

Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und in der EU-25

Prof. Dr. Jürgen Zeddes
Universität Hohenheim

Oktober 2006

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung der Feststellungen und Schlussfolgerungen.....	I
1. Einleitung	1
2. Problemstellung	3
3. Vorgehensweise	4
4. Marktsituation und Marktentwicklungen	4
4.1 Kraftstoffe	5
4.2 Rohstoffe für Biokraftstoffe	8
5 Potenziale für Biokraftstoffe	- 14 -
5.1 Biodiesel.....	- 14 -
5.2 Bioethanol	- 16 -
6 Bewertung der Ergebnisse.....	- 17 -
7. Zusammenfassung	- 21 -
Literaturverzeichnis.....	- 23 -
Anhang.....	- 24 -

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Besteuerung von Biokraftstoffen in Deutschland	2
Tabelle 2 Prognose des Mineralölverbrauchs in Deutschland bis 2025 (in Mio. t).....	5
Tabelle 3 Zielvorgaben und Mengen für Biodiesel in Deutschland.....	6
Tabelle 4 Zielvorgaben und Mengen für Bioethanol in Deutschland.....	7
Tabelle 5 Theoretisches (zusätzliches) Produktionspotenzial in Deutschland und in der EU-25 in ha	12
Tabelle 6 Theoretisches (zusätzliches) Produktionspotenzial für Rohstoffe zur Biokraftstoffproduktion ¹⁾	- 13 -
Tabelle 7 Theoretisches (zusätzliches) Potenzial für Biokraftstoffe.....	- 15 -

Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und in der EU-25

*Prof. Dr. Jürgen Zeddies
Universität Hohenheim*

Zusammenfassung der Feststellungen und Schlussfolgerungen

(1) Die Studie befasst sich mit den Auswirkungen des Bundestagsbeschlusses vom 26.10.2006 zur Einführung einer Biokraftstoffquote, der die Mineralölwirtschaft verpflichtet, ab 01.01.2007 4,4 % des Absatzes bei Diesel aus Biodiesel und 1,2 % (ab 2008 2,0%, ab 2009 2,8% und ab 2010 3,6 %) des Absatzes bei Ottokraftstoff aus Biokraftstoff bereitzustellen. Die gesamte Biokraftstoffquote wird auf 6,25% im Jahr 2009 ansteigend in mehreren Stufen bis auf 8% im Jahr 2015 festgesetzt¹). Unter dem Eindruck überdurchschnittlich hoher Getreidepreise im Jahr 2006 wird die Frage aufgeworfen, ob die Biokraftstoffquoten überhaupt erfüllt werden können.

(2) Im vorliegenden Bericht werden die Situation und die Entwicklungen auf dem Kraftstoffmarkt und den Märkten für agrarische Rohstoffe zur Herstellung von Biokraftstoffen analysiert, und darauf aufbauend eine Prognose der Verfügbarkeit von Ölfrüchten und Getreide für die Erzeugung von Biokraftstoffen unter Berücksichtigung der Nutzungskonkurrenz um Flächen für die Biogaserzeugung für 2006 und die Zeitpunkte 2010 und 2020 erstellt. Aus den Ergebnissen werden zusammenfassende Feststellungen und Schlussfolgerungen zu den Auswirkungen des Gesetzes für Biokraftstoffquoten auf die Agrarmärkte gezogen.

¹ Biokraftstoffquoten basieren auf Energieäquivalenten

(3) Das Angebot von Biodiesel, die Kapazitäten der RME-Anlagen und der Ölmühlen sind soweit ausgebaut, das schon im Jahr 2007 die Biokraftstoffquote bei Diesel in Deutschland übererfüllt wird, und bis zum Jahr 2010 ein Anteil bis zu 6 % und bis zum Jahr 2020 bis zu 8 % erreichbar erscheint.

(4) Bei Bioethanol reichen die Anlagenkapazitäten derzeit nur für einen Anteil am Ottokraftstoffverbrauch von weniger als 2 % aus.

(5) Während in vielen EU-Mitgliedstaaten ein deutlicher Zubau von Produktionskapazitäten für Ethanolanlagen erfolgt, ist in Deutschland eher Investitionszurückhaltung zu beobachten. Wenn es nach zuverlässigen Recherchen zu einer Verdoppelung der Ethanolkapazitäten in Deutschland bis zum Jahr 2010 kommt, wird der aus inländischer Produktion bereitzustellende Biokraftstoffanteil am Ottokraftstoffverbrauch 3 % nicht deutlich überschreiten. Die momentane Investitionszurückhaltung liegt allerdings nicht an der Rohstoffversorgung für Bioethanolanlagen.

(6) Der extrem niedrige Getreidepreis im Jahr 2005 und der aktuell extrem hohe Getreidepreis im Jahr 2006 sind auf singuläre Ereignisse zurückzuführen. In diesem Jahr liegt der Preisanstieg vor allem an der um 14 Mio. t. geringeren Getreideernte in der EU-25. Grundsätzlich führt die mit den Luxemburger Beschlüssen weitergeführte Liberalisierung der Getreidemarktordnung zu stärkeren Preisausschlägen in der EU.

(7) Auf dem Weltmarkt für Getreide und Ölfrüchte ist mittelfristig zwar mit steigender Nachfrage und auch mit einer Zunahme des Nettohandels und einem leichten Anstieg der Preise aufgrund der Welternährungssituation zu rechnen, nicht aber mit einer deutlichen strukturellen Verknappung, zumindest nicht in den nächsten zwei Jahrzehnten.

(8) Für die Auswirkungen der Biokraftstoffquoten auf die Versorgung mit Getreide und Ölsaaten ist primär die Marktsituation in der EU ausschlaggebend. Potenziale zur Deckung einer stärkeren Nachfrage für Biokraftstoffe bilden bisher stillgelegte Flächen und strukturelle Überschüsse, insbesondere bei Getreide, die teilweise interveniert und zu erheblichem Anteil subventioniert exportiert werden. Letzteres wird zukünftig nicht mehr zulässig sein. Im Durchschnitt der letzten Jahre betrug der Nettoexport an Getreide der Bundesrepublik Deutschland mehr als 8 Mio. t, und auf obligatorisch stillgelegten Flächen hätte ca. 5-6 Mio. t Getreide produziert werden kön-

nen. Mit dieser Getreidemenge hätte derzeit ca. 3,6 Mio. t Bioethanol und damit auf energetischer Basis etwa 2,4 Mio. t des Ottokraftstoffverbrauchs, entsprechend etwa 10% substituiert werden können.

(9) Zukünftig wird das Potenzial an agrarischen Rohstoffen für die Bioethanolproduktion in Deutschland und in der EU-25 zunehmen. Das liegt an dem stagnierenden Nahrungsmittelverbrauch bei kräftig weiter steigenden Erträgen, insbesondere der potenziellen Energiepflanzen. Bis zum Jahr 2010 werden in Deutschland mehr als 2,5 Mio. ha und bis zum Jahr 2020 mehr als 5 Mio. ha Ackerfläche aus der bisherigen Nahrungsmittelproduktion freigesetzt. Bei anhaltendem Zubau von Biogasanlagen kann von dieser Fläche bis zu 1,8 Mio. ha zur Produktion von Biogas gebunden werden. Realistisch erscheint eine Flächennutzung für Biogasanlagen auf Ackerflächen von maximal 800 000 ha bei gleichzeitiger Verwertung von etwa 1,75 Mio. ha freigesetztem Grünland im Jahr 2020. Unter diesen Bedingungen führen die Berechnungen zu dem Ergebnis, dass die Biokraftstoffquoten für Biodiesel und Bioethanol gleichzeitig erfüllt werden können.

(10) Im Jahr 2010 könnten in Deutschland neben etwa 5 % Biodieselquote, 15 % Bioethanolquote und im Jahr 2020 sogar 9 % Biodieselquote und über 40 % Bioethanolquote erreicht werden. Voraussetzung ist, dass hinreichende Investitionssicherheit den Ausbau der Ethanolproduktionskapazitäten ermöglicht. In der EU-25 wird Biodiesel einen Anteil von 2 % im Jahr 2010 und 3 % im Jahr 2020 nicht übersteigen können, demgegenüber reichen die Produktionspotenziale der EU-25 für Bioethanol im Jahr 2010 für eine Quote von ca. 15 % und im Jahr 2020 sogar 40 % aus.

(11) Am Markt für Biokraftstoffe besteht eine hohe Politikabhängigkeit. In Deutschland werden die Potenziale aufgrund des Energieeinspeisungsgesetzes mit höherer Priorität für Biogasanlagen genutzt. Eine zu erwartende Freigabe der Getreideverbrennung in Kleinf Feuerungsanlagen landwirtschaftlicher Betriebe wird nur vergleichsweise geringe Getreidemengen binden. Eine stärkere Förderung der Getreideverbrennung in Großfeuerungsanlagen würde die Nutzung verfügbarer Potenziale gravierend verschieben. Neue Anlagekapazitäten für BtL konkurrieren voraussichtlich zunächst nicht mit Biodiesel und Bioethanol, weil für BtL Reststroh und Restholz aus Kostengründen vorrangig verwendet werden. Ehrgeizige Naturschutzprogramme

können die Versorgungssituation mit nachwachsenden Rohstoffen zwar einschränken, aber nicht gravierend reduzieren.

(12) Deutschland übernimmt zwar eine Vorreiterrolle im Bereich von Markteinführungsprogrammen (EEG u.a.). Zubau von Anlagen für Biodiesel und Bioethanol finden verstärkt auch in den benachbarten EU-Mitgliedstaaten statt. Eine ausschließliche Betrachtung der Versorgungssituation mit agrarischen Rohstoffen und Bioenergieträgern des deutschen Marktes ist eine verkürzte Sicht. Berücksichtigt werden müssen auch zollfreie Importquoten, insbesondere für Ethanol aus Mercosur-Staaten. Die zur Verhandlung anstehenden Mengen von 1 Mio. t Ethanol würden bei heutigen Rahmenbedingungen wahrscheinlich vorzugsweise nach Deutschland importiert und könnten hier die Biokraftstoffquote am Ottokraftstoffverbrauch im Jahr 2010 theoretisch um bis zu 3 % und im Jahr 2020 um bis zu 4 % steigern.

(13) Zusammenfassend ist festzustellen, dass ein höherer Anteil an Biokraftstoffen in absehbarer Zeit weder über Biodiesel, noch über BtL erreicht werden kann, was nicht bedeutet, dass BtL nicht weiter entwickelt werden sollte. Rohstoffressourcen mit hoher Verfügbarkeit sind Getreide und Zuckerrüben neben feuchter Biomasse für Biogasanlagen. Wenn also ein höherer Anteil von Biokraftstoffen angestrebt werden soll, kann das zunächst nur über Bioethanol als ETBE, Beimischung oder Reinkraftstoff erfolgen.

(14) Da Ethanol nicht wie reines Pflanzenöl und RME in kleinen und mittleren Anlagen, sondern zur Ausschöpfung der Größendegressionen nur in Großanlagen hergestellt werden kann, geht es bei der Förderung der Biokraftstoffe zukünftig zentral um Anreize für Investitionen in Ethanolanlagen. Hier werden gegenwärtig große Defizite gesehen. Die Steuerbefreiung nur bis 2008, danach Besteuerung gemäß Überkompensation bis 2012 mit großer Unsicherheit bezüglich der steuerlichen Regelung danach ist angesichts der extrem hohen Investition für eine Bioethanolanlage unzureichend. Zudem ist die Entwicklung des Rohölpreises schwer einschätzbar. Stellt sich der Rohölpreis langfristig bei 40 USD/Barrel ein, können Ethanolproduzenten ohne staatliche Förderung eine gesicherte Wirtschaftlichkeit nicht erreichen. Bisher hinausgezögerte WTO-Verhandlungen mit Mercosur-Staaten verunsichern Investoren ebenso, wie das nicht unbeträchtliche Risiko, dass der Einfuhrschutz für Bioethanol aufgehoben oder auf den halben Satz für vergällten Alkohol zurückgeführt wird.

(15) Die Potenziale für Biodiesel sind begrenzt und in wenigen Jahren an der Kapazitätsgrenze. BtL wird erst im nächsten Jahrzehnt großtechnisch ausbaubar sein. Der Ausbau bleibt nach derzeitigem Kenntnisstand auf Restholz und Reststroh begrenzt. Damit könnte in Deutschland im Jahr 2020 maximal 10 % des Diesel- und Ottokraftstoffverbrauchs substituiert werden.

(16) Der Biokraftstoffanteil aus BtL und Biodiesel bliebe in Deutschland unter 18 %. In den nächsten 10 Jahren bliebe es bei den vergleichsweise niedrigen Biodieselannteilen. Bioethanol ist derzeit die einzige verfügbare Biokraftstofftechnologie, die schnell ausbaufähig wäre und erhebliche Potenziale bieten würde. Deshalb fördern die USA, China und andere Länder Ethanol in viel stärkerem Umfang als Deutschland und einige EU-Mitgliedstaaten.

(17) An die Adresse der Politik ist die Frage zu richten, ob die Bioethanolproduktion in gleichem Maße gefördert werden soll wie beispielsweise die Produktion von Biodiesel, Biogas, die Fotovoltaik und andere erneuerbare Energien. Da die auf agrarischen Rohstoffen basierenden Bioenergieketten zukünftig stärker um die Rohstoffe konkurrieren werden, lenkt die hohe Förderung von Biogas mit langfristig garantierten Einspreisungspreisen Investitionen in diesen Bereich, während die vergleichsweise großen Potenziale bei Biokraftstoffen mangels Investitionen in Anlagen nicht ausreichend genutzt werden.

Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und in der EU-25

1. Einleitung

Bioethanol wird in Deutschland seit dem Jahr 2005 im Kraftstoffbereich in nennenswerten und seitdem zunehmenden Mengen produziert. Die Herstellung erfolgt in Deutschland bisher überwiegend aus Getreide und in geringerem Umfang aus Zuckerrüben. Bioethanol ist bis zum Inkrafttreten der Änderung des **Energiesteuergesetzes** am 1. August 2006 Januar 2007 von der Energiesteuer befreit. Zur Erfüllung der Pflichtquote verwendetes Bioethanol unterliegt dem vollen Steuersatz auf Benzin (65,45 ct./l). Von 2007 bis 2015 soll Bioethanol in Form von E 85 weiter steuerlich entlastet werden (Tabelle 1), sofern es nicht zur Erfüllung der Pflichtquote verwendet wird. Dabei kann auf der Grundlage von Kostenrechnungen im Falle einer sogenannten Überkompensation eine teilweise oder volle Besteuerung von Bioethanol E 85 erfolgen.

Zur Erfüllung der Pflichtquote verwendeter Biodiesel unterliegt dem vollen Steuersatz auf Diesel (47,04 ct./l). Demgegenüber gelten für nicht zur Erfüllung der Pflichtquote verwendeten Biodiesel bzw. Pflanzenöl ab 2007 sinkende Entlastungsbeträge von der Energiesteuer von 38,04 ct./l bzw. 47,40 ct./l auf 2,04 ct./l ab 2012.

Am 26. Oktober 2006 hat der Bundestag ein **Biokraftstoffquotengesetz** beschlossen. Danach ist die Mineralölwirtschaft verpflichtet ab 01.01.2007 4,4 % des Absatzes bei Diesel aus Biodiesel bereitzustellen. Für Bioethanol im Benzin gilt eine Quote von 1,2 % (ab 2008 2,0%, ab 2009 2,8% und ab 2010 3,6 %). Die gesamte Biokraftstoffquote wird auf 6,25% im Jahr 2009 ansteigend in mehreren Stufen bis auf 8% im Jahr 2015 festgesetzt. Beide Quoten sind jeweils auf den Energiegehalt bezogen. Ab dem Jahr 2009 hat die Mineralölwirtschaft eine Gesamtquote von 6,25 % für den Anteil aller Biokraftstoffe zu erbringen, die im Jahr 2010 auf 6,75% und in Stufen von plus 0,25% je Jahr auf 8% im Jahr 2015 erhöht werden soll. Bei Nichteinhaltung der Zielgrößen werden Sanktionen bei Biodiesel in Höhe von 50 Cent/l und bei Ethanol von 80 Cent/l fällig. Die Sanktionen wirken wahrscheinlich prohibitiv.

Tabelle 1 Besteuerung von Biokraftstoffen in Deutschland

Jahr	Besteuerung Kraftstoffe [Euro/hl, Euro-Ct/l]			2008	2009	2010	2011	2012
	bis 7/2006	ab 8/2006	ab 2007					
Diesel	47,40	47,40	47,40	47,40	47,40	47,40	47,40	47,40
Biodiesel B 100 (außerhalb Pflichtquote)	-	9,0	9,0	15,0	21,0	27,0	33,0	45,0
Biodiesel B 5/Pflanzenöl (Pflichtquote)	-	15,0	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4
Pflanzenöl (außerhalb Pflichtquote)	-	-	-	10,0	18,0	26,0	33,0	45,0
Ottokraftstoff	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5
Bioethanol (Pflichtquote)	-	-	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5	65,5
Bioethanol – E 85 (außerhalb Pflichtquote)	-	-	-	abhängig von Überkompensation				

Quelle: Nach FO Licht (2006) geändert und BMF

Während die existierenden Produktionskapazitäten für Biodiesel in Deutschland von etwa 3,5 Mio. t deutlich über den im Gesetz festgeschriebenen Biodieselanteilen (4,4%) von derzeit etwa 1,5 Mio. t liegen, befinden sich die Produktionskapazitäten für Bioethanol in Deutschland im Jahr 2006 noch unter dem Bedarf zur Erfüllung des biogenen Treibstoffanteils an Benzin von ca. 0,65 Mio. t. Bei voller Nutzung der derzeitigen Kapazitäten für die Ethanolherstellung in Deutschland können im Jahr 2007 wohl erst 0,5 Mio. t aus eigener Erzeugung und aus Importen aus EU-Mitgliedstaaten und von Übersee bereitgestellt werden.

Bis zum Jahr 2010 befinden sich zahlreiche derzeit im Bau befindliche Ethanolanlagen in anderen Mitgliedstaaten der EU in der Produktion. Deutsche Unternehmen realisieren etwa eine Verdoppelung der Produktionskapazität bis zu dem Zeitpunkt, so dass bei gegebener Nachfrage und attraktiven Preisen, die Produktion und Bereitstellung von Bioethanol keinen Engpass darstellen wird, auch wenn höhere Beimischungsverpflichtungen beschlossen und sanktioniert würden.

Unter dem Eindruck überdurchschnittlich hoher Getreidepreise im Jahr 2006 stellt sich die Frage, ob die Rohstoffversorgung für die Erzeugung von Bioethanol als gesichert angenommen werden kann. Für eine Biokraftstoffquote von 1,2 % Bioethanol am Benzinverbrauch im Jahr 2007 und bis zum Jahr 2011 (3,6 % Volumenanteil auf energetischer Basis) und einem dazu erforderlichen Bedarf an Rohstoff bei ausschließlicher Getreideverwendung in der Größenordnung von 3 bis 4 Mio. t scheint das angesichts der bestehenden Getreideexporte Deutschlands und der EU überhaupt kein Beschaffungs- und Preisproblem zu sein. In diesem Zusammenhang muss aber berücksichtigt werden, dass zunehmende Flächenkonkurrenz durch andere Bioenergieketten entsteht, wie beispielsweise Energiepflanzen zu Biogas, Getreide für die Verbrennung in Kleinf Feuerungsanlagen landwirtschaftlicher Betriebe, weitere Ausdehnung des Rapsanbaus für Biodiesel. Schließlich sind Veränderungen in der Nahrungsmittelnachfrage, Flächenumwidmung zu Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie weitere Ertragssteigerungen zu berücksichtigen. Erstmals seit etwa 30 Jahren kann durch die steigende Nachfrage nach Bioenergie eine nachhaltige Trendumkehr auf wichtigen Märkten der Agrarwirtschaft stattfinden, nämlich von der Überschuss- zur Importsituation. Insofern ist es wichtig die zukünftigen Entwicklungen, insbesondere am Getreidemarkt abzuschätzen um für die Biokraftstoffproduktion im Rahmen von Quoten richtige Signale zu setzen.

2. Problemstellung

Die Zielsetzung der Studie besteht darin, die Auswirkungen einer zunehmenden Nachfrage agrarischer Rohstoffe für Bioenergie in den verschiedenen Verwendungsketten abzuschätzen, Auswirkungen und Grenzen der Nutzung von Biomasse zu ermitteln und Möglichkeiten und Grenzen der Politik aufzuzeigen. Im Mittelpunkt steht dabei die Rohstoffversorgung für Bioethanolanlagen, die vor Ort produzieren. Dabei sind Beschaffungsoptionen der Mineralölindustrie aus anderen Quellen, wie beispielsweise Importe mit zu berücksichtigen. Zu prüfen sind Versorgungsszenarien für Biokraftstoffquoten für Bioethanol von 1,2 % im Jahr 2007, 3,6% im Jahr 2010 sowie 6 %, oder sogar eine darüber hinausgehende Quote zeitlich gestaffelt bis zum Jahr 2020. Die gleichzeitige Erfüllung der Biodieselquote ist dabei zu berücksichtigen.

3. Vorgehensweise

Zunächst werden die Situation und die Entwicklungen auf dem Kraftstoffmarkt dargestellt. Daraus werden die erforderlichen Mengen zur Erfüllung der Biokraftstoffquoten für Biodiesel und Bioethanol abgeleitet. Das Verfahren BtL bleibt ohne Berücksichtigung, da die Nutzungskonkurrenz vergleichsweise gering ist mit den Quoten für Biodiesel und Bioethanol. Es wird davon ausgegangen, dass BtL erst in mehr als 10 Jahren in nennenswerten Mengen zur Verfügung steht und frühestens dann die Treibstoffe der ersten Generation innerhalb der Biokraftstoffquote ergänzt oder teilweise substituiert. Im zweiten Schritt werden die Märkte für Rohstoffe der Bioenergieträger dargestellt. Dabei geht es vor allem um die Verfügbarkeit von Getreide unter Berücksichtigung eines Zuckerrübenanteils für die Ethanolherstellung aus deutschen und EU-Ressourcen. Dabei werden die Veränderung der Flächenverfügbarkeit für die landwirtschaftliche Nutzung, die Veränderung im Nahrungsmittelverbrauch, Ertragssteigerungen und andere wichtige Einflussparameter mitberücksichtigt. Gleichzeitig müssen Entwicklungen bei Importen und Exporten nicht nur für Rohstoffe für Bioenergieträger, sondern auch für die wichtigsten Nahrungsmittel unter zukünftigen wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen mitberücksichtigt werden. Abschließend werden aus den Feststellungen zu allen Marktentwicklungen Angebotspotenziale aus inländischer Erzeugung und Import für die Erfüllung von Biokraftstoffquoten abgeschätzt. In einem abschließenden Kapitel werden mögliche Nutzungskonkurrenzen um Flächen diskutiert und die Ergebnisse unter dem Aspekt der Sensitivität der Annahmen bewertet. Darauf aufbauend Schlussfolgerungen zur Fragestellung bezogen.

4. Marktsituation und Marktentwicklungen

Im Folgenden geht es zunächst um die Darstellung der Märkte für fossile Treibstoffe und Biokraftstoffe. Dabei wird zunächst die Nachfrage- und danach die Angebotsseite betrachtet.

4.1 Kraftstoffe

4.1.1 Nachfrage

4.1.1.1 Fossile Kraftstoffe

Nach Prognosen des Mineralwirtschaftverbandes über den Mineralölverbrauch (27. Juni 2006) wird der Verbrauch an Ottokraftstoff in Deutschland im Jahr 2006 bei 22,6 Mio. t liegen (Tabelle 2). Er wird bis 2010 auf 20,5 Mio. t voraussichtlich zurückgehen. Die rückläufige Nachfrage wird für 2020 zu einer geschätzten Verbrauchsmenge von 15,6 Mio. t führen. Der Diesekraftstoffverbrauch von 30,2 Mio. t im Jahr 2006 wird auf 31,3 Mio. t im Jahr 2010 und 28,6 Mio. t im Jahr 2020 prognostiziert. Erwähnenswert ist, dass derzeit 7,3 Mio. t Nettoexport von Otto- und Diesekraftstoff stattfindet. Dieser wird in den Prognosen etwa in der bisherigen Größenordnung erwartet. Die Nettoexporte von Kraftstoffen verteilen sich etwa zu einem Drittel auf Otto- und zu zwei Drittel auf Diesekraftstoff.

Tabelle 2 Prognose des Mineralölverbrauchs in Deutschland bis 2025 (in Mio. t)

Mineralölprodukte	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020	2025
Ottokraftstoffe	25,0	23,4	22,6	22,0	21,5	21,0	20,5	17,9	15,6	13,6
Diesekraftstoff	29,9	29,7	30,2	30,6	30,8	31,2	31,3	30,5	28,6	26,0

Quelle: Mineralölwirtschaftsverband e.V (2006)

4.1.1.2 Biokraftstoffe

Die Nachfrage nach Biokraftstoffen entstand bis zum Jahr 2006 aus der wirtschaftlichen Überlegenheit in der Verwendung durch die Mineralölsteuerbefreiung. Mit der Einführung des Energiesteuergesetzes und des Gesetzes für Biokraftstoffquoten im August 2006 wird die Nachfrage nach Biokraftstoffen durch deutsche Kraftstoffquoten und durch die Zielvorgaben der EU-Biokraftstoffrichtlinie bestimmt. Für diesen Bedarf ergibt sich nach Tabelle 3 eine Nachfragemenge im Jahr 2005 aufgrund des EU- Mengenziels 2 % von 0,7 Mio. t Für das Jahr 2007 ergibt sich bei einem Mengenziel von 4,4 % (deutsche Biokraftstoffquote) und einem Diesekraftstoffverbrauch

von 30,6 Mio. t ein Bedarf von 1,56 Mio. t. Im Jahr 2010 ergäbe sich bei einem EU-Mengenziel von 5,75 % und einem Dieselmotorkraftstoffverbrauch von 31,3 Mio. t ein Biodieselbedarf von 2,09 Mio. t.

Tabelle 3 Zielvorgaben und Mengen für Biodiesel in Deutschland

	Einheit	Ziel 2005	Ziel 2007	Ziel 2010
Mengenziel Anteil	%	2,00	4,40	5,75
Dieselmotorkraftstoffverbrauch ¹⁾	Mio. t	29,70	30,60	31,30
Biodieselbedarf ²⁾	Mio. t	0,70	1,56	2,09

Quelle: Eigene Berechnungen.

¹⁾MWV (2005)

²⁾ Energetisch; Basis: Heizwert Diesel: 43 MJ/kg; Heizwert Biodiesel: 37 MJ/kg

Die Nachfrage nach Bioethanol wird auch von den Zielvorgaben der EU-Biokraftstoffrichtlinie bestimmt, die nach dem Gesetz für Biokraftstoffquoten in Deutschland für Bioethanol präzisiert wird. Danach wird im Jahr 2007 ein Mengenziel von 1,2 % vorgegeben. Daraus ergibt sich bei einem Verbrauch von 22 Mio. t Otto-Kraftstoff in Deutschland ein Bioethanolbedarf von 0,39 Mio. t (Tabelle 4). Im Jahr 2010 ist ein Mengenziel in Deutschland von 3,60 % vorgegeben, für die EU-25 nach der EU-Biokraftstoffrichtlinie allerdings 5,75 %. Bei einem Otto-Kraftstoffverbrauch in Deutschland im Jahr 2010 von 20,5 Mio. t ergibt sich ein Ethanolbedarf zur Erfüllung der deutschen Biokraftstoffquote von 1,09 Mio. t Ethanol und zur Erfüllung der EU-Biokraftstoffrichtlinie von 1,75 Mio. t Ethanol. Würde die gesamte Biokraftstoffquote in Deutschland, die im Jahr 2010 auf 6,75 % erhöht werden soll, sowohl für Biodiesel als auch für Bioethanol obligatorisch auf 6,75% fixiert, würde im Jahr 2010 ein Ethanolbedarf von 2,05 Mio. t entstehen.

Tabelle 4 Zielvorgaben und Mengen für Bioethanol in Deutschland

	Einheit	Ziel 2007	Ziel 2010	Ziel 2010	Ziel 2010
Mengenziel Anteil	%	1,2	3,60	5,75	6,75
Ottokraftstoffverbrauch	Mio. t	22,0	20,5	20,5	20,5
Ethanolbedarf ¹⁾	Mio. t	0,39	1,09	1,75	2,05

Quelle: Eigene Berechnungen.

¹⁾ Energetisch; Heizwert Ethanol 27 MJ/kg; Normalbenzin 40 MJ/kg

4.1.2 Angebot

4.1.2.1 Biodiesel

Seit dem Jahr 1995 haben sich die Produktion und der Absatz von Biodiesel unter dem Schutz von Steuerbegünstigung rasant entwickelt. Für Diesel besteht eine Produktionskapazität Ende 2005 von rund 2,3 Mio. t, die sich bis Ende 2006 durch Inbetriebnahme weiterer Anlagen auf 3 bis 4 Mio. t erhöhen wird (Bockey, 2006) Auch die Ölmühlenkapazität von zur Zeit mehr aus 5,5 Mio. t wird kräftig weiter ausgebaut. Rohstoff für die Biodieselerzeugung in Deutschland ist fast ausschließlich Rapssaat. Die Rapsanbaufläche ist mit derzeit 1,4 Mio. ha (2006) nahezu an eine biologische Anbaugrenze gelangt. Gleichwohl kann bei Veränderung politischer Rahmenbedingungen zugunsten des Rapsanbaues eine maximale Rapsanbaufläche von 2 Mio. ha in Deutschland unterstellt werden. Bei der Ölgewinnung fällt als wertvolles Nebenprodukt Rapsschrot bzw. Rapskuchen und bei der RME-Herstellung Glycerin an.

4.1.2.2 Bioethanol

Die derzeitigen Produktionskapazitäten für Bioethanol lagen im Jahr 2006 bei drei großtechnisch produzierenden Anlagen in Deutschland um 0,6 Mio. m³ bzw. 0,48 Mio. t, die allerdings noch nicht voll ausgeschöpft wurden. Nach Recherchen von e-BIO (2006) sind in der EU- 25 weitere 7 Anlagen im Bau und weitere 27 Anlagen geplant. Bei Realisierung der Pläne würde in der EU-25 die derzeitige Produktionskapazität von 1,3 Mio. m³ im Jahr 2006 mit Fertigstellung der in Bau befindlichen Anlagen auf 2,2 Mio. m³ und nach Fertigstellung auch der geplanten Anlagen auf 6 Mio.

m³ im Jahr steigen. Davon würde auf Hersteller in Deutschland etwa 1 Mio. m³ entfallen. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass nicht alle Anlagen für die Bioethanolproduktion auf Getreiderohstoffen basieren. Daneben werden Weinalkohol, Zuckerrüben und Melasse eingesetzt. Der Reststoff aus der Ethanolherstellung wird überwiegend zu einem hochwertigen Proteinfuttermittel verarbeitet. Es ersetzt Sojaschrot nach Maßgabe des nutzbaren Proteingehaltes etwa im Verhältnis 1,3 (DDGS) zu 1 (Sojaschrot).

4.2 Rohstoffe für Biokraftstoffe

4.2.1 Die Situation am Weltmarkt

Da es in den letzten zwei Erntejahren extreme Preisschwankungen am Getreidemarkt gegeben hat, muss kurz auf die aktuellen und mittelfristigen Entwicklungen eingegangen werden. Der aktuelle Preisanstieg bei Getreide ist mit singulären Ereignissen zu erklären. Vor allem die um 14 Mio. t geringere Ernte in der EU-25 im Jahr 2006 und die stärkere Liberalisierung der Getreidemarktordnung führen zu stärkeren Preisausschlägen in der EU und am Weltmarkt (TOEPFER, 2006). Weitere Ursachen der Preissituation sind die geringere Weltgetreideernte und deutlich reduzierte Endbestände an Getreide (Agra-Europe 39/2006, 25. September 2006)

Mittelfristig ist aber von folgenden Fakten auszugehen. Agrarprodukte werden in beträchtlichem Umfang weltweit und auch zwischen Staaten großer Binnenmärkte wie EU und Nordamerika gehandelt (siehe Anhang Tabelle A 1). Die Agrarprodukte finden weit überwiegend Verwendung für die Nahrungsmittelerzeugung. Erst seit wenigen Jahren werden sie für die Herstellung von Bioethanol in Brasilien und USA sowie zur Herstellung von Biodiesel, vor allem in Deutschland, verwendet. Allerdings macht sich seit einigen Jahren der Einfluss einer wachsenden Nachfrage der handelbaren Agrarprodukte für den Energiesektor auch auf Handelsströme und Preise bemerkbar.

Die Vorausschau auf die Märkte für Agrarprodukte (FAPRI, 2005) zeigt im Ergebnis bei den wichtigsten Agrargütern eine weitgehend konstante Entwicklung der Anbaufläche mit Ausnahme von Soja, weil auf den Märkten für Öle und Fette sowie Futtermittel eine deutlich steigende Nachfrage angenommen wird. Die Ausdehnung der Produktion geht im Wesentlichen auf weiterlaufende Ertragssteigerungen zurück. Eine überproportionale Zunahme ist beim Nettohandel zu erwarten, insbesondere bei

Weizen, Mais, Reis und Soja. Dem gegenüber spielen andere Ölsaaten in Weltproduktion und Handel ohnehin eine geringe Rolle. Bemerkenswert ist der erwartete Anstieg der Realpreise, insbesondere für Getreidearten, der in dieser Prognose allein auf die Veränderung der Nachfrage für den Nahrungsmittelsektor zurückzuführen ist. Immerhin werden sie mit zwischen 10 und 15 % beziffert. Neuere Prognosen der OECD berücksichtigen den Einfluss höherer Weltmarktpreise für fossile Energieträger auf die Agrarpreise. Sie führen zu dem Ergebnis, dass der derzeit erwartete Anstieg der Produktion von Bioenergieträgern eine signifikant höhere Preissteigerung auf den internationalen Märkten für Zucker, Getreide und Ölsaaten zur Folge haben wird (VON LAMPE, M, 2006), bei nachhaltig hohen Energiepreisen in der Größenordnung zwischen 15 und 30 %.

Unter dem Eindruck der Preisentwicklung für Rohöl am Weltmarkt der letzten zwei Jahre besteht die Gefahr, dass zukünftig von ähnlich hohen Preiserwartungen für Rohöl ausgegangen wird. Dem gegenüber schätzen neuere Prognosen den Weltmarktpreis für Rohöl in der Größenordnung von 50 US\$/Barrel. Bei diesem Preisniveau dürfte der zusätzliche Effekt auf den Anstieg der Agrarpreise am Weltmarkt eher moderat ausfallen (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln und Prognos AG, 2006).

4.2.2 Die Situation auf dem EU- Markt

Grundsätzlich gehen die Überlegungen davon aus, dass Agrarproduktion in Deutschland, in der EU-25 und weltweit absoluten Vorrang hat für die Bedarfsdeckung der Nahrungsmittelnachfrage für die Bevölkerung und die Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe für hochwertige und damit wettbewerbsfähige stoffliche Verwertungen. Gleichmaßen hat die Produktion und Verwendung von Agrarrohstoffen für nicht subventionierte Exportmärkte mit lukrativen Absatzchancen Vorrang. Als Potenziale für Bioenergieträger stehen demnach nur zur Verfügung:

- bisher brach liegende Flächen im Rahmen der obligatorischen Stilllegung (nicht genutzt im Vertragsanbau für nachwachsende Rohstoffe)

- strukturelle Überschüsse, die bisher im Rahmen der Marktordnung für Intervention und/oder subventionierten Export erzeugt wurden, insbesondere Getreide und Zucker.

Im Prinzip gehören auch Milch, Milchprodukte und Rindfleisch dazu. Es ist allerdings nicht davon auszugehen, dass die entsprechenden EU- Marktordnungen so wesentlich in Richtung Liberalisierung geändert werden, dass diese Überschüsse in Zukunft nicht mehr produziert werden.

Aus der Bilanzierung noch verfügbarer Brachflächen und Flächen, die derzeit für die Erzeugung zu subventionierender Exportüberschüsse bei Zucker und Getreide verwendet werden, ergibt sich das theoretisch nutzbare Flächenpotenzial für Bioenergieträger. Dieses kann entweder ausschließlich für bestimmte Energiepflanzen, wie Getreide und Zuckerrüben für die Ethanolherzeugung, Raps für Biodiesel oder Silomais für Biogasanlagen, verwendet werden. Da die Verwendungsstruktur aber nicht bekannt oder nur spekulativ bestimmbar ist, wird im folgenden unterstellt, dass die potenziellen nutzbaren Flächen exakt in dem Anbaumix genutzt werden, der gegenwärtig als Fruchtfolge praktiziert wird. Mit dieser Vorgehensweise soll vermieden werden, dass Energiepflanzenpotenziale unter Vernachlässigung von Fruchtfolgegrenzen und Nachhaltigkeitsverpflichtungen überschätzt werden. Es wird jeweils für einen mehrjährigen Durchschnitt der zurückliegenden Jahre, der als Basis bezeichnet wird, für das Jahr 2010 und 2020 eine Potenzialabschätzung durchgeführt. Für die Zukunftsprognose muss eine Abschätzung des zukünftigen Nahrungsmittelverbrauchs mitberücksichtigt werden.

4.2.2.1 Exportüberschüsse bei Getreide

Im Durchschnitt der Jahre 2000-2003 (4- Jahresdurchschnitt) exportierte Deutschland fast 12 Mio. t Getreide, überwiegend Weizen, Gerste und Roggen (siehe Anhang Tabelle A2). Dem standen Importe von etwa 3,5 Mio. t gegenüber, so dass per Saldo mehr als 8 Mio. t Getreide netto exportiert wurden (FAOSTAT). Frankreich hatte sogar einen Nettoexport in der Basis von 15 Mio. t Getreide (siehe Anhang Tabelle A3). Deutschland und Frankreich waren die Hauptexporteure für Getreide. Der Exportüberschuss der EU-15 lag aber nur bei 11 Mio. t, der der EU-25 bei 13 Mio. t Getreide (siehe Anhang Tabelle A4 und A5).

4.2.2.2 Potenzial von Stilllegungsflächen

Auf den obligatorisch stillgelegten Flächen hätten darüber hinaus in Deutschland bei bestehendem Anbaumix 5 bis 6 Mio. t Getreide produziert werden können, in Frankreich etwa 7 Mio. t Getreide (siehe Anhang Tabelle A6), (EUROSTAT).

4.2.2.3 Zukünftige Versorgungssituation mit agrarischen Rohstoffen

Für die Abschätzung der Verfügbarkeit agrarischer Rohstoffe für den Zukunftszeitpunkte 2010 und 2020 ergibt sich eine in den Ländern unterschiedliche, in Deutschland und in der EU-25 kräftig zunehmende Ausdehnung der Potenziale für Bioenergie. Die Bevölkerung wächst nur noch geringfügig und der pro Kopf Verbrauch nimmt in den meisten Mitgliedstaaten, so auch in Deutschland, nur geringfügig zu (siehe Anhang Tabelle A7). Demgegenüber steigen in allen Ländern die Erträge in der Größenordnung um 1,5 % pro Jahr und insbesondere bei den potenziellen Energiepflanzen wurden noch höhere Zuwächse bisher realisiert, die auch in Zukunft erwartet werden (siehe Anhang Tabelle A8). Aus der Saldierung aller Entwicklungen ergibt sich für Deutschland ein gegenüber der Basis weiteres Flächenpotenzial von gut 2,1 Mio. ha, das sich in der Zeit von 2010 bis 2020 noch einmal um 2,7 Mio. ha erhöht (siehe Anhang Tabelle A9). Davon entfallen allerdings im Jahr 2010 ca. 1 Mio. ha und im Jahr 2020 ca. 1,75 Mio. ha auf Grünlandfreisetzung, die hier für Biokraftstoffe nicht weiter berücksichtigt wird (THRÄN et.al., 2006).

Unterstellt man nun den Anbaumix der bisher gegebenen Anbauverhältnisse, ergeben sich für Deutschland Flächenpotenziale auf dem Ackerland in 2010 von insgesamt 420 000 ha für feuchte Biomasse und rund 2,2 Mio. ha für trockene Biomasse (Tabelle 5). Im Jahr 2020 ergeben sich rund 800 000 ha für feuchte Biomasse und rund 4,4 Mio. ha für trockene Biomasse, davon entfallen etwa 3,5 Mio. ha auf Getreide (siehe Anhang Tabelle A10).

Tabelle 5 Theoretisches (zusätzliches) Produktionspotenzial in Deutschland und in der EU-25 in ha

Jahr	Feuchte Biomasse 1000 ha			Summe 1000 ha	Trockene Biomasse 1000 ha							Summe 1000 ha	Total 1000 ha
	Silomais	Luzerne	Zuckerrüben		Sonnenblumen	Raps	Weizen	Tritikale	Roggen	Gerste	Körner- mais		
Deutschland													
Basis 2000-2004	116	3	47	166	3	111	307	51	85	218	39	814	979
2010	316	7	97	420	22	335	896	138	316	399	122	2228	2468
2020	628	14	168	810	36	611	1842	274	647	760	253	4423	5223
EU-25													
Basis 2000-2004	538	139	240	917	259	540	2534	240	396	1422	699	6090	7007
2010	1224	457	480	2161	759	1120	5928	587	1175	5672	2384	17265	19786
2020	2875	1312	1084	5271	1097	2715	12996	1251	2753	9473	5714	35999	42170

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Flächenanteile von feuchter und trockener Biomasse sind je nach Nachfragesituation weitgehend austauschbar. Erste Prognosen schätzen die Ausdehnung der Silomaisflächen in Deutschland bei anhaltendem Zubau von Biogasanlagen bis zu einem Flächenumfang von 1,8 Mio. ha (GÖMANN et.al., 2006). Da nach den Berechnungen für feuchte Biomasse insgesamt nur 640 000 ha bei unverändertem Anbaumix verfügbar sein werden, würden die fehlenden 1,2 Mio. ha von freigesetztem Grünland stammen oder zu Lasten des Raps- und Getreideanbaus gehen.

Unter Zugrundelegung der Flächenerträge und ihrer Wachstumsraten bis 2006 lässt sich zumindest für trockene Biomasse das theoretisch verfügbare Potenzial für Biokraftstoffe errechnen. Wiederum ergibt sich insbesondere für die Getreideproduktion ein beträchtlicher Produktionsüberschuss von 1,8 Mio. ha bzw. etwa 14 Mio. t im Jahr 2010 mit überproportionalem Wachstum bis zum Jahr 2020 (Tabelle 6).

Tabelle 6 Theoretisches (zusätzliches) Produktionspotenzial für Rohstoffe zur Biokraftstoffproduktion ¹⁾

Rohstoffquelle	Einheit	Deutschland			EU-25		
		2000	2010	2020	2000	2010	2020
Verfügbare Fläche							
feuchte Biomasse	1000 ha	119	323	640	677	1681	4187
Raps	1000 ha	111	335	611	540	1120	2715
Sonnenblumen	1000 ha	3	22	36	259	759	1097
Getreide	1000 ha	700	1871	3776	5291	15746	32187
Zuckerrüben	1000 ha	47	97	168	240	480	1084
Theoretisches Produktionspotenzial für Biokraftstoffe							
Rapssaat	Mio. t	0,37	1,29	2,73	1,50	3,60	10,14
Sonnenblumensaat	Mio. t	0,01	0,06	0,11	0,45	1,53	2,55
Getreide	Mio. t	4,61	14,31	33,61	25,45	87,86	208,54
Zuckerrüben	Mio. t	2,75	6,57	13,22	9,25	21,45	56,26

Quelle: Eigene Berechnungen.

¹⁾ Ertragssteigerungen 1,5 %/Jahr

In der EU-25 wird eine ähnliche Produktionsentwicklung in relativen Größenordnungen wie in Deutschland zu erwarten sein. Dabei steht hinter den Durchschnittszahlen ein überproportionales Wachstum in Frankreich, Polen, Tschechien, Ungarn und Spanien, während andere Mitgliedstaaten kein Potenzial oder ein unterdurchschnitt-

liches Wachstum aufweisen (Dänemark, Lettland, Litauen u.a.). Beitretende Länder Rumänien und Bulgarien sind potenzielle Überschussländer für Agrarprodukte, die ein weiteres Potenzial bieten werden.

5 Potenziale für Biokraftstoffe

In weiteren Berechnungen wird das Produktionspotenzial für Biokraftstoffe abgeschätzt (Tabelle 7). Dabei wird zunächst auf die Berücksichtigung von Flächennutzungskonkurrenzen, beispielsweise durch die Produktion von Biogas auf potenziellen Flächen oder die Verwendung von Getreide in landwirtschaftlichen Kleinf Feuerungsanlagen oder als Co-Ferment in Biogasanlagen, verzichtet. Weitere Nutzungskonkurrenzen könnten sich durch verschärfte Ausweisung von FFH- und Naturschutzgebieten, sowie Hochwasserschutzarealen ergeben. Es handelt sich im Folgenden also um maximale Potenziale für Biokraftstoffe. Da es für Biodiesel und Bioethanol ein gemeinsames Mengenziel gibt, werden die Bilanzen für beide Biokraftstoffe getrennt ermittelt.

5.1 Biodiesel

Für das Jahr 2005 wird eine Verbrauchsmenge von 1,8 Mio. t Biodiesel angenommen, die zum Teil aus Importen bereitgestellt wird. Da sich die Importe aufgrund komparativer Kostenvorteile ergeben, wird die tatsächliche Verwendung dieser Importmengen zugrunde gelegt. Das führt zu einem Anteil Biodiesel am Dieselmineralölverbrauch im Jahr 2005 von 5,2 %. In der Vorschätzung für 2010 wird ein Zuwachs bei Raps von 335.000 ha auf Stilllegungsflächen und auf aus der Nahrungsmittelerzeugung freiwerdenden Ackerflächen zugrunde gelegt. Unter Berücksichtigung der Ertragssteigerung errechnet sich für Deutschland ein Mengenpotenzial von 1,29 Mio. t Rapssaat im Jahr 2010 (Tabelle 6). Daraus können ca. 0,516 Mio. t Biodiesel hergestellt werden. Berücksichtigt man den Heizwert, ergibt sich eine energieäquivalente Menge unter Berücksichtigung des Beitrages der Sonnenblumen von 2,00 Mio. t Dieselmineralöl-Substitution (unter Berücksichtigung der bisher schon verfügbaren Menge an Biodiesel). Im Jahr 2010 könnte demnach Biodiesel einen energetischen Anteil von gut 6 % durchaus abdecken. Im Jahr 2020 geht der Dieselverbrauch ins-

gesamt leicht zurück. Die Rapsproduktion kann auf einer zusätzlichen Fläche (von 611.000 ha) durchgeführt werden. Die Berechnungen führen zu einem energetisch äquivalenten Anteil von 2,50 Mio. t Biodiesel, das entspricht 8,75 %.

Tabelle 7 Theoretisches (zusätzliches) Potenzial für Biokraftstoffe

	Einheit	Deutschland			EU-25		
		2005	2010	2020	2005	2010	2020
Dieseldieselkraftstoff							
Verbrauch Diesel	Mio. t	29,70	31,30	28,60	158,60	165,00 ⁵⁾	178,20 ⁵⁾
Biodieselpotenzial aus Rapsaat ⁸⁾	Mio. t	1,80 ¹⁾	-	-	2,00	-	-
Biodieselpotenzial aus Sonnenblumensaat ⁹⁾	Mio. t	-	2,316	2,892	-	3,44	6,06
	Mio. t	-	0,011	0,017	-	0,73	1,22
Summe	Mio. t	1,80	2,327	2,91	2,00	4,17	7,28
	Energieäquivalent ³⁾ Mio t	1,55	2,00	2,50	1,72	3,59	6,26
Möglicher Anteil an Diesel	%	5,20	6,40	8,75	1,10	2,18	3,52
Ottokraftstoff							
Verbrauch Benzin	Mio. t	23,40	20,50	15,60	124,80	113,60	98,00 ⁶⁾
Bioethanolpotenzial aus Getreide ⁷⁾	Mio. t	0,48	-	-	1,03	-	-
Bioethanolpotenzial aus Zuckerrüben	Mio. t	-	3,79	8,89	-	23,24	55,17
	Mio. t	-	0,54	1,05	-	1,70	4,47
Summe	Mio. t	0,48	4,81	10,72	1,03	25,97	60,67
	Energieäquivalent ⁴⁾ Mio t	0,32	3,25	7,03	0,70	17,53	40,95
Möglicher Anteil an Benzin	%	2,05	15,85	45,1	0,56	15,43	41,8

Quelle: Eigene Berechnungen.

¹⁾ Inkl. Import

²⁾ 1 t Ethanol = 1,26 m³; 1 m³ Ethanol = 790 kg

³⁾ Heizwert Diesel 43 MJ/kg; Heizwert Biodiesel 37 MJ/kg

⁴⁾ Heizwert Normalbenzin 40 MJ/kg; Heizwert Bioethanol 27 MJ/kg

⁵⁾ Annahme: Zunahme Dieselverbrauch 2005-2010 +4 %, 2010-2020 +8 %

⁶⁾ Annahme: Rückgang Ottokraftstoffverbrauch 2005-2010 -9 %, 2010-2020 -16 %

⁷⁾ Annahme: 3,78 t Getreide ergeben 1 t Ethanol

⁸⁾ Rapsaat 40% Ölausbeute

⁹⁾ Sonnenblumensaat 48% Ölausbeute

In der EU-25 wird von einem Dieselkraftstoffverbrauch von fast 160 Mio. t ausgegangen, bei derzeit rund 2 Mio. t Biodieseleinsatz. Die theoretischen Potenziale für die zusätzliche Ausdehnung der Rapsflächen sind, gemessen an Deutschland, vergleichsweise gering, die der Sonnenblumenfläche deutlich höher. Dennoch dominiert auch Raps in der EU-25 die Erzeugung bei Ölfrüchten. Über den entsprechenden Berechnungsgang ergibt sich in 2005 ein Anteil von Biodiesel am Dieselgesamtverbrauch von gut 1 %, der bis zum Jahr 2010 auf 2,18 % und bis zum Jahr 2020 maximal auf 3,52 % ansteigen könnte. Das vergleichsweise geringe Potenzial der EU-25 für Biodiesel ist zum einen darauf zurückzuführen, dass neben Deutschland nur Frankreich, Polen, die Tschechische Republik und Ungarn größere Ackerflächen für Raps freisetzen. Zum anderen wurde unterstellt, dass auf den freigesetzten Flächen nur der Getreide Anbaumix aus Fruchtfolgegründen produziert werden kann. Das heißt, dass bei signifikanter Verschiebung der Wettbewerbsfähigkeit zugunsten von Raps (und Sonnenblumen) ein höheres Potenzial für Biodiesel entstehen kann, aber ein geringes Potenzial für Bioethanol verbleibt. Selbst wenn man davon ausgeht, dass der Anbau von Raps und Sonnenblumen beispielsweise auf Kosten von Getreide und in einigen Gegenden auch auf Kosten von Zuckerrüben ausgedehnt werden könnte (bei rückläufiger Zuckerrübenanbaufläche), zeigen sich doch deutliche Grenzen für die Bereitstellung von Biodiesel am Dieselgesamtverbrauch in der EU-25.

5.2 Bioethanol

Im Ottokraftstoffbereich ist die Situation grundlegend anders. Der Verbrauch geht in Deutschland und auch in der EU-25 zum Teil deutlich zurück. Der derzeitige Anteil von Bioethanol am Ottokraftstoff liegt sowohl in Deutschland, als auch in der EU-25 auf sehr niedrigem Niveau. Im Jahr 2010 stehen in Deutschland theoretisch ca. 14 Mio. t Getreide und ca. 6,5 Mio. t Zuckerrüben für eine Bioethanolherstellung theoretisch zusätzlich gegenüber 2005 zur Verfügung (Tabelle 6). Daraus ergeben sich 4,33 Mio. t potenzielle zusätzliche Ethanolproduktion gegenüber dem Jahr 2005. Addiert man die derzeitige Produktion von 0,48 Mio. t Ethanol hinzu, stehen im Jahr 2010 theoretisch 4,81 Mio. t zur Verfügung. Umgerechnet auf Energiebasis würden 3,25 Mio. t vom dann erwarteten Ottokraftstoffverbrauch von 20,5 Mio. t ersetzt wer-

den können. Es könnten also maximal 15 % des Ottokraftstoffs durch Bioethanol energetisch substituiert werden. Bis zum Jahr 2020 steigt dieser Anteil sogar auf 45 %, wenn alle verfügbaren Ressourcen der Getreide- und Zuckerrübenproduktion für die Herstellung von Ethanol verwendet werden. Die Kapazität der Ethanolanlagen müsste dann rund 11 Mio. t in Deutschland betragen. Das würde bedeuten, dass etwa 50 neue Ethanolanlagen mit einer Kapazität von jeweils 200.000 t Ethanol/Jahr errichtet werden müssten.

Nicht ganz so drastisch lässt sich der Anteil von Bioethanol am Ottokraftstoffverbrauch in der EU-25 erhöhen. Im Jahr 2010 stehen aber fast 90 Mio. t Getreide und 20 Mio. t Zuckerrüben theoretisch zusätzlich zur Verfügung. Daraus könnten 26 Mio. t Ethanol mit einem Heizwertäquivalent von rund 18 Mio. t Ottokraftstoff hergestellt werden. Damit wäre ein Anteil von 15 % Biokraftstoff am Ottokraftstoffverbrauch möglich. Dieser könnte bei einem stark sinkenden Ottokraftstoffverbrauch in der EU-25 sogar auf 40% steigen bis zum Jahr 2020. Voraussetzung wäre wiederum, dass etwa 125 neue Ethanolanlagen mit einer Kapazität von je 200.000 t/Jahr errichtet werden müssten. Die EU-25 würde dann mit Brasilien und den USA in deren Ausbauplänen etwa gleichziehen.

6 Bewertung der Ergebnisse

Im Vergleich zu anderen bisher vorgelegten Schätzungen errechnen sich nach den hier verwendeten Methoden höhere theoretische Potenziale für Biokraftstoffe. Dies liegt vor allem daran, dass bisher vorgelegte Berechnungen eine Schätzung nur für das Jahr 2005 teilweise auch für das Jahr 2010 vorlegen. Sie leiten die theoretischen Potenzialen zwar auch aus den noch nutzbaren Stilllegungsflächen und den Überschüssen bei Agrarrohstoffen für „trockene Biomasse“ ab, sie berücksichtigen aber nicht die weiterlaufenden Trends in Bevölkerungswachstum, Pro-Kopf-Verbrauch an Nahrungsmitteln, Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft, Flächenumwidmungen zu Lasten der Agrarfläche und Freisetzungspotenziale aus der Verbesserung der Futtermittelverwertung in der Tierproduktion.

Die nach dieser Berechnungsmethode vorgelegten Ergebnisse müssen allerdings von dem Hintergrund interpretiert werden, dass es neben der Herstellung von Bio-

kraftstoffen zunehmend auch Nutzungskonkurrenzen um die für Nahrungsmittelproduktion nicht mehr benötigten Agrarflächen gibt. Aufgrund des äußerst attraktiven Energieeinsparungsgesetzes wird sich, insbesondere in Deutschland, der Zubau von **Biogasanlagen** fortsetzen. Diese Investitionen könnten sich mit der Einspeisung von Biogas nach Aufbereitung in Erdgasnetze sogar beschleunigt fortsetzen. Biogasanlagen könnten neben Fläche für feuchte Biomasse auch Getreide verwenden, das dann nicht mehr für Biokraftstoffe zur Verfügung steht. Bei einer Ausdehnung der Energiemaisfläche von rund 150.000 ha auf 1,8 Mio. ha in Deutschland im Jahr 2020 scheint aber das wirtschaftliche Potenzial erreicht zu sein. Im Übrigen stehen zusätzlich 1 Mio. ha freigesetztes Grünland im Jahr 2010 und ca. 1,75 Mio. ha im Jahr 2020 zusätzlich für Biogas zur Verfügung.

In Deutschland könnte mit einer Freigabe der **Getreideverbrennung** in Kleinfeuerungsanlagen landwirtschaftlicher Betriebe ein Teil des selbsterzeugten Getreides in die direkte Wärmenutzung gehen, obwohl diese Mengen relativ gering sein werden (bei 50.000 Anlagen a. 15 t würden nur 100.000 ha gebunden).

Schließlich könnte die Politik auch für **Naturschutz** in zunehmendem Umfang Flächen extensivieren oder aus der Nutzung nehmen.

Geht man davon aus, dass für die oben genannten Zwecke bis 2010 ca. 0,9 Mio. ha und bis 2020 ca. 1,8 Mio. ha in Deutschland nicht für Biokraftstoffe zur Verfügung stehen, könnte dennoch ein Anteil am Ottokraftstoffverbrauch von ca. 10% in 2010 und ca. 20 % in 2020 aus Bioethanol gedeckt werden. Solange die Verpflichtung zur Flächenstilllegung fortbesteht, tritt keine Nutzungskonkurrenz bei der Beschaffung des Rohstoffes auf, wenn die Ethanolhersteller **Anbauverträge für Stilllegungsflächen** abschließen, wovon zunehmend Gebrauch gemacht wird.

Eine die Ergebnisse beeinträchtigende Nutzungskonkurrenz durch Erstellung von Anlagenkapazitäten für **BtL** wird derzeit nicht gesehen und für 2020 kaum erwartet. Kostenkalkulationen zu BtL sehen billige Rohstoffe wie Reststroh und Restholz vor. Getreide, mit nur geringfügig höherem Energiegehalt als Stroh, würde die Kosten für BtL in den Bereich der Unwirtschaftlichkeit erhöhen. Dies gilt auch für Getreideganzpflanzen. Kostengünstiger wäre die Verwendung von mehrjährigen Energiepflanzen

wie Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen. Erst wenn sich BtL etabliert hat, kann eine Absatzkonkurrenz am Markt auftreten, wenn nämlich Kraftstoffverwender BtL gegenüber Bioethanol eindeutig bevorzugen würden. Die Produktionskapazität für BtL aus Restholz und Reststroh (30 Mio. t org. TS in Deutschland) schätzt DINJUS (2006) für Deutschland auf 5 Mio. t/Jahr. Damit könnte derzeit 10 % des Diesel- und Ottokraftstoffverbrauchs substituiert werden. Dazu müssten etwa 30 BtL-Anlagen im Jahr 2020 zur Verfügung stehen.

Folgende Mengen und Anteile könnten in Deutschland im Jahr 2020 an Biokraftstoffen produziert werden ohne, dass beträchtliche Nutzungskonkurrenzen um die Rohstoffe untereinander auftreten:

- Biodiesel 2,91 Mio. t: 8,75 % vom Dieserverbrauch
- Bioethanol 10,72 Mio. t. 45,1 % vom Ottokraftstoffverbrauch
- BtL 5 Mio. t.: 11,3 % vom Gesamtverbrauch an Diesel und Ottokraftstoff
- Anteil Biokraftstoffe am Gesamtverbrauch 33 % (davon Biodiesel 5,6 %, Bioethanol 16 %, BtL 11,3 %)

Solche Entwicklungstendenzen sind in anderen EU-Mitgliedstaaten nicht, oder in sehr abgeschwächter Form erkennbar. Für die Rohstoffversorgung für Biokraftstoffe in Deutschland steht daher auch zusätzliches Potenzial benachbarter EU-Mitgliedstaaten zur Verfügung, mit denen schon jetzt ein sehr umfangreicher grenzüberschreitender Handel, insbesondere mit Rapssaat und Getreide existiert. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass auch die Bioenergieträger Biodiesel und Bioethanol hoch transportwürdige Produkte sind. Insofern würde bei einer Zurückhaltung mit Investitionen in Biodiesel- und Bioethanolanlagen in Deutschland, aber gegebener Nachfrage durch Biokraftstoffquoten in Deutschland, die Versorgung durch das benachbarte Ausland gewährleistet. Letztlich ist bei allen Überlegungen mit zu berücksichtigen, dass auch internationaler Handel in zunehmendem Umfang stattfinden wird. Zu erwartende Importkontingente für Bioethanol, Getreide, Zucker und andere Produkte in Rahmen der Mercosur- Verhandlung werden bei den heutigen Rahmenbedingungen wahrscheinlich vorzugsweise nach Deutschland fließen.

So könnte schon bis zum Jahr 2010 eine zusätzliche Menge Bioethanol von bis zu 1 Mio. t zur Verfügung stehen. Damit könnte im Jahr 2010 bis zu 3,3% und im Jahr 2020 bis zu, 4,3 % der Kraftstoffquote bei Ottokraftstoff in Deutschland abgedeckt werden.

Die Potenziale für Biodiesel sind begrenzt und in wenigen Jahren an der Kapazitätsgrenze. BtL wird erst im nächsten Jahrzehnt großtechnisch ausbaubar sein. Der Ausbau bleibt nach derzeitigem Kenntnisstand auf Restholz und Reststroh begrenzt. Damit könnte in Deutschland im Jahr 2020 maximal 10 % des Diesel- und Ottokraftstoffverbrauchs substituiert werden.

Der Biokraftstoffanteil aus BtL und Biodiesel bliebe in Deutschland unter 18 %. In den nächsten 10 Jahren bliebe es bei den vergleichsweise niedrigen Biodieselanteilen. Bioethanol ist derzeit die einzige verfügbare Biokraftstofftechnologie, die schnell ausbaufähig wäre und erhebliche Potenziale bieten würde. Deshalb fördern die USA, China und andere Länder Ethanol in viel stärkerem Umfang als Deutschland und einige EU-Mitgliedstaaten.

7. Zusammenfassung

(1) Das Angebot von Biodiesel, und die Kapazitäten der RME-Anlagen und der Ölmühlen sind soweit ausgebaut, das schon im Jahr 2007 die Biokraftstoffquote bei Diesel in Deutschland übererfüllt wird. Bis zum Jahr 2010 wird ein Anteil bis zu 6 % und bis zum Jahr 2020 bis zu 8 % erreichbar sein. BtL wird erst im nächsten Jahrzehnt großtechnisch ausbaubar sein. Der Rohstoffeinsatz bleibt nach derzeitigem Kenntnisstand vorrangig auf Restholz und Reststroh begrenzt. Bei Bioethanol reichen die Anlagenkapazitäten derzeit nur für einen Anteil am Ottokraftstoffverbrauch von weniger als 2 % aus. Wenn also ein höherer Anteil von Biokraftstoffen angestrebt werden soll, kann das zunächst nur über Bioethanol als ETBE, Beimischung oder Reinkraftstoff erfolgen.

(2) Potenziale für Biokraftstoffe, insbesondere Bioethanol, bilden bisher stillgelegte Flächen und strukturelle Überschüsse, damit hätten derzeit etwa 2,4 Mio. t des Ottokraftstoffverbrauchs, entsprechend etwa 10 %, substituiert werden können.

(3) Zukünftig wird das Potenzial an agrarischen Rohstoffen für Biokraftstoffe in Deutschland und in der EU-25 zunehmen (stagnierender Nahrungsmittelverbrauch bei kräftig weiter steigenden Erträgen). Bis zum Jahr 2010 werden in Deutschland mehr als 2,5 Mio. ha und bis zum Jahr 2020 mehr als 5 Mio. ha Ackerfläche aus der bisherigen Nahrungsmittelproduktion freigesetzt.

(4) Im Jahr 2010 könnten in Deutschland neben etwa 5 % Biodieselquote, 15 % Bioethanolquote und im Jahr 2020 sogar 8 % Biodieselquote und über 40 % Bioethanolquote erreicht werden und darüber hinaus noch gut 10 % BtL-Anteil aus Reststoffen bereitgestellt werden.

(5) Voraussetzung ist, dass hinreichende Investitionssicherheit den Ausbau der Ethanolproduktionskapazitäten ermöglicht. Hier werden gegenwärtig große Defizite gesehen. Die Steuerbefreiung nur bis 2008, danach Besteuerung gemäß Überkompensation bis 2012, mit großer Unsicherheit bezüglich der steuerlichen Regelung danach, ist angesichts der extrem hohen Investition für eine Bioethanolanlage unzureichend. Zudem ist die Entwicklung des Rohölpreises schwer einzuschätzen. Nicht

unbeträchtlich ist auch das Risiko, dass der Einfuhrschutz für Bioethanol aufgehoben oder auf den halben Satz für vergällten Alkohol zurückgeführt wird.

(6) Bioethanol ist derzeit die einzige verfügbare Biokraftstofftechnologie, die schnell ausbaufähig wäre und erhebliche Potenziale bieten würde. Deshalb fördern die USA, China und andere Länder Ethanol in viel stärkerem Umfang als Deutschland und einige EU-Mitgliedstaaten.

Literaturverzeichnis

- Mineralölwirtschaftsverband Hamburg e.V.:MWV- Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland, vom 27.06.2006
- Bockey, D.: (2006): Biodiesel und pflanzliche Öle als Kraftstoffe – aus der Nische in den Kraftstoffmarkt. In: Biogene Kraftstoffe – Kraftstoffe der Zukunft? Forschungszentrum Karlsruhe Nr. 1, 15. Jahrgang-2006.
- eBIO (2006): Bioethanol for fuel in the EU. Schriftliche Mitteilung.
- Toepfer (2006): Marktbericht September 2006. Alfred C. Toepfer International GmbH, Hamburg.
- FAPRI, Agricultural Outlook (2005)
- Lampe, M. von (2006): Agricultural market impact of future growth in the production of biofuels. OECD, Paris
- Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung von Bio-kraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor von 08.06.2003, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 17.05.2003, L/123/42FF.
- Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln/Prognos AG, 2006: Auswirkungen höherer Ölpreise auf Energieangebot und -nachfrage
- FAOSTAT: Statistics from the Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- EUROSTAT: Annuals Statistics
- Thrän, D.,W. Weber, A. Scheuermann, N. Fröhlich, J. Zeddies, A. Henze, C. Thoro, J. Schweinle, U. Fritzsche, W. Jenseit, L. Rausch, K. Schmid (2006): Sustainable strategies for biomass use in the European context. IE- Report, Edition 1/2006, Institut für Energetik und Umwelt.
- Gömann, H., P. Kreins und T. Breuer, (2006): Deutschland- Energie-Corn-Belt Europas? FAL Braunschweig und Universität Bonn. Im Druck.
- Dinjus, D. (2006): Zukunftsvision "Biomass to liquid", Landwirtschaftlicher Hochschultag der Universität Hohenheim (26.06.2006). In: Landinfo, Ausgabe 6/2006, im Druck.

ANHANG

Datenquellen für die Potenzialabschätzung mit Erläuterungen

Anhang 1: Der Weltmarkt für Getreide, Ölsaaten und Zucker

Die Vorausschau auf Weltproduktion und -handel von Getreide, Ölsaaten und Zucker sind vor dem Drastischen Anstieg des Weltölpreises im Jahr 2004 durchgeführt worden. Festgestellt wurde eine kräftige Zunahme der Weizen- und Maisproduktion, eine kräftige Zunahme der Zuckerproduktion, während die Produktionszunahme bei Reis und Ölfrüchten eher gering ausfällt. Eine nennenswerte Ausdehnung der Anbauflächen erfolgt nur bei Soja. Der Nettohandel nimmt bei allen Produkten überproportional zu. Die Prognose führt zu real steigenden Preisen bei allen Getreidearten, stagnierenden Preisen bei Ölfrüchten und sinkende Preisen bei Zucker.

Neuere Prognosen der OECD führen zu ähnlichen Preissteigerungen bei Getreide, aber steigende Preise bei Ölfrüchten und Zucker durch Einbeziehung eines höheren Weltmarktpreis von Rohöl.

Für die Rohstoffverfügbarkeit für Biokraftstoffe ist davon auszugehen, dass die zunächst auf die USA und die EU konzentrierte Nachfrage nach Getreide und Ölsaaten, selbst bei einem größeren Importbedarf, problemlos vom Weltmarkt geliefert werden kann.

Tabelle A 1: Weltproduktion und -handel von Getreide

		2004/05		2014/15	
Weizen					
Anbaufläche	Mio. ha	217,9		219,1	
Produktion	Mio. t	619,0	(621)	658,6	(688)
Nettohandel	Mio. t	89,9		108,4	
Preis U.S.FOB Gulf	U.S. Dollars t	152,0	(152)	164,3	(162)
Mais					
Anbaufläche	Mio. ha	143,3		144,9	
Produktion	Mio. t	700,8		767,1	
Nettohandel	Mio. t	76,6		95,2	
Preis U.S. FOB Gulf	U.S. Dollar t	96,0	(101)	114,0	(121)
Gerste					
Anbaufläche	Mio. ha	58,2		56,3	
Produktion	Mio. t	151,3		148,8	
Nettohandel	Mio. t	13,8		17,5	
Preis Kanada Feed	U.S. Dollar t	84,0		94,0	
Reis					
Anbaufläche	Mio. ha	149,7		149,6	
Produktion	Mio. t	400,0	(408)	447,5	(466)
Nettohandel	Mio. t	22,9		32,9	
Preis Thai 100% Grade B	U.S. Dollar t	309,0	(256)	341,0	(322)
Soja					
Anbaufläche	Mio. ha	93,1		103,6	
Produktion	Mio. t	230,8	(283) ¹⁾	272,9	(342) ¹⁾
Nettohandel Saat	Mio. t	57,2		84,9	
Nettohandel Schrot	Mio. t	45,0		60,2	
Nettohandel Öl	Mio. t	9,0		13,4	
Preis Saat Illinois Proce- sor	U.S. Dollar	202,0		213,0	
Preis Saat CIF Rotterdam	U.S. Dollar t	233,0	(235) ¹⁾	243,0	(264) ¹⁾

Quelle: FAPRI Agricultural Outlook 2005, 2004/05 tatsächlich; in Klammern nach
OECD-FAO Agricultural Outlook: 2005-2014, 2004/05 geschätzt

Tabelle A 1 Fortsetzung: Weltproduktion und -handel von Ölsaaten und Zucker

Raps					
Anbaufläche	Mio. ha	26,5		26,5	
Produktion	Mio. t	43,0		46,1	
Nettohandel Saat	Mio. t	5,7		6,9	
Nettohandel Schrot	Mio. t	2,2		2,7	
Nettohandel Öl	Mio. t	1,3		1,2	
Preis Saat Cash Vancouver	U.S. Dollar	250,0		243,0	
Preis Saat CIF Hamburg	U.S. Dollar t	245,0		246,0	
Sonnenblumen					
Anbaufläche	Mio. ha	21,8		22,3	
Produktion	Mio. t	25,3		30,2	
Nettohandel Saat	Mio. t	1,3		2,1	
Nettohandel Schrot	Mio. t	2,3		2,9	
Nettohandel Öl	Mio. t	1,6		2,1	
Preis Saat CIF Niederrhein	U.S. Dollar t	275,0		275,0	
Zucker					
Anbaufläche Z-Rohr	Mio. ha	20,4		22,2	
Anbaufläche Z-Rüben	Mio. ha	5,8		6,1	
Produktion Zucker	Mio. t	141,7	(148) ²⁾	170,9	(178) ²⁾
Nettohandel	Mio. t	33,2		38,7	
Preis FOB Caribbean	U.S. Dollar t	178,0		233,0	
Preis Roh-Z NewYork	U.S. Dollar t		(219)		(165)
Preis Weiß-Z FOB London	U.S. Dollar t		(252)		(198)

1) Ölsaaten insgesamt bzw. gewogener Ölsaatenpreis Hafen Europa

2) Rohzucker

Quelle: FAPRI Agricultural Outlook 2005, 2004/05 tatsächlich; in Klammern nach OECD-FAO Agricultural Outlook: 2005-2014, 2004/05 geschätzt

Anhang 2: Importe, Exporte und Überschüsse in der EU

Für die Beschreibung der derzeitigen Überschusssituation bei der wichtigsten Agrarprodukten bietet die FAO eine konsistente Statistik für alle EU-Mitgliedstaaten. Da die Import-Exportmengen von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit von Ernteergebnissen und anderen Rahmenbedingungen stark schwanken, wurde für die Studie ein Durchschnitt aus den Jahren 2000-2003 gebildet. Nettoexporte weisen ein negatives Vorzeichen auf. Exemplarisch werden die zwei größten Agrarexporteure der EU, Deutschland und Frankreich, sowie der Nettoexport der EU-15 und EU-25 dargestellt.

Tabelle A-2 bis Tabelle A-5: Importe und Exporte in t

Germany	2000	2001	2002	2003	2000 - 2003
Milk Fresh					
Import	931.785	680.966	933.855	1.404.341	987.736,75
Export	2.270.169	1.905.654	1.892.897	2.117.560	2.046.570,00
Differenz	-1.338.384	-1.224.688	-959.042	-713.219	-1.058.833,25
Butter of Cow Milk					
Import	131.121	113.194	137.730	153.851	133.974,00
Export	52.492	48.167	46.617	84.079	57.838,75
Differenz	78.629	65.027	91.113	69.772	76.135,25
Cheese (Skim Cow Milk)					
Import	554	541	693	566	588,50
Export	30	423	11	16	120,00
Differenz	524	118	682	550	468,50
Cheese (Whole Cow Milk)					
Import	405.966	423.310	427.443	477.935	433.663,50
Export	519.611	540.675	502.012	647.258	552.389,00
Differenz	-113.645	-117.365	-74.569	-169.323	-118.725,50
Meat Bovine Fresh					
Import	147.285	82.067	122.765	137.354	122.367,75
Export	350.624	485.915	430.629	374.759	410.481,75
Differenz	-203.339	-403.848	-307.864	-237.405	-288.114,00
Meat of Swine					
Import	712.806	612.955	729.255	808.470	715.871,50
Export	325.996	393.842	464.666	553.711	434.553,75
Differenz	386.810	219.113	264.589	254.759	281.317,75
Meat Poultry Fresh					
Import	339.235	397.983	374.725	368.579	370.130,50
Export	134.453	144.123	201.883	234.658	178.779,25
Differenz	204.782	253.860	172.842	133.921	191.351,25
Cereals					
Import	3.446.125	2.883.894	3.631.290	4.021.188	3.495.624,25
Export	14.391.914	11.384.414	10.959.319	10.536.774	11.818.105,25
Differenz	-10.945.789	-8.500.520	-7.328.029	-6.515.586	-8.322.481,00
Wheat					
Import	1.291.134	967.752	1.393.430	1.540.799	1.298.278,75
Export	4.569.373	5.710.406	5.872.406	4.473.168	5.156.338,25
Differenz	-3.278.239	-4.742.654	-4.478.976	-2.932.369	-3.858.059,50
Rye					
Import	16.970	14.406	17.077	79.123	31.894,00
Export	1.993.222	1.001.084	1.003.053	953.848	1.237.801,75
Differenz	-1.976.252	-986.678	-985.976	-874.725	-1.205.907,75
Barley					
Import	654.588	704.757	798.814	783.867	735.506,50
Export	6.146.482	2.888.541	2.251.565	3.179.001	3.616.397,25
Differenz	-5.491.894	-2.183.784	-1.452.751	-2.395.134	-2.880.890,75
Oats					
Import	111.250	86.616	96.532	101.055	98.863,25
Export	26.103	28.207	38.058	30.397	30.691,25
Differenz	85.147	58.409	58.474	70.658	68.172,00
Triticale					
Import	1.712	2.099	2.273	1.488	1.893,00
Export	68.532	164.398	220.350	169.936	155.804,00
Differenz	-66.820	-162.299	-218.077	-168.448	-153.911,00
Maize					
Import	975.668	705.459	888.235	1.059.672	907.258,50
Export	553.373	595.657	664.692	856.604	667.581,50
Differenz	422.295	109.802	223.543	203.068	239.677,00
Rapeseed					
Import	1.362.502	1.257.504	1.221.154	1.210.585	1.262.936,25
Export	621.546	682.506	775.211	389.142	617.101,25
Differenz	740.956	574.998	445.943	821.443	645.835,00
Sunflower					
Import	354.325	330.913	239.996	283.625	302.214,75
Export	45.394	99.900	17.732	18.325	45.337,75
Differenz	308.931	231.013	222.264	265.300	256.877,00
Sugar Total (Raw Equiv.)					
Import	284.148	288.065	324.404	415.571	328.047,00
Export	1.538.129	1.724.362	1.155.114	1.223.869	1.410.368,50
Differenz	-1.253.981	-1.436.297	-830.710	-808.298	-1.082.321,50
Soybeans					
Import	3.840.424	4.574.084	4.345.729	4.515.526	4.318.940,75
Export	8.391	11.458	25.798	25.731	17.844,50
Differenz	3.832.033	4.562.626	4.319.931	4.489.795	4.301.096,25

Quelle: FAOSTAT <http://faostat.fao.org/faostat/collections>

		Import/Export in t				
France		2000	2001	2002	2003	2000 - 2003
Milk Fresh	Import	964.431	953.397	795.904	740.960	863.673,00
	Export	908.603	993.921	829.293	856.077	896.973,50
	Differenz	55.828	-40.524	-33.389	-115.117	-33.300,50
Butter of Cow Milk	Import	148.302	138.611	123.957	126.624	134.373,50
	Export	71.381	69.282	73.128	74.694	72.121,25
	Differenz	76.921	69.329	50.829	51.930	62.252,25
Cheese (Skim Cow Milk)	Import	85	308	82	38	128,25
	Export	11	253	406	115	196,25
	Differenz	74	55	-324	-77	-68,00
Cheese (Whole Cow Milk)	Import	209.644	203.309	195.020	202.070	202.510,75
	Export	526.005	510.307	497.040	523.610	514.240,50
	Differenz	-316.361	-306.998	-302.020	-321.540	-311.729,75
Meat Bovine Fresh	Import	279.019	206.782	233.337	223.153	235.572,75
	Export	254.625	143.864	198.201	257.975	213.666,25
	Differenz	24.394	62.918	35.136	-34.822	21.906,50
Meat of Swine	Import	319.909	300.565	280.487	298.992	299.988,25
	Export	403.408	363.760	400.417	406.605	393.547,50
	Differenz	-83.499	-63.195	-119.930	-107.613	-93.559,25
Meat Poultry Fresh	Import	134.009	149.183	150.056	163.434	149.170,50
	Export	718.826	658.286	654.227	607.341	659.670,00
	Differenz	-584.817	-509.103	-504.171	-443.907	-510.499,50
Cereals	Import	1.664.242	1.767.984	1.563.953	1.253.129	1.562.327,00
	Export	32.746.384	28.363.250	27.936.918	30.583.815	29.907.591,75
	Differenz	-31.082.142	-26.595.266	-26.372.965	-29.330.686	-28.345.264,75
Wheat	Import	454.147	533.187	478.214	223.471	422.254,75
	Export	18.034.060	15.621.317	13.678.411	16.366.886	15.925.168,50
	Differenz	-17.579.913	-15.088.130	-13.200.197	-16.143.415	-15.502.913,75
Rye	Import	2.501	2.474	6.362	15.681	6.754,50
	Export	25.004	16.577	10.113	18.776	17.617,50
	Differenz	-22.503	-14.103	-3.751	-3.095	-10.863,00
Barley	Import	98.933	46.718	24.598	27.016	49.316,25
	Export	4.766.376	4.105.761	4.273.806	5.470.450	4.654.098,25
	Differenz	-4.667.443	-4.006.828	-4.227.088	-5.445.852	-4.586.802,75
Oats	Import	9.118	13.218	1.461	1.570	6.341,75
	Export	73.393	25.256	47.240	66.799	53.172,00
	Differenz	-64.275	-12.038	-45.779	-65.229	-46.830,25
Triticale	Import	2.281	8.937	1.973	1.427	3.654,50
	Export	4.348	8.611	6.986	14.457	8.600,50
	Differenz	-2.067	326	-5.013	-13.030	-4.946,00
Maize	Import	281.458	293.257	234.729	216.805	256.562,25
	Export	7.947.828	7.046.438	8.378.135	7.079.809	7.613.052,50
	Differenz	-7.666.370	-6.753.181	-8.143.406	-6.863.004	-7.356.490,25
Rapeseed	Import	28.076	28.207	11.218	11.364	19.716,25
	Export	2.244.967	1.418.319	1.638.157	1.717.428	1.754.717,75
	Differenz	-2.216.891	-1.390.112	-1.626.939	-1.706.064	-1.735.001,50
Sunflower	Import	93.088	116.701	77.680	296.463	145.983,00
	Export	526.592	555.643	372.620	283.754	434.652,25
	Differenz	-433.504	-438.942	-294.940	12.709	-288.669,25
Sugar Total (Raw Equiv.)	Import	343.593	305.307	417.284	280.586	336.692,50
	Export	3.208.705	3.011.609	2.951.083	2.762.302	2.983.424,75
	Differenz	-2.865.112	-2.706.302	-2.533.799	-2.481.716	-2.646.732,25
Soybeans	Import	440.851	968.466	1.016.832	799.633	806.445,50
	Export	20.308	5.412	21.473	28.378	18.892,75
	Differenz	420.543	963.054	995.359	771.255	787.552,75

EU-15		2000	2001	2002	2003	2000 - 2003
Milk Fresh	Import	6.497.767	5.914.747	6.034.488	6.732.710	6.294.928,00
	Export	5.942.093	5.460.399	5.276.619	5.873.963	5.638.268,50
	Differenz	555.674	454.348	757.869	858.747	656.659,50
Butter of Cow Milk	Import	698.404	664.243	654.356	754.012	692.753,75
	Export	660.345	688.399	673.532	839.572	715.462,00
	Differenz	38.059	-24.156	-19.176	-85.560	-22.708,25
Cheese (Skim Cow Milk)	Import	1.662	1.918	1.791	1.619	1.747,50
	Export	2.416	2.926	3.235	1.050	2.406,75
	Differenz	-754	-1.008	-1.444	569	-659,25
Cheese (Whole Cow Milk)	Import	1.877.149	1.944.692	2.005.276	2.195.870	2.005.746,75
	Export	2.254.103	2.322.464	2.324.725	2.576.431	2.369.430,75
	Differenz	-376.954	-377.772	-319.449	-380.561	-363.684,00
Meat Bovine Fresh	Import	1.768.488	1.264.549	1.534.738	1.717.299	1.571.268,50
	Export	1.759.969	1.489.390	1.687.900	1.790.765	1.682.006,00
	Differenz	8.519	-224.841	-153.162	-73.466	-110.737,50
Meat of Swine	Import	2.713.025	2.717.377	2.733.753	3.004.158	2.792.078,25
	Export	3.579.830	3.473.683	3.699.116	3.969.374	3.680.500,75
	Differenz	-866.805	-756.306	-965.363	-965.216	-888.422,50
Meat Poultry Fresh	Import	1.347.399	1.453.421	1.430.848	1.595.985	1.456.913,25
	Export	2.320.464	2.319.961	2.461.717	2.381.057	2.370.799,75
	Differenz	-973.065	-866.540	-1.030.869	-785.072	-913.886,50
Cereals	Import	40.491.151	44.701.012	53.632.811	49.253.835	47.019.702,25
	Export	65.425.708	55.159.176	54.879.690	58.712.602	58.544.294,00
	Differenz	-24.934.557	-10.458.164	-1.246.879	-9.458.767	-11.524.591,75
Wheat	Import	21.062.402	23.842.415	28.964.477	23.797.654	24.416.737,00
	Export	30.004.903	27.222.444	25.987.371	29.173.612	28.097.082,50
	Differenz	-8.942.501	-3.380.029	2.977.106	-5.375.958	-3.680.345,50
Rye	Import	191.305	308.348	879.842	616.069	498.891,00
	Export	2.102.377	1.265.638	1.257.002	1.065.073	1.422.522,50
	Differenz	-1.911.072	-957.290	-377.160	-449.004	-923.631,50
Barley	Import	4.177.960	5.402.092	6.770.402	5.919.649	5.567.525,75
	Export	15.198.410	9.876.701	9.216.013	11.656.871	0,00
	Differenz	-11.020.450	-4.474.609	-2.445.611	-5.737.222	-5.919.473,00
Oats	Import	352.811	326.323	353.351	450.429	370.728,50
	Export	941.018	1.150.857	1.192.611	1.035.917	1.080.100,75
	Differenz	-588.207	-824.534	-839.260	-585.488	-709.372,25
Triticale	Import	57.110	151.196	204.732	321.377	183.603,75
	Export	84.492	178.164	240.651	194.054	174.340,25
	Differenz	-27.382	-26.968	-35.919	127.323	9.263,50
Maize	Import	10.253.756	10.251.805	11.965.255	12.541.901	11.253.179,25
	Export	9.065.548	8.388.479	9.848.618	8.740.029	9.010.668,50
	Differenz	1.188.208	1.863.326	2.116.637	3.801.872	2.242.510,75
Rapeseed	Import	2.996.081	3.351.234	2.774.239	2.510.034	2.907.897,00
	Export	2.993.585	2.373.496	2.756.955	2.603.710	2.681.936,50
	Differenz	2.496	977.738	17.284	-93.676	225.960,50
Sunflower	Import	2.575.505	2.258.202	1.712.747	2.119.256	2.166.427,50
	Export	692.068	785.599	525.922	456.888	615.119,25
	Differenz	1.883.437	1.472.603	1.186.825	1.662.368	1.551.308,25
Sugar Total (Raw Equiv.)	Import	3.901.797	4.727.569	4.779.852	4.663.627	4.518.211,25
	Export	8.857.566	8.467.151	7.443.737	7.437.283	8.051.434,25
	Differenz	-4.955.769	-3.739.582	-2.663.885	-2.773.656	-3.533.223,00
Soybeans	Import	16.116.339	19.964.284	20.199.168	19.400.005	18.919.949,00
	Export	1.158.854	1.589.951	1.940.653	1.736.478	1.606.484,00
	Differenz	14.957.485	18.374.333	18.258.515	17.663.527	17.313.465,00

EU-25	2000	2001	2002	2003	2000 - 2003
Milk Fresh					
Import					
Export					
Differenz					-544.679,75
Butter of Cow Milk					
Import					
Export					
Differenz					60.426,00
Cheese (Skim Cow Milk)					
Import					
Export					
Differenz					
Cheese (Whole Cow Milk)					
Import					
Export					
Differenz					456.608,75
Meat Bovine Fresh					
Import					
Export					
Differenz					-152.224,75
Meat of Swine					
Import					
Export					
Differenz					-935.250,75
Meat Poultry Fresh					
Import					
Export					
Differenz					-971.971,75
Cereals					0,00
Import					
Export					
Differenz					-13.053.361,50
Wheat					
Import					
Export					
Differenz					
Rye					
Import					
Export					
Differenz					
Barley					
Import					
Export					
Differenz					
Oats					
Import					
Export					
Differenz					
Triticale					
Import					
Export					
Differenz					
Maize					
Import					
Export					
Differenz					
Rapeseed					
Import					
Export					
Differenz					-364.308,75
Sunflower					
Import					
Export					
Differenz					1.171.648,50
Sugar Total (Raw Equiv.)					
Import					
Export					
Differenz					-3.694.146,75
Soybeans					
Import					
Export					
Differenz					

**keine
Daten**

Anhang 3: Veränderungen der landwirtschaftlich genutzten Flächen

Für die Entwicklung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, das Anbauverhältnis und Brachflächen, werden Daten aus EUROSTAT und FAOSTAT herangezogen. Die ausgewiesenen Brachflächen umfassen nur die tatsächlich stillgelegten Flächen, auf denen also keine Produktion stattfindet. Ein Teil der obligatorisch stillzulegenden Fläche wird durch Anbau von Energiepflanzen genutzt. Diese Flächen sind zu den jeweiligen Kulturarten zugeordnet worden. Zum Ausgleich von Jahresschwankungen wurde wiederum ein vierjähriger Durchschnitt für die Potenzialabschätzung in dieser Studie zugrunde gelegt.

Tabelle A-6: Deutschland: Anbauflächen landwirtschaftlicher Kulturen

	Anbaufläche in ha										
Germany	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2000 - 2003
landw. gen. Fläche	17.308.000	17.343.000	17.337.000	17.327.000	17.373.000	17.152.000	17.068.000	17.033.000	16.967.000		17.022.667
Getreide ges.	6.235.246	6.526.735	6.707.515	7.024.879	7.031.633	6.638.210	7.015.663	7.045.731	6.940.982	6.866.977	6.967.338
Weizen	2.445.800	2.578.800	2.594.418	2.727.898	2.802.455	2.601.122	2.968.940	2.897.202	3.014.620	2.967.379	2.962.035
Roggen	722.500	861.370	809.100	844.642	926.395	748.170	842.658	836.981	728.388	531.107	734.784
Gerste	2.069.500	2.108.700	2.208.408	2.273.950	2.180.849	2.212.880	2.067.590	2.111.822	1.970.335	2.087.100	2.059.212
Hafer	391.900	309.200	301.900	312.388	264.143	267.754	237.020	233.324	233.148	260.851	241.086
Triticale	208.000	288.600	364.224	437.814	468.546	386.458	499.475	533.492	560.466	504.840	524.568
Mais	345.546	325.065	372.200	369.600	341.029	370.735	360.841	396.544	398.745	472.700	407.208
Raps	1.057.600	973.886	853.600	913.971	1.007.225	1.198.038	1.078.010	1.137.962	1.296.648	1.268.000	1.195.155
Sonnenblumen	188.900	52.160	43.758	34.445	33.704	33.354	25.729	24.905	26.100	38.000	28.684
Zuckerrüben	502.722	523.599	515.500	504.147	503.376	489.164	452.000	447.697	459.400	444.900	450.999
Futter ges ¹⁾	7.087.059	7.402.466	7.450.210	7.420.870	7.346.551	6.822.638	6.670.740	6.593.508	6.509.829	6.557.604	6.582.920
Feldfutter ¹⁾	1.816.309	2.120.457	2.176.772	2.152.454	2.081.137	1.708.851	1.623.097	1.580.904	1.540.208	1.589.324	1.583.383
Grünmais ¹⁾	1.205.038	1.251.788	1.326.462	1.294.484	1.235.130	1.202.844	1.154.474	1.132.476	1.119.164	1.172.930	1.144.761
Dauergrünland ¹⁾	5.270.750	5.282.009	5.273.438	5.268.416	5.265.414	5.113.787	5.047.643	5.012.604	4.969.621	4.968.280	4.999.537
Brachfläche ¹⁾	1.438.650	1.281.846	1.085.115	749.191	695.957	845.754	823.188	850.199	834.569	938.670	861.657

¹⁾ Quelle: EUROSTAT <http://epp.eurostat.cec.eu.int/portal>

Quelle: FAOSTAT <http://faostat.fao.org/faostat/collections>

Anhang 4: Ausgangsdaten für die Prognose des Nahrungsmittelbedarfs sowie der Flächen- und Ertragsentwicklung

Für die Vorschätzung der Potenziale für Biokraftstoffe und andere nachwachsende Rohstoffe werden Daten verwendet, die in Tabelle A-7 zusammenfassend dargestellt sind. Der zukünftige Nahrungs- und Futtermittelverbrauch ergibt sich aus der Bevölkerungszahl und dem Pro-Kopf-Verbrauch. Für die Bevölkerungsentwicklung wurden einschlägige Statistiken und Vorschätzungen herangezogen. Der Pro-Kopf-Verbrauch wurde aus Zeitreihen für alle wichtigen Nahrungsmittel ermittelt, und durch Regressionsanalyse und Plausibilitätsüberlegungen für 2010 und 2020 vorge-schätzt. Für Deutschland ergab sich ein Pro-Kopf-Verbrauch im Jahr 2000 (als mehr-jähriger Durchschnitt) von 1104,5 Getreideeinheiten. Dieser Verbrauch wird im Zeit-raum 2000-2010 um 2,11 % (in 10 Jahren) zunehmen und ab 2010 stagnieren. Die Änderung der landwirtschaftlich genutzten Fläche ist durch Regressionsrechnung ermittelt worden. Für Deutschland fällt die Abnahme mit 0,509 % in 10 Jahren gering aus. Der Flächenverbrauch der letzten Jahre war höher. In der Vergangenheit wur-den durch Rekultivierung von Braunkohlengebieten und Umwidmung anderer Flä-chen auch Flächenzugewinne realisiert. Länder mit negativer Flächenänderung ha-ben durch Umwidmung zu landwirtschaftlichen Flächen hinzugewonnen (Bewässe-rung, Landgewinnung, etc.). Die Änderungsraten der Erträge wurden durch Regres-sionsrechnung über 10 zurückliegende Jahre ermittelt. Der gewogene Ertragszu-wachs aller Ackerkulturen lag in Deutschland bei 15,16 %. Er wird bis zu den Zeit-punkten 2010 und 2020 in der Höhe fortgeschrieben. Die Änderungsraten der Erträ-ge sind negativ definiert, weil sich im weiteren Rechengang daraus eine Flächenfrei-setzung aus der Nahrungsmittelproduktion zu Energiepflanzen ergibt.

Tabelle A-7: Entwicklung wichtiger Variabler für das Potenzial für Bioenergieträger nach Ländern

Land	Bevölkerung			Pro-Kopf-Verbrauch			Landwirtschaftlich genutzte Fläche			Änderungsraten der Erträge in % (gewogenes Mittel)	
	2000 (Tsd)	Änderung in %		2000 (GE)	Änderung in %		2000 ²⁾ (Tsd ha)	Änderung in %		2000 - 2010	2010 - 2020
		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	17.023	0,509	0,509	-15,16	-15,16
Großbritannien	59.623	3,56	3,49	998,2	7,00	0,00	16.954	5,708	5,708	-10,00	-15,00
Frankreich	58.749	3,17	1,10	1.328,9	3,29	0,00	29.631	2,465	2,465	-11,08	-15,00
Italien	57.680	1,53	-0,75	1.180,9	4,36	0,00	15.527	2,698	2,698	-10,00	-15,00
Spanien	39.733	0,17	-1,18	1.223,4	5,48	0,00	29.914	1,132	1,132	-30,00	-30,00
Niederlande	15.864	6,30	3,72	1.087,8	-1,43	0,00	1.945	2,137	2,137	-10,00	-15,00
Belgien/Lux	10.675	2,75	2,22	1.203,1	1,43	0,00	1.518	-3,146	-3,146	-19,43	-19,43
Griechenland	10.554	1,50	-0,65	1.149,0	7,09	0,00	8.492	9,113	9,113	-10,00	-15,00
Portugal	10.198	1,09	2,10	1.018,3	8,04	0,00	4.142	-5,436	-5,436	-30,00	-30,00
Schweden	8.861	3,63	3,51	1.120,3	5,71	0,00	3.143	7,516	7,516	-14,00	-15,00
Österreich	8.103	1,47	1,17	1.175,9	4,76	0,00	3.392	3,129	3,129	-10,00	-15,00
Dänemark	5.330	3,28	2,49	1.195,2	6,05	0,00	2.663	3,851	3,851	-10,00	-15,00
Finnland	5.171	1,80	1,10	1.057,5	3,38	0,00	2.220	9,467	9,467	-10,00	-15,00
Irland	3.777	8,63	4,36	1.087,8	2,00	0,00	4.410	0,027	0,027	-14,92	-15,00
EU 15¹⁾	376.482	1,83	0,65	1.154,8	5,37	0,00	140.974	2,643	2,643	-16,03	-18,69
Zypern	786	12,09	10,33	1.098,6	9,28	5,00	127	26,403	26,403	25,40	25,40
Tschechien	10.267	-1,06	-2,22	1.006,1	3,20	5,51	4.277	0,095	0,095	-10,00	-15,00
Estland	1.367	-4,24	-2,83	930,4	5,43	5,00	858	10,000	10,000	-30,00	-30,00
Ungarn	10.266	-2,97	-3,34	895,6	7,27	5,31	5.862	6,275	6,275	-30,00	-30,00
Lettland	2.373	-5,27	-5,29	786,3	5,68	5,66	2.480	2,658	2,658	-26,62	-26,62
Litauen	3.500	-4,06	-4,29	889,2	8,12	5,00	3.488	0,891	0,891	-30,00	-30,00
Malta	392	4,85	3,65	1.051,0	5,57	3,70	10	41,596	41,596	-10,00	-15,00
Polen	38.649	-0,75	-1,69	984,4	6,60	5,43	18.383	2,221	2,221	-12,97	-15,00
Slowakei	5.400	0,00	-0,93	862,0	0,00	5,59	2.441	0,295	0,295	-10,00	-15,00
Slovenien	1.967	-0,41	-2,14	1.063,0	6,50	3,86	511	12,436	12,436	-13,69	-15,00
Summe (10)	74.967			1.063,0			38.436				
Bulgarien	7.997	-6,89	-7,88	786,8	6,86	7,01	5.468	1,457	1,457	-10,00	-15,00
Rumänien	22.117	-3,75	-4,19	811,7	6,87	7,00	14.849	-0,286	-0,286	-10,00	-15,00
Türkei	68.234	14,43	11,13	721,9	0,00	7,00	40.543	-1,271	-1,271	-14,51	-15,00
Beitrittsanwärter	98.348						60.860				
EU 25	451.449	1,32	0,22	1.132,8	5,20	0,90	179.410	2,604	2,604	-16,39	-18,89
EU 28	549.797						240.269,667				

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

Quelle: Eigene Berechnungen

Anhang 5: Regressionskoeffizienten

In Tabelle A-8 sind die Primärdaten für die Regressionsrechnung als absolute Ertragszuwächse, absolute Regressionskoeffizienten und relative Regressionskoeffizienten dargestellt. Dabei wurde das Jahr 2003 nicht berücksichtigt, weil es in ganz Europa extreme Ernteaufälle gegeben hat. Für Deutschland lag die Abnahme der LF bei 8.666 ha/Jahr. Der Getreideertrag stieg um 0,85 dt/ha und Jahr, bzw. 1,3 % bezogen auf den Durchschnittsertrag der Jahre 2000-2002 von 65,85 dt/ha. Die mit dem Anbauumfang gewogenen Regressionskoeffizienten der dargestellten Hauptkulturen ergeben den relativen Ertragszuwachs der Ackerflächenkulturen in Höhe von 1,52 %.

Tabelle A-8: Landwirtschaftlich genutzte Fläche, Erträge und Regressionsfaktoren

Germany	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG
Agricultural Area	17.136	16.951	17.162	17.308	17.343	17.337	17.327	17.373	17.152	17.068	17.033	16.967	-8,6678

Germany	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG	Gewichtungs- faktor	gew. REG	REG in % pro Jahr	
Getreide ges.	58,28	61,08	62,82	64,75	63,39	66,98	64,53	70,52	62,52	0,85	0,80	0,68	1,03	
Raps	27,38	31,87	23,08	31,36	33,64	35,76	33,26	36,56	29,68	0,80	0,15	0,12	0,36	
Sonnenblumen	16,46	21,30	23,59	24,67	25,34	25,15	24,75	21,68	19,92	0,30	0,00	0,00	0,00	
Zuckerrüben	481,60	497,50	505,61	511,14	532,15	563,78	616,60	552,38	583,25	14,10	0,05	0,74	0,13	
Summe												1,00	1,54	1,52

EU-15	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG
Agricultural Area	145.197	144.525	143.770	143.608	142.456	142.721	142.365	142.328	142.091	141.103	140.831	140.987	-372,5524

Ertrag in dt/ha

EU-15	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG	Gewichtungs- faktor	gew. REG	REG in % pro Jahr
Getreide ges.	50,11	49,90	55,90	54,01	56,41	55,50	57,32	55,03	56,62	0,76	0,85	0,65	1,15
Raps	25,23	28,79	27,21	31,09	30,91	32,19	29,88	29,70	30,36	0,49	0,07	0,03	0,11
Sonnenblumen	13,71	13,34	16,13	17,54	16,25	15,99	17,78	16,12	16,86	0,38	0,04	0,01	0,08
Zuckerrüben	515,43	523,69	543,32	570,10	554,83	602,82	610,53	558,66	620,77	11,56	0,04	0,49	0,08
Summe											1,00	1,19	1,43

Fortsetzung Tabelle A-8: Landwirtschaftlich genutzte Fläche, Erträge und Regressionsfaktoren

EU-25	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG
Agricultural Area	170.584	177.558	183.423	183.016	181.874	181.842	181.426	181.366	181.076	179.724	179.310	179.196	-467,2303

Ertrag in dt/ha

EU-25	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	REG	Gewichtungs- faktor	gew. REG	REG in % pro Jahr
Getreide ges.	42,84	43,77	47,66	46,72	49,29	48,44	47,41	47,94	48,96	0,64	0,85	0,54	1,12
Raps	24,15	27,04	25,14	28,61	29,03	29,12	27,49	28,06	27,59	0,37	0,07	0,02	0,09
Sonnenblumen	14,13	13,96	16,70	16,82	16,57	16,01	17,79	16,87	17,46	0,39	0,03	0,01	0,07
Zuckerrüben	338,56	352,12	390,35	359,62	396,19	387,99	393,43	356,71	405,69	5,28	0,05	0,27	0,07
Summe											1,00	0,85	1,36

Anhang 6: Berechnung der Flächenfreisetzung für Bioenergie

In Tabelle A-9 sind die Grunddaten für die Berechnung der Flächenfreisetzung für Energiepflanzenpotenziale für die Basis und die Jahre 2010 und 2020 exemplarisch für Deutschland dargestellt. Aus der Änderung der Bevölkerungszahl und der Änderung des Pro-Kopf-Verbrauchs ergibt sich eine aggregierte Änderungsrate für den Nahrungsmittelverbrauch. Im Jahr 2010 nimmt der Nahrungsmittelverbrauch in Deutschland um 2,76 % zu. Im Zeitraum 2010-2020 wird er um 0,255 % abnehmen. Die Flächenumwidmung im jeweiligen Zeitraum ist mit positivem Vorzeichen ausgewiesen., das heißt, diese Fläche steht für nachwachsende Rohstoffe nicht zur Verfügung. Die Ertragssteigerung ist mit negativem Vorzeichen ausgewiesen, weil sie Flächen für Energiepflanzen freisetzt. Veränderungen im Nahrungsmittelverbrauch, in der verfügbaren Fläche und in den Ertragssteigerungen werden zu einem relativen Änderungskoeffizienten aggregiert. Für Deutschland bedeutet das, dass bis zum Jahr 2010 gegenüber der Basis 11,9 % der Fläche nicht mehr für die Nahrungsmittelproduktion benötigt wird. Im nächsten Zeitraum sind es sogar 14,9 %. Im folgenden Teil der Tabelle sind die Änderungsraten bei den Flächen, Nahrungsmittelverbrauch und Ertragssteigerungen auf die verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche bezogen und in ha ausgedrückt. Hinzuaddiert werden noch Flächenfreisetzungen durch Verbesserung der Futtermittelverwertung, insbesondere in der Schweine- und Geflügelproduktion. Per Saldo ergibt sich ein zusätzliches Potenzial zum Anbau von Bioenergieträgern bis zum Jahr 2010 von 2,1 Mio. ha und bis zum Jahr 2020 zusätzlich 2,76 Mio. ha. Demnach stehen 2010 etwa 4,5 Mio. ha und im Jahr 2020 7,3 Mio. ha oder etwa 40 % der landwirtschaftliche genutzten Fläche für die Produktion von Energieträgern oder zur Nutzung für andere Zwecke zur Verfügung.

Tabelle A-9 Deutschland: Abschätzung der Veränderung der Potenziale für Bioenergieträger bis 2010 und 2020

	Basis 2000	2010	2020
Bevölkerung abs.	82.188.000	83.066.000	82.822.000
- Änderung in % bis		1,0683	-0,2937
Pro-Kopf-Verbrauch GE	1.104,5	1.127,8	1.127,8
- Änderung in % bis		2,11	0,00
Verbrauchs-Änderung in % bis		2,7596	-0,255
landw. gen. Fläche abs. ha	17.022.667		
- Flächenumwidmung in % bis 1)		0,509	0,509
Ertragssteigerung in % bis 2)		-15,157	-15,157
Saldo aller Änderungen in % bis		-11,8880	-14,9027
Bilanz der landw. gen. Fläche			
- Basis verfügbar ha	17.022.667		
- Mehr(+) Weniger(-) durch Umwidmung in ha		86.678	86.678
- Mehr(+)Minderbedarf(-) für Nahrungsmittel in ha		469.753	-43.421
- Freisetzung durch Ertragssteigerungen in ha (-)		-2.580.090	-2.580.090
- Freisetzung durch bessere Futterverwertung in ha (-)		-110.364	-220.728
- Potenzial für Biomasse in ha im Jahr	-2.409.302	-2.134.023	-2.757.561
dgl. akkumuliert in ha		-4.543.325	-7.300.886
- dgl. in % der in der Basis verfügbaren landw. gen. Fläche	14,15	26,69	42,89
- dgl. Mengenäquivalente			
- Getreide t 3)	15.866.375	34.454.811	55.367.086
- Stroh t	12.693.100	27.563.848	44.293.669

1) nach Trendschätzung

2) nach Trendschätzung aus Tabelle REG bzw. mindest Ertragsfortschreibung pro Jahr 1 % bzw. 1,5 %, max.

3 %, bei Flächenumwidmung max. 1 %

3) Korn-Stroh-Verhältnis 1:0,8

Quelle: Thrän et. al. (2006)

Anhang 7: Berechnung der Produktionsmengen für Bioenergie aus der Flächenfreisetzung

In den Tabellen A-10 (mit Fortsetzung) sind die Flächen ausgewiesen, die in Folge der Freisetzung aus der Nahrungsmittelproduktion in der Basis (2000), im Jahr 2010 und im Jahr 2020 für verschiedene Kulturpflanzen, die als Energiepflanzen geeignet sind, zur Verfügung stehen. Sie sind gruppiert in Kulturpflanzen für feuchte Biomasse und Kulturpflanzen für trockene Biomasse, wobei eine weitere Unterscheidung in Silomais und Luzerne (letztere wegen der Bedeutung in Frankreich), Ölfrüchte und Zuckerrüben sinnvoll erscheint. Ein Vergleich der Flächenareale der Jahre 2000, 2010 und 2020 zeigt den Potenzialzuwachs. Für die Berechnung ist grundsätzlich unterstellt worden, dass auf freiwerdenden Flächen, die aus der Nahrungsmittelproduktion freigesetzt werden, genau der Anbaumix wie in den bisherigen Fruchtfolgen praktiziert wird. Sofern Fruchtfolgegrenzen bisher nicht ausgeschöpft waren, lassen sich die Flächenanteile je nach Wirtschaftlichkeit bis an Fruchtfolge- oder andere Kapazitätsgrenzen gegeneinander verschieben. Das ist hier aber nicht berücksichtigt worden.

Die Ergebnisse dieser Potenzialabschätzung für die einzelne Kulturen bilden die Grundlage für die Berechnung der Biokraftstoffpotenziale in dieser Studie, indem die jeweiligen Flächen unter Berücksichtigung der Erträge in der Ausgangssituation und der Ertragsveränderungen in Produktmengen umgerechnet werden und daraus die mögliche Produktion von Biodiesel und Bioethanol bestimmt.

Schon im Jahr 2000 hätten in Deutschland zu Lasten der Flächenstilllegung und Überschussproduktion bei Getreide und Zucker auf 166.000 ha feuchte und auf 814.000 ha trockene Biomasse angebaut werden können.

Tabelle A-10: Potenzielle Ackerfläche nach Energiepflanzen im Jahr 2000

		"Feuchte" Biomasse			"Trockene Biomasse						
		Silomais 1000 ha	Luzerne 1000 ha	Zuckerrüben 1000 ha	Sonnenblumen 1000 ha	Raps 1000 ha	Weizen 1000 ha	Triticum 1000 ha	Roggen 1000 ha	Gerste 1000 ha	Körnermais 1000 ha
1	Belgien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Dänemark	18	1	11	0	18	113	7	12	136	0
3	Deutschland	116	3	47	3	111	307	51	85	218	39
4	Finnland	0	0	7	0	12	33	0	7	123	0
5	Frankreich	330	74	96	171	278	1.229	58	8	374	421
6	Griechenland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Großbritannien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Irland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Italien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Luxemburg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Österreich	6	1	4	2	5	26	3	5	20	14
13	Portugal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Schweden	1	1	10	0	7	74	8	6	79	0
15	Spanien	3	10	5	33	2	97	1	4	127	18
	EU-15	474	89	180	208	432	1.879	127	125	1.077	491
16	Estland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Lettland	0	0	4	0	2	54	3	17	49	0
18	Litauen	3	1	5	0	11	72	10	24	75	1
19	Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Polen	21	16	35	0	46	278	80	216	115	19
21	Slowakei	3	2	1	2	3	12	0	1	7	4
22	Slowenien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Tschechische Republik	19	8	5	3	28	83	3	4	44	4
24	Ungarn	19	24	9	46	18	157	17	8	55	180
25	Zypern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EU 25	538	139	240	259	540	2.534	240	396	1.422	699
26	Bulgarien	8	13	1	82	0	173	1	3	43	67
27	Rumänien	1	7	1	17	1	39	0	0	10	59
28	Türkei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EU 28	547	159	242	358	541	2.745	242	399	1.474	825

Tabelle A-10: Fortsetzung: Potenzielle Ackerfläche nach Energiepflanzen im Jahr 2010

		"Feuchte" Biomasse			"Trockene" Biomasse						
		Silomais 1000 ha	Luzerne 1000 ha	Zuckerrüben 1000 ha	Sonnenblumen 1000 ha	Raps 1000 ha	Weizen 1000 ha	Triticale 1000 ha	Roggen 1000 ha	Gerste 1000 ha	Körnermais 1000 ha
1	Belgien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Dänemark	27	1	12	0	46	188	11	38	170	0
3	Deutschland	316	7	97	22	335	896	138	316	399	122
4	Finnland	0	0	8	0	29	44	0	13	130	0
5	Frankreich	636	142	121	237	381	1.879	111	15	979	1.202
6	Griechenland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Großbritannien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Irland	4	0	3	0	1	14	0	0	39	0
9	Italien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Luxemburg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Österreich	8	1	4	5	3	28	3	8	25	22
13	Portugal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Schweden	1	2	11	0	19	113	11	35	67	0
15	Spanien	54	161	62	342	2	886	21	55	2.755	433
	EU-15	1.046	314	318	605	816	4.047	296	480	4.565	1.779
16	Estland	0	3	0	0	9	22	1	8	47	0
17	Lettland	2	0	17	0	9	212	12	69	194	0
18	Litauen	11	3	21	0	43	284	38	96	297	2
19	Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Polen	46	36	79	0	103	622	178	483	258	42
21	Slowakei	16	10	5	11	14	63	2	5	34	21
22	Slowenien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Tschechische Republik	49	20	14	7	73	218	8	11	117	11
24	Ungarn	55	71	26	136	53	460	51	22	161	528
25	Zypern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EU 25	1.224	457	480	759	1.120	5.928	587	1.175	5.672	2.384
26	Bulgarien	16	27	1	170	0	359	2	6	89	138
27	Rumänien	4	31	4	78	6	174	0	1	44	268
28	Türkei	0	0	12	16	0	273	0	4	106	16
	EU 28	1.245	515	498	1.023	1.126	6.735	589	1.186	5.911	2.806

Tabelle A-10: Fortsetzung: Potenzielle Ackerfläche nach Energiepflanzen im Jahr 2020

		"Feuchte" Biomasse			"Trockene" Biomasse						
		Silomais 1000 ha	Luzerne 1000 ha	Zuckerrüben 1000 ha	Sonnenblumen 1000 ha	Raps 1000 ha	Weizen 1000 ha	Triticale 1000 ha	Roggen 1000 ha	Gerste 1000 ha	Körnermais 1000 ha
1	Belgien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Dänemark	51	2	21	0	88	356	21	73	312	0
3	Deutschland	626	14	168	36	611	1.842	274	647	760	253
4	Finnland	0	0	12	0	52	80	0	23	230	0
5	Frankreich	983	220	164	347	634	2.926	172	24	1.460	1.889
6	Griechenland	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Großbritannien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Irland	13	0	9	0	2	52	0	0	142	0
9	Italien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Luxemburg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Niederlande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Österreich	24	3	10	13	8	86	9	25	70	66
13	Portugal	136	0	5	19	0	116	28	100	19	283
14	Schweden	2	3	16	0	35	212	20	64	126	1
15	Spanien	144	428	147	856	5	2.383	56	146	7.384	1.151
	EU-15	2.388	982	721	820	1.983	9.113	598	1.170	7.413	4.596
16	Estland	0	9	0	0	24	58	4	22	127	0
17	Lettland	3	0	36	0	19	443	25	144	405	0
18	Litauen	22	7	45	0	90	603	81	205	631	5
19	Malta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Polen	99	76	167	0	220	1.325	379	1.028	549	89
21	Slowakei	36	23	12	25	33	147	4	13	79	50
22	Slowenien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Tschechische Republik	102	41	29	14	151	453	17	23	243	24
24	Ungarn	107	138	51	263	102	890	98	43	311	1.022
25	Zypern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EU 25	2.875	1.312	1.084	1.097	2.715	12.996	1.251	2.753	9.473	5.714
26	Bulgarien	30	51	2	325	0	689	4	11	170	265
27	Rumänien	14	103	14	259	20	578	1	4	145	888
28	Türkei	0	0	22	29	0	496	0	7	193	28
	EU 28	2.350	1.276	1.109	1.902	2.206	16.936	1.006	2.291	9.891	6.652