiegen. Die Änderungsrate des Ertrages lag damit in Deutschland in den letzten zehn Jahren nur bei gut 1 % gegenüber etwa 1,5 % bei den Marktfrüchten des Ackerbaus. Für viele Länder liegen überhaupt keine Ertragsinformationen bei EUROSTAT vor, und eine repräsentative Schätzung bzw. länderübergreifend vergleichbare Ertragsfeststellung existiert nicht. Deshalb kann in der für die vorliegenden Berechnungen unterstellten Übertragung des Ertragsfortschritts vom Ackerland auf das Dauergrünland eine Fehlerquelle liegen. Ertragsfortschritte beim Dauergrünland ganz auszuschließen, entspricht in den meisten Mitgliedstaaten allerdings auch nicht der Realität.

Für alle EU-Länder wurde für die Zeit bis 2020 die gleiche absolute Ertragsentwicklung wie im Betrachtungszeitraum der Regressionsrechnung von 1994 bis 2002 angenommen. Daraus wurden in gleicher Weise wie für Deutschland die prozentualen Veränderungen in den Dekaden 2000–2010 und 2010–2020 ermittelt. Es lassen sich sowohl Argumente für optimistischere als auch für pessimistischere Annahmen (abnehmender absoluter Ertragszuwachs) anführen. Angeichts höherer Ertragssteigerungsraten durch eine zukünftig stärkere Fokussierung der Pflanzenzüchtung auf höhere Energieerträge, raumdifferenzierte Landbewirtschaftung und besseres Management erscheint die gewählte Vorgehensweise nicht unrealistisch. In Mitgliedstaaten mit extrem niedrigen und extrem hohen Ertragsfortschritten wurde vereinfachend ein Ertragszuwachs von mindestens 1,0 und höchstens 3,0 % pro Jahr angenommen.

## 3.2 Ergebnisse der Potenzialabschätzung

### 3.2.1 Deutschland

Die Potenzialabschätzung für Energiepflanzen für die Basis ist in Tabelle 3 näher dargestellt. Im Durchschnitt der vier

Basisjahre 2000 – 2003 gab es nach EUROSTAT (2004) in Deutschland Grün- und Schwarzbrache flächen im Umfang von 861 657 ha. Der Nettoexportüberschuss für Getreide betrug etwa 8,3 Mio. t. Für Raps, Sonnenblumen und Zucker ergibt sich insgesamt für die Basisperiode durch Abbau der pflanzlichen Überproduktion ein Saldo von mehr als 1 Mio. ha, wobei für die Herstellung der Selbstversorgung bei Raps und Sonnenblumen mehr als 300 000 ha gegen gerechnet wurden. Unter Berücksichtigung der Brachflächen ergibt sich ein Flächenpotenzial von fast 2 Mio. ha für die Erzeugung von Energiepflanzen.

Wie die Daten in Tabelle 3 ausweisen, resultiert aus der Überproduktion bei Milch und Rindfleisch bei Rückführung auf die Selbstversorgung eine potenzielle Flächenfreisetzung für Energiepflanzen im Umfang von rund 125 000 bzw. 340 000 ha. Da es sich bei Schweine- und Geflügelfleisch um Einfuhren wegen komparativer Kostennachteile Deutschlands (gegenüber Holland, Dänemark, Übersee) handelt, werden diese Defizite nicht in der Gesamtschätzung kompensiert (deshalb in der Tabelle nach rechts versetzt). Die Saldierung aller Flächenpotenziale für Bioenergieträger ergibt ca. 2,4 Mio. ha, bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche von ca. 17 Mio. ha, etwa 14 %.

**Tabelle 3. Zusammenstellung der Potenziale für Bioenergieträger in der Basis, Deutschland**

Ressource	ha	% der landw. genutzten Fläche
Brachfläche	861 657	5,06
Abbau der Überproduktion		
- Pflanzenproduktion	1 082 614	6,36
- Tierproduktion		
- Milch	125 415	0,74
- Rindfleisch	339 616	2,00
- Schweinefleisch	<sup>1)</sup> - 160 192	-0,94
- Geflügelfleisch	<sup>2)</sup> - 52 302	-0,31
Saldo Flächenpotenzial	<sup>3)</sup> 2 409 302	
Landw. genutzte Fläche	17 022 667	
dgl. in %	14,15	14,15

1) 3,75 t Getreide je t Schweinefleisch

2) 1,8 t Getreide je t Geflügelfleisch

3) ohne Schweine- und Geflügelfleisch

Quelle: eigene Berechnungen

Die projizierten Entwicklungen der Flächenpotenziale zeigen die Daten in Tabelle 4 für die Jahre 2010 und 2020 im Vergleich zur Basis. In Deutschland wird im Zeitraum von 2000 bis 2010 mit einem Bevölkerungswachstum von 1,0683 % und einer Zunahme des Pro-Kopf-Verbrauchs von insgesamt 2,1096 % gerechnet. Somit wird ein aggragierter Zuwachs des Nahrungsmittelverbrauchs von 3,1778 % erwartet. Die Berechnungen gehen weiter davon aus, dass im 10-Jahres-Zeitraum 2000–2010 0,5092 % landwirtschaftlich genutzte Fläche zu anderen Zwecken umgewidmet wird und die Ertragssteigerung 15,1568 % beträgt. Die Produktionszunahme beträgt somit 14,6476 %.

Die prozentuale Verbrauchsänderung und die prozentuale Produktionsänderung stimmen nur bei einem Selbstversorgungsgrad von 100 % in ihren absoluten Werten überein. Bei einem davon abweichenden Selbstversorgungsgrad ist die prozentuale Verbrauchsänderung durch den Selbstversorgungsanteil zu dividieren. Zur Abdeckung eines Verbrauchszuwachses von 3,1778 % in Deutschland von 2000

**Tabelle 4. Abschätzung der Veränderung der Potenziale für Bioenergieträger bis 2010 und 2020, Deutschland**

	<b>Basis 2000</b>	<b>2000-2010</b>	<b>2010-2020</b>
Bevölkerung abs.	82 188 000	83 066 000	82 822 000
- Änderung in % bis ...		1,0683	-0,2937
Pro-Kopf-Verbrauch GE	1 105	1 128	1 128
- Änderung in % bis ...		2,1096	0,0000
<b>Verbrauchs-Änderung in % bis ...</b>		<b>3,1778</b>	<b>-0,2937</b>
landw. gen. Fläche abs. ha	17 022 667		
- Flächenumwidmung in % bis ...		0,5092	0,5118
Ertragssteigerung in % bis ...		15,1568	13,1619
<b>Produktionsänderung in % bis...</b>		<b>14,6476</b>	<b>12,6501</b>
<b>Selbstversorgungsanteil</b> <sup>1)</sup>	<b>0,9157</b>		
<b>Produktionsänderung zur Abdeckung der Verbrauchsänderung</b>		<b>3,4705</b>	<b>-0,3208</b>
<b>Potenzial für Flächenfreisetzung</b>			
- Verfügbare landw. Fläche ha	17 022 667	16 935 988	16 849 310
- Abbau Überproduktion ha <sup>2)</sup>	1 547 645		
- Brachfläche in der Basis ha	861 657		
- Mehr(+) / Weniger(-) durch Umwidmung in ha		-86.678	-86.678
- Mehr(-) / Minderbedarf(+) für Nahrungsmittel		-560.864	51.565
- Freisetzung durch Ertragssteigerungen in ha (+)		2 566 952	2 553 815
- Freisetzung durch bessere Futterverwertung in ha (+)		127 092	254 184
<b>- Potenzial für Biomasse in ha im Jahr ...</b>	<b>2 409 302</b>	<b>2 046 502</b>	<b>2 772 885</b>
<b>dgl. akkumuliert in ha</b>		<b>4 455 804</b>	<b>7 228 689</b>
<b>- dgl. in % der in der Basis verfügbaren landw. gen. Fläche</b>	<b>14,15</b>	<b>26,18</b>	<b>42,47</b>

1) Vereinfachend wird der Selbstversorgungsanteil 2000 für 2010 beibehalten, da gleiche Veränderung des Nahrungsverbrauchs und der Nahrungsmittelproduktion unterstellt werden.

2) nach Tabelle 3

Quelle: eigene Berechnungen

bis 2010 ist daher bei einem Selbstversorgungsanteil von 0,9157 ein Produktionszuwachs von 3,4705 % erforderlich.

In Tabelle 4 sind Flächeneffekte, die sich aus Gesamtfläche abzüglich Brachfläche und den Veränderungsraten errechnen, im Einzelnen ausgewiesen. Durch 0,5092 % Flächenumwidmung von 17 022 667 ha entsteht ein Flächenverlust von 86 678 ha. Bei einer 3,4705 %igen Produktionszunahme zur Abdeckung des Mehrverbrauchs an Nahrungsmitteln ergibt sich bei einer Basisfläche zur Nahrungsmittelerzeugung von 16 161 010 ha (17 022 667 ha – 861 657 ha Brachfläche) ein zusätzlicher Flächenbedarf von 560 864 ha. Aus einer Ertragssteigerung von 15,1568 % auf einer Gesamtfläche im Jahr 2010 von 16 935 988 ha (die Brachfläche wird 2010 genutzt) resultiert eine Flächenfreisetzung von 2 566 952 ha. Unter Berücksichtigung der Flächenfreisetzung durch verbesserte Futterverwertung in Höhe von 127 092 ha ergibt sich 2010 ein Potenzial von 2 046 502 ha.

Berücksichtigt man, dass in der Basis schon ein Flächenpotenzial für Bioenergieträger von 2 409 302 ha bestand, so ergibt sich akkumuliert im Jahr 2010 ein Flächenpotenzial von 4 455 804 ha für Bioenergieträger, entsprechend 26,18 % der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die entsprechende Abschätzung für das Jahr 2020 führt zu weiteren 2 772 885 ha Flächenfreisetzung für Bioenergieträger, in der Summe also zu etwa 7,2 Mio. ha bzw. etwa 42 % der verfügbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland.

Die ausgewiesenen Zahlen sind Abschätzungen unter vereinfachenden Annahmen bezüglich der Entwicklung des

Nahrungsverbrauchs, der Ertrags- und Leistungsentwicklung, der Selbstversorgungsgrade, der Bewirtschaftungsintensität und der Flächenumwidmung. Entsprechende Sensitivitätsanalysen befinden sich in der diesem Beitrag zugrunde liegenden Studie (THRÄN et al., 2006).

### 3.2.2 EU-28

Mit der für Deutschland gezeigten Methode sind Ergebnisse für alle EU-Mitgliedstaaten und den Beitrittsanwärterstaat Türkei sowie für die EU-15, EU-25 und EU-27 berechnet worden. Die Daten sind in Tabelle 5 dargestellt.

Es würde den Rahmen der Darstellung sprengen, im Folgenden auf alle Länderergebnisse im Detail einzugehen. Dies ist in der dem Beitrag zu Grunde liegenden Studie nachzulesen (THRÄN et al., 2006). Exemplarisch wird im Folgenden nur auf die Länder Großbritannien und Frankreich eingegangen.

- Im Vergleich zu Deutschland ergeben sich für Großbritannien sowohl in der Basis als auch in den Abschätzungen für 2010 und 2020 keine Potenziale für Bioenergieträger. In der Basis lag das an der geringen Verfügbarkeit von Brachflächen und einer insgesamt defizitären Selbstversorgung mit Ausnahme von Getreide, die annahme-

bedingt kompensiert wurde. In der Vorausschätzung für 2010 und 2020 wirken – wie Tabelle 1 zeigt – sich eine weiter wachsende Bevölkerung, ein vorübergehend noch zunehmender Pro-Kopf-Verbrauch und erhebliche Flächenumwidmungen trotz beachtlicher Ertragssteigerungsraten in einer Vergrößerung der Defizite für die Nahrungsmittelversorgung aus, und erst ab 2010 werden diese wieder geringer.

- Das Gegenteil ist in Frankreich der Fall. Aufgrund der umfangreichen landwirtschaftlichen Nutzfläche gibt es ähnlich wie in Deutschland umfangreiche Brachflächen durch obligatorische Stilllegung und erhebliche Überschüsse bei allen pflanzlichen Marktordnungsprodukten, die exportiert werden und für Bioenergieträger potenziell zur Verfügung stünden. Infolge weiterer Ertragssteigerungen und moderat zunehmender Bevölkerung sowie des Nahrungsmittelverbrauchs ergibt sich ein Flächenpotenzial für Bioenergieträger in ähnlicher relativer Größenordnung wie in Deutschland, absolut allerdings deutlich mehr.

Das für Bioenergieträger verfügbare Flächenpotenzial setzt sich in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten und in unterschiedlichem Maße aus Grünland und Ackerland zusammen. In Ländern mit dominierender Ackerlandnutzung wird fast ausschließlich Ackerland für die Erzeugung von Bioenergieträger freigesetzt. So ist beispielsweise in Deutschland die freigesetzte Grünlandfläche relativ und absolut vergleichsweise gering. Dies gilt auch für Frankreich, Spanien und Dänemark. Dem gegenüber wird in den von Grünland dominierten Ländern teilweise mehr als zwei Drittel

**Tabelle 5. Flächenpotenziale für Bioenergieträger**

Land	Flächenpotenzial in ha und % der verfügbaren Fläche					
	2000		2010		2020	
	ha	%	ha	%	ha	%
Deutschland	2 409 302	14,15	4 497 227	26,42	7 139 212	41,94
Großbritannien	-1 841 626	-10,86	-3 668 213	-21,64	-3 118 492	-18,39
Frankreich	6 722 083	22,69	7 705 426	26,00	11 027 871	37,22
Italien	-2 652 431	-17,08	-2 677 368	-17,24	- 666 443	-4,29
Spanien	652 192	2,18	7 543 668	25,22	16 558 718	55,36
Niederlande	- 308 240	-15,85	- 172 020	-8,84	68 188	3,51
Belgien/Lux	- 620 472	-40,87	- 290 852	-19,16	71 055	4,68
Griechenland	- 26 126	-0,31	-1 142 899	-13,46	- 787 111	-9,27
Portugal	-1 312 674	-31,69	- 253 247	-6,11	1 256 155	30,33
Schweden	389 115	12,38	258 139	8,21	327 193	10,41
Österreich	347 843	10,25	390 370	11,51	747 148	22,02
Dänemark	737 888	27,71	850 583	31,94	1 147 952	43,11
Finnland	388 344	17,50	283 780	12,78	335 068	15,10
Irland	1 492 239	33,84	2 014 821	45,69	2 624 269	59,51
<b>EU 15<sup>1)</sup></b>	<b>10 737 522</b>	<b>7,62</b>	<b>17 877 869</b>	<b>12,68</b>	<b>34 031 028</b>	<b>24,14</b>
Zypern	- 329 446	-259,41	- 382 278	-301,01	- 418 315	-329,38
Tschechien	528 230	12,35	893 321	20,89	1 427 732	33,38
Estland	- 1 094	-0,13	137 093	15,98	242 863	28,31
Ungarn	1 187 649	20,26	2 289 913	39,06	3 399 978	58,00
Lettland	152 965	6,17	720 704	29,06	1 272 778	51,33
Litauen	703 491	20,17	1 592 113	45,65	2 573 705	73,79
Malta	- 46 590	-481,97	- 52 522	-543,33	- 56 953	-589,17
Polen	1 898 375	10,33	3 017 463	16,41	4 797 210	26,10
Slowakei	132 973	5,45	380 520	15,59	630 712	25,83
Slowenien	- 14 623	-2,86	- 47 927	-9,38	- 58 949	-11,54
<b>Summe (10)</b>	<b>4 211 930</b>		<b>8 548 399</b>		<b>13 810 761</b>	
<b>EU 25</b>	<b>14 949 452</b>	<b>8,33</b>	<b>26 426 268</b>	<b>14,73</b>	<b>47 841 789</b>	<b>26,67</b>
Bulgarien	817 886	14,96	509 039	9,31	353 379	6,46
Rumänien	285 104	1,92	1 390 357	9,36	3 292 406	22,17
<b>EU 27</b>	<b>16 052 442</b>	<b>8,04</b>	<b>28 325 665</b>	<b>14,18</b>	<b>51 487 575</b>	<b>25,78</b>
Türkei	- 742 840	-1,83	- 441 428	-1,09	- 1 549 852	-3,82

1) stimmt nicht mit Saldo aus Ländern in allen Spalten überein wegen unterschiedlicher Datenquellen und Datenumgenauigkeit

Quelle: eigene Berechnungen

des für Bioenergieträger freigesetzten Flächenpotenzials aus Grünland bereitgestellt, für das es nur eingeschränkte Produktionsalternativen gibt. Zu diesen Ländern gehören beispielsweise Irland, Österreich, Rumänien und baltische Staaten.

### 3.3 Szenarien realistischer Potenzialentwicklung

Um einen realistischen Ergebnisraum für zukünftige Flächenpotenziale einzugrenzen, werden die der Berechnung zugrunde liegenden Annahmen variiert. Dabei wird das Ziel verfolgt, zwei Eckpunktszenarien zu definieren, zwischen denen sich die zukünftige Entwicklung mit hoher Wahrscheinlichkeit ergeben könnte. Die Eckpunktszenarien werden mit den Begriffen Current-Policy (CP) und Umweltorientiertes Szenario (E +) bezeichnet.

Für das CP-Szenario steht die hier quantifizierte Standardvariante (Basis und Vorausschätzung) basierend auf den in Tabelle 1 dargestellte Daten. Sie gilt für die bereits von der Agrar- und Energiepolitik festgelegten Rahmenbedingungen, wie sie den Berechnungen zur Abschätzung des erschließbaren Flächenpotenzials bis zum Jahr 2020 zugrunde liegen. Das landwirtschaftliche Flächenpotenzial im CP-Szenario für Energiefolzflächen liegt in den EU-25-Staaten im Jahr 2020 bei ca. 48 Mio. ha, einschließlich Bulgarien und Rumänien bei ca.

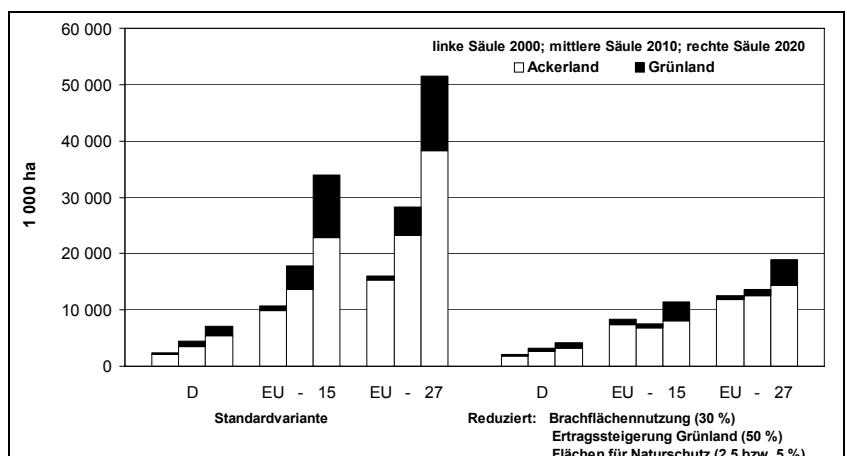
51,5 Mio. ha. Der Anteil des Grünlandes an der Flächenfreisetzung steigt von 5 % im Jahr 2000 auf 25 % im Jahr 2020.

Bei dem umweltorientierten Szenario gilt die Annahme, dass bisherige Brachflächen in der Rotationsbrache nicht zu 100 % als Potenzial für Energiefolzflächen angenommen werden können, sondern nur zu 70 %. Dies könnte realistisch sein, wenn bisher schon als Dauerbrache stillgelegte Flächen nicht wieder umgewidmet würden. Weiter könnte eintreten, dass zukünftig Ertragssteigerungen nur noch auf Ackerflächen und auf Grünland im Umfang von 50 % der bisherigen realisiert werden und 5 % der gesamten verfügbaren Ackerfläche bis zum Jahr 2020 für Naturschutz und Umstellung auf extensivere Bewirtschaftung in Anspruch genommen würden. Detaillierte Begründungen für die Szenarien zu Grunde liegenden Annahmen befinden sich in THRÄN et al. (2006).

Die Ergebnisse (Abbildung 1) zeigen, dass unter solchen Annahmen immer noch ein beachtliches Potenzial für Energiefolzflächen zu erwarten ist, dass im Jahr 2020 in Deutschland mehr als 4 Mio. in der EU-15 etwa 11 Mio. und

in der EU-27 ca. 19 Mio. ha umfasst. Der Anteil des Grünlandes an der Flächenfreisetzung beträgt in Deutschland etwa 1 Mio., in der EU-15 ca. 3,4 Mio. und in der EU-27 ca. 4,7 Mio. ha. In weiterführenden Berechnungen können aus den hier ermittelten Flächenpotentialen die Produktionspotenziale für „feuchte“ und „trockene“ Energiefolzflächen abgeschätzt und die daraus resultierenden Potenziale für Biogas, Bioethanol, Biodiesel u.a. Bioenergieträger ermittelt werden (ZEDDIES, 2006).

Ein Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien ist problematisch, weil die Potenziale teilweise mit sehr unter-

**Abbildung 1. Flächenpotenzial für Bioenergieträger in Deutschland, EU-15 und EU-27 (2000 - 2010 - 2020)**

Quelle: eigene Berechnungen

schiedlichen Methoden ermittelt worden sind. Für Deutschland liegen Studien vom DLR, IFEU, WI (2004), ÖKO-INSTITUT et al. (2004) und FRITSCHE et al. (2004 und 2005) vor. Übereinstimmend weisen aber alle Studien ein beträchtliches Flächenpotenzial für Energiepflanzen gegenwärtig und bis zum Jahr 2020 aus. Die Ergebnisse sind geprägt von den Annahmen über die Erreichung von Umwelt- und Naturschutzzieilen, die zukünftigen Ertragserwartungen bei Energiepflanzen und den Umfang der Nutzung brachliegender Flächen. Im europäischen Kontext liegen Potenzialschätzungen für Energiepflanzen mit agrärökonomischen Modellen (CAPRI) vor, die ebenfalls ein stark zunehmendes Energiepflanzenpotenzial, insbesondere für die EU-10 aufweisen (FRITSCHE et al., 2004).

## 4. Schlussfolgerungen

Potenzialabschätzungen für Bioenergieträger können nach verschiedenen Vorgehensweisen erfolgen. Theoretische und technische Potenziale berücksichtigen die Nutzungskonkurrenz zu den Bereichen Nahrungsmittel und Futtermittelproduktion, Naturschutz und andere Flächenansprüche nicht oder nicht hinreichend. Prognosen zum ökonomischen Potenzial setzen voraus, dass brauchbare Preisprognosen für Agrarrohstoffe und Energieträger oder/und Prognosemodelle verfügbar sind, die simultan sowohl die Nutzungskonkurrenzen als auch die Investitionsbereitschaft in Konversionsanlagen korrekt abbilden. Dies ist derzeit – wenn überhaupt – nur für einzelne Mitgliedstaaten mit komplexen Modellen, aber wiederum auch nur unter vereinfachenden Annahmen hinsichtlich der Verfügbarkeit von Anlagen und Investitionskapital möglich. Konsistente Potenzialabschätzungen für größere Wirtschaftsräume, wie beispielsweise für die EU-15 oder EU-27, erscheinen mit solchen Methoden vorerst nicht durchführbar. Im vorliegenden Beispiel wird deshalb eine stark vereinfachende Vorgehensweise gewählt, die für politische Entscheidungsträger nachvollziehbar die sog. erschließbaren Flächenpotenziale unter hypothetischen Annahmen auf der Grundlage verfügbarer Statistiken mit Hilfe einfacher Regressionsrechnungen und Plausibilitätsüberlegungen ermittelt. Dabei wird insbesondere dem Zusammenhang zwischen Flächenansprüchen zur Nahrungsproduktion (einschließlich Futtermittelproduktion) sowie Siedlungs-, Industrie- und Naturschutzflächen Rechnung getragen. Die Ergebnisse zeigen unter Berücksichtigung der Ertragsfortschritte, dass für Bioenergieträger erhebliche Potenziale der Landwirtschaft genutzt werden könnten.

Die wesentlichen Ansatzpunkte zur Ausschöpfung der erschließbaren Potenziale liegen in einem Verzicht auf die obligatorische Flächenstilllegung und einer Substitution wenig flächenproduktiver durch hoch flächenproduktive Energiepflanzen für Bioenergieträger. Eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung der Potenziale für Energiepflanzen ist die Bereitstellung von Konversionsanlagen. Diese wiederum hängt von der Investitionsbereitschaft und damit von der Planungssicherheit ab.

Aus den Ergebnissen der Abschätzung lassen sich einige politische Schlussfolgerungen ziehen. Wenn die politischen Ziele einer stärkeren Nutzung von Biomasse für Energieträger erreicht werden sollen, kann auf erhebliche Potenziale, auch unter Berücksichtigung der Nutzungskonkurrenzen

(Nahrungsmittel, Naturschutz u.a.) in Deutschland und in der EU zurückgegriffen werden. Voraussetzung einer Nutzung wäre die Förderung der Nachfrage nach Bioenergieträgern durch die Schaffung von Investitionsanreizen und Investitionssicherheit. In Deutschland sind mit dem EEG, Kraftstoffquotengesetz (kombiniert mit Strafkosten) Investitionsförderung, Importzölle u.a. wirksame Markteinführungsinstrumente geschaffen. Eine gezielte Förderung des Rohstoffangebots ist kaum erforderlich bzw. vertretbar. Eine Energiepflanzenprämie wäre derzeit ohne Wirkung und mit zu hohem Verwaltungsaufwand verbunden. Die Aufhebung der obligatorischen Flächenstilllegung oder zumindest die Zulassung dieser Flächen zur Produktion von Energiepflanzen sind zielführende Maßnahmen. Das Instrumentarium sollte effizienzorientiert und am Minimal-kostenprinzip zur Zielerreichung ausgerichtet sein.

Abschließend sei noch einmal betont, dass dieser Beitrag keine Prognose der Energiepflanzenproduktion und -nutzung im nächsten Jahrzehnt darstellt, sondern lediglich eine Fortschreibung erkennbarer Trends auf der Basis hypothetischer Annahmen und eine Abschätzung daraus resultierender erschließbarer Flächenpotenziale für Energiepflanzen, wobei diese Abschätzung für den gesamten Wirtschaftsraum der Europäischen Union Ergebnisse liefert. Das für die EU-15/27 projizierte Potenzial an Biomasse für Energieträger ist groß. Offen ist allerdings die Frage, in wieweit bzw. lange es für Bioenergie verwendet werden kann und durch Marktreaktionen in der EU und weltweit bei veränderter Weltmarktsituation nicht bzw. nicht wieder für die Nahrungs- und Futtermittelversorgung genutzt wird.

## Literatur

- DLR/IFEU/WI (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland.
- EUROSTAT Datenbank NewCronos (2004): Landwirtschaftliche Erzeugnisse – Versorgungsbilanzen – Weinbilanz (Wirtschaftsjahr). Verwendbare Erzeugung 2000, 01.04.2004.
- FAOSTAT Agricultural data, Crops primary (2004): In: [http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production\\_Crops\\_Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN](http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production_Crops_Primary&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN), 30.04.2004.
- FAOSTAT: Agricultural data, Live animals (2004): In: [http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production\\_Livestock\\_Stocks&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN](http://faostat.fao.org/faostat/form?collection=Production_Livestock_Stocks&Domain=Production&servlet=1&hasbulk=0&version=ext&language=EN), 30.04.2004.
- FRITSCHE, U.R u.a. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse: Verbundprojekt unter Leitung des Öko-Instituts, wissenschaftliche Partner FhI-UMSICHT, IE Leipzig, IFEU Heidelberg, IZES Saarbrücken, TU Braunschweig und TU München, gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Projektergebnisse (Broschüre, Endbericht, Datenbasis, Info-blätter usw.) siehe <http://www.oeko.de/service/bio>.
- (2005): Environmentally compatible bioenergy potentials in the EU-25; study commissioned by the European Environment Agency (EEA). Prepared by Öko-Institut/AEAT/Alterra/EFI, Darmstadt usw. (in Vorb.).
- HOLM-MÜLLER, K. und T. BREUER (2006): Potentialkonzepte für Energiepflanzen. In: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2006 (1/2).
- KALTSCHMITT, M., A. WIESE und W. STREICHER W. (Hrsg.) (2003): Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 3. Auflage. Springer, Berlin, Heidelberg.

ÖKO-INSTITUT et al. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse. Endbericht. Darmstadt.

THRÄN, D., M. WEBER, A. SCHEUERMANN, N. FRÖHLICH, J. ZEDDIES, A. HENZE, C. THOROE, J. SCHWEINLE, U. FRITSCHE, W. JENSEIT, L. RAUSCH und K. SCHMITZ (2006): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. In:

<http://www.ie-leipzig.de/Biomassenutzung/downloads.htm>.

ZEDDIES, J. (2006): Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und in der EU-25. Forschungsbericht 6/2006. Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre.

Kontaktautor:

**PROF. DR. DRs. H.C. JÜRGEN ZEDDIES**

Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre  
Schloss Osthof Süd, 70599 Stuttgart  
Tel.: 07 11-45 92 25 66, Fax: 07 11-45 92 37 09  
E-Mail: zedgies@uni-hohenheim.de

## Deutschland – Energie-Corn-Belt Europas?

## Germany – the European energy-corn-belt?

**Horst Gömann und Peter Kreins**

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig

**Thomas Breuer**

Universität Bonn

### Abstract

The amendment of the Renewable Energy Sources Act (EEG) in 2004 has established an attractive support of using renewable resources for energy production, which since then has fuelled a rapid expansion of the competitive cropping of energy maize. The regionalised agricultural sector model RAUMIS was applied to calculate expected energy maize production as well as impacts on agricultural land use, production and income. Accordingly, the energy maize acreage rises up to about 1.8 mill hectares in the long run leading to substantial land use changes. The produced energy maize for biogas and power generation respectively is sufficient to provide circa 9% of the current German total electricity generation. In regard to the costs for the current consumer which amount to 4.4 bn € per year compared to electricity on the basis of fossil resources as well as the long term commitment to this specific power generation technology it is strongly recommended to review the measures set out in the EEG with respect to its efficiency to achieve the pursued objectives.

### Key words

Renewable Energy Sources Act; biomass; energy maize; agricultural sector model; land-use

### Zusammenfassung

Durch die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2004 wurde eine attraktive Förderung des Einsatzes Nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung eingeführt, die seitdem zu einer rasanten Ausdehnung des wettbewerbsstarken Anbaus von Energiemais geführt hat. Mit Hilfe des regionalisierten Agrarsektormodells RAUMIS wurden die zu erwartende Energiemaiserzeugung sowie die Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Landnutzung, Produktion und Einkommen ermittelt. Demnach steigt die Energiemaisfläche langfristig auf rund 1,8 Mio. ha, was zu substantiellen Änderungen der Landnutzung führt. Der produzierte Energiemaisrohstoff zur Erzeugung und Verstromung von Biogas reicht aus, um ca. 9 % der derzeitigen deutschen Stromerzeugung bereitzustellen. Angesichts der gegenüber der Stromerzeugung aus

fossilen Energieträgern jährlich um ca. 4,4 Mrd. Euro höheren Ausgaben der Stromverbraucher sowie der langfristigen Festlegung auf diese Energieerzeugungslinie wird empfohlen, das Förderinstrumentarium des EEG hinsichtlich seiner Effizienz auf die damit ange strebten vielfältigen Ziele zu überprüfen.

### Schlüsselwörter

Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG); Biomasse; Energiemais; Agrarsektormodell; Landnutzung

### 1. Einleitung

Im Jahr 2004 wurde das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) novelliert, um insbesondere im Interesse des Klima-, Natur- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, einen Beitrag zur Vermeidung von Konflikten um fossile Energieressourcen zu leisten und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern. Dazu soll der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 auf mindestens 12,5 % und bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20 % erhöht werden (DEUTSCHER BUNDESTAG, 2004).

Mit dem EEG wurde eine attraktive Förderung des Einsatzes Nachwachsender Rohstoffe (NaWaRo) zur Energieerzeugung eingeführt. Beispielsweise ist der Einsatz von Energiepflanzen in Biogasanlagen durch die Gewährung des NaWaRo-Bonus wirtschaftlich interessant geworden. Weitere Boni für eine Abwärmeneske (KWK-Bonus) und für den Einsatz innovativer Technologien beispielsweise einer Biogas-Aufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz