

Biokraftstoffe: Königsweg für Klimaschutz, profitable Landwirtschaft und sichere Energieversorgung?

Jan M. Henke und Gernot Klepper

- Steigende Energiepreise, Risiken der Versorgungssicherheit und die mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe einhergehenden Kohlendioxidemissionen haben alternative Energieträger verstärkt in die öffentliche Diskussion gebracht. Insbesondere der Transportsektor ist stark von einem ausreichenden Erdölangebot abhängig und der Anteil des Verkehrs an den Treibhausgasemissionen nimmt kontinuierlich zu. Der Einsatz von Biokraftstoffen bietet die Möglichkeit, dieses Wachstum etwas zu bremsen und damit einen Beitrag zur Erreichung klima- und energiepolitischer Ziele zu leisten. Außerdem soll die Förderung von Biokraftstoffen die heimische Agrarwirtschaft unterstützen.
- In Deutschland wird bisher insbesondere Biodiesel produziert, der vor allem aus Rapsöl gewonnen wird. Aber auch die Verwendung von Bioethanol, produziert aus Zucker oder Stärke, ist möglich. Allerdings ist die Produktion aus heimischen Rohstoffen international und auch im Vergleich mit fossilen Kraftstoffen nicht wettbewerbsfähig.
- Produktion und Absatz von Biokraftstoffen werden auf allen Stufen der Wertschöpfungskette gefördert oder vor internationaler Konkurrenz geschützt. Die Produktion von Energiepflanzen wird durch die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) und die Errichtung von Anlagen zur Konversion der Energiepflanzen in Biokraftstoffe durch Investitionsbeihilfen unterstützt. Der entscheidende wirtschaftspolitische Faktor für die Markteinführung von Biokraftstoffen war allerdings die vollständige Mineralölsteuerbefreiung von Biokraftstoffen in Deutschland. Diese Förderung führte zu einem Ausgleich des Kostennachteils von Biokraftstoffen gegenüber fossilen Brennstoffen, aber auch zu Mindereinnahmen bei der Mineralölsteuer von bis zu 1 Mrd. Euro in 2005.
- Unter klimapolitischen Aspekten ist der Einsatz von Biokraftstoffen zwar eine Möglichkeit, Treibhausgasemissionen im Transportsektor einzusparen. Die Treibhausgasvermeidungskosten beim Einsatz von in Deutschland produzierten Biokraftstoffen liegen zwischen 150 und 400 Euro je Tonne CO₂-Äquivalente und damit deutlich über den Vermeidungskosten alternativer klimapolitischer Maßnahmen. Daher stellen Biokraftstoffe keine effiziente klimapolitische Option dar.
- Das Ziel der Förderung von Einkommen und Beschäftigung in der Landwirtschaft ist kaum zu erreichen, da es im Widerspruch zu klima- und energiepolitischen Zielen steht. Mit steigenden Preisen für die landwirtschaftlichen Rohstoffe und damit steigendem Einkommen in der Landwirtschaft verlieren die Biokraftstoffe weiter an Wettbewerbsfähigkeit. Zusätzliche Beschäftigung in der Landwirtschaft würde lediglich bei einer in Deutschland nur sehr schwer umzusetzenden deutlichen Ausdehnung der Ackerflächen entstehen.
- Zusätzliches Potential der Biokraftstoffe besteht jedoch durch die Einführung neuer Technologien, die mithilfe einer verbreiterten Rohstoffbasis günstigere Energie- und Treibhausgasbilanzen aufweisen, indem sie auf eine Ganzpflanzenverwertung und auch die Verwertung von Rest- und Abfallstoffen setzen. Allerdings sind die technischen Voraussetzungen für den Betrieb von Großanlagen und die Produktionskosten der Biokraftstoffe noch nicht endgültig geklärt.

Jan M. Henke

Institut für Weltwirtschaft
24100 Kiel
Telefon: +49/30/62729714; Fax: +49/431/8814-502
E-Mail: jan.henke@ifw-kiel.de

Prof. Dr. Gernot Klepper

Institut für Weltwirtschaft
24100 Kiel
Telefon: +49/431/8814-485; Fax: +49/431/8814-502
E-Mail: gernot.klepper@ifw-kiel.de

KIELER DISKUSSIONSBEITRÄGE

Herausgegeben vom Institut für Weltwirtschaft
24100 Kiel
Tel: +49/431/8814-1; Website: <http://www.ifw-kiel.de>

Schriftleitung:

Prof. Dr. Harmen Lehment
Tel: +49/431/8814-232; E-Mail: harmen.lehment@ifw-kiel.de

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISSN 0455-0420

ISBN 3-89456-281-1

© Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel 2006.

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Förderung von Biokraftstoffen	4
2.1	Subventionen und Marktregulierungen in der Landwirtschaft	4
2.2	Subventionen in der Produktion von Biokraftstoffen	5
2.3	Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen	5
2.4	Außenschutz	6
3	Volkswirtschaftliche Bewertung des Einsatzes von Biokraftstoffen	7
3.1	Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen	7
3.2	Biokraftstoffe und Klimapolitik	9
3.3	Biokraftstoffe und Energieversorgungssicherheit	11
3.4	Biokraftstoffe und Agrarpolitik	12
4	Fazit	13
	Literaturverzeichnis	14

1 Einleitung

Steigende Energiepreise und die Besorgnis um die Versorgungssicherheit wegen politischer Unruhen und Naturkatastrophen haben alternative Energieträger verstärkt in die öffentliche Diskussion gebracht. Unter diesen werden die Biokraftstoffe besonders kontrovers diskutiert, nicht zuletzt, weil sie durch die Mineralölsteuerbefreiung eine besondere Unterstützung erhalten. Die Suche nach alternativen Energieträgern wird zum großen Teil durch drei Faktoren ausgelöst:

- Die globale Nachfrage nach Erdöl und Erdölprodukten ist so stark gestiegen, dass die Kapazitäten bei der Förderung und der Verarbeitung zunehmend ausgelastet sind. Obwohl keine Versorgungsengpässe aufgetreten sind, hat dies zu steigenden Preisen geführt, die alternative Energieträger tendenziell wettbewerbsfähig machen.
- Ein großer Teil des Erdölangebots kommt aus politisch unsicheren Regionen, so dass steigende Ölimporte aufgrund der geostrategischen Abhängigkeiten auch mit einem höheren Risiko der Energieversorgungssicherheit verbunden sind.
- Die Verwendung fossiler Brennstoffe hat zu einer starken Erhöhung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre geführt, die zu erheblichen Klimaveränderungen führen kann, wenn der Anstieg der Kohlendioxidemissionen unvermindert anhält.

Insbesondere der Transportsektor ist von einem ausreichenden Angebot an Erdöl abhängig. Darüber hinaus sind die größten Nachfragesteigerungen nach Rohöl weltweit im Transportsektor zu finden, weil Brennstoffe auf Rohölbasis eine hohe Energiedichte aufweisen und leicht in mobilen Verbrennungsanlagen eingesetzt werden können und weil das Transportvolumen weitaus schneller als die gesamtwirtschaftliche Produktion wächst. Auch bei den Treibhausgasemissionen des Transportsektors wird auf globaler Ebene bis 2020 mit einem Anstieg um 50 Prozent gerechnet (Baumert et al. 2005). Der Einsatz von Biokraftstoffen als Reinkraftstoff oder als Beimischung zu den fossilen Kraftstoffen bietet die

Möglichkeit, dieses Wachstum etwas zu bremsen. Biokraftstoffe haben zwar eine etwas geringere Energiedichte, können aber – zumindest im Fall des Biodiesels – ohne großen technischen Aufwand in bestimmtem Umfang den fossilen Brennstoffen beigemischt und in Verbrennungsmotoren genutzt werden.

Der Einsatz von Biokraftstoffen im Transportsektor und die Substitution von Benzin und Diesel können somit einen Beitrag zum Klimaschutz leisten und zur Verringerung der Abhängigkeit von Erdölimporten beitragen. Allerdings ist in Deutschland zur Zeit weder Bioethanol noch Biodiesel gegenüber Benzin bzw. Dieseldieselkraftstoff wettbewerbsfähig. Der Nettotankstellenpreis vor Steuern von fossilem Benzin liegt heute bei circa 0,42 € (Ottokraftstoff) bzw. 0,49 € (Dieseldieselkraftstoff) je Liter (MWV 2006). Unter zusätzlichem Abzug von u.a. Kosten für Transport, Lagerhaltung, gesetzlicher Bevorratung, Verwaltung und Vertrieb und Gewinn betragen die Kraftstoffkosten ca. 0,36 € (Ottokraftstoff) bzw. 0,43 € (Dieseldieselkraftstoff) je Liter (MWV 2005b). Dies entspricht dann in etwa den Preisen frei Rotterdam. Die reinen Produktionskosten von Bioethanol hingegen liegen in Deutschland in modernen Anlagen heute bei etwa 0,47 €. Die Produktionskosten von Biodiesel, inkl. Beimischungskosten und Logistikkosten, liegen bei circa 0,70 € je Liter (Deutscher Bundestag 2005a; UFOP 2005; Europäische Kommission 2004a; Schmitz 2003; Schmitz 2005). Ausgedrückt in Heizwertäquivalenten ergibt sich daraus ein Wert von ca. 0,72 € je Liter Ottokraftstoff für Ethanol und von 0,77 € je Liter Diesel für Biodiesel.¹ Trotzdem hat die Europäische Kommission angeregt, den Anteil der Biokraftstoffe am Gesamtkraftstoffverbrauch auf 5,75 Prozent im Jahr 2010 anzuheben. Die Bundesregierung hat deshalb ein Förderprogramm entwickelt und existierende Förderinstrumente genutzt, um den Markteintritt von Biokraftstoffen zu ermöglichen.

¹ Die Berechnung von Heizwertäquivalenten ist notwendig, da Bioethanol und Benzin bzw. Biodiesel und Diesel unterschiedliche Heizwerte aufweisen. Ein Liter Bioethanol ersetzt daher lediglich 0,65 Liter Benzin und ein Liter Biodiesel 0,91 Liter Diesel.

Zunächst soll die derzeitige Förderung von Biokraftstoffen entlang ihrer Wertschöpfungskette dargestellt werden. Dafür sind heutige Subventionen und Marktregulierungen in der Landwirtschaft, Subventionen in der Produktion sowie Förderungen in der Verwendung von Biokraftstoffen und der Außenschutz bei landwirtschaftlichen Rohstoffen und bei Bioethanol relevant. Auf dieser Grundlage soll der Einsatz von Biokraftstoffen bewertet werden. Dazu wird zunächst die Wettbewerbsfähigkeit von in Deutschland produzierten Biokraftstoffen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen und zu Biokraftstoffimporten analysiert. Schließlich wird untersucht, inwieweit die mit der Förderung von Biokraftstoffen angestrebten klima-, energie- und agrarpolitischen Ziele erreicht werden können.

2 Förderung von Biokraftstoffen

Sowohl die Produktion als auch der Absatz von Bioenergie finden in Wirtschaftsbereichen statt, die einer intensiven staatlichen Regulierung unterliegen. Dabei werden fast alle Stufen der Wertschöpfungskette direkt bzw. indirekt gefördert oder vor Konkurrenz geschützt. Der Agrarsektor, in dem die Rohstoffe (Energiepflanzen) angebaut werden, unterliegt durch die europäische Agrarpolitik einem komplexen System von Interventionsmaßnahmen, die zum Teil auch der Produktion von Rohstoffen für die Biokraftstoffherzeugung zugute kommen. Auch die Anlagen für die Bioethanol- bzw. Biodieselproduktion werden durch verschiedene Zuschüsse gefördert, insbesondere in den neuen Bundesländern. Schließlich soll eine bisherige hundertprozentige Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe dazu führen, dass diese Kraftstoffe gegenüber den billigeren fossilen Brennstoffen wettbewerbsfähig werden. Eine heimische Produktion von Biokraftstoffen kann zudem gewinnbringend nur durchgeführt werden, wenn ein ausreichender Außenschutz besteht, der billige Importe von Bioethanol oder -diesel bzw. Pflanzenölen verhindert.

2.1 Subventionen und Marktregulierungen in der Landwirtschaft

Wichtige direkte Instrumente, die den Anbau von Energiepflanzen profitabel machen, sind die Stilllegungs- und Energiepflanzenprämie. Die Stilllegungsprämie wird für bis zu 10 Prozent der deutschen Agrarfläche gezahlt. Auf diesen Flächen dürfen zwar keine Nahrungsmittel, sehr wohl aber Energiepflanzen (außer Zuckerrüben) bei gleichzeitigem Bezug der Stilllegungsprämie angebaut werden. Die seit 2004 gewährte Energiepflanzenprämie in Höhe von 45 € je Hektar unterstützt die Rentabilität der Energiepflanzenproduktion auf nicht obligatorisch stillgelegten Flächen. Die Prämie gilt allerdings nicht für den Anbau von Zuckerrüben und die förderfähigen Flächen sind innerhalb der Europäischen Union (EU) auf 1,5 Mill. ha begrenzt.

Die gesamte heimische Rohstoffproduktion wird durch das derzeitige System der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) unterstützt. Diese Politik hat keine eindeutigen Schutzeffekte ausschließlich für den Anbau von Energiepflanzen, kann jedoch die Aktivitäten in diesem Bereich indirekt beeinflussen. So hat die Zuckermarktordnung bisher den Anbau von Zuckerrüben in Deutschland gesichert. Die Profitabilität des Anbaus von Zuckerrüben in Deutschland ist ohne die Zuckermarktordnung mit ihren garantierten Preisen, Produktionsquoten, Schutzzöllen und Exportsubventionen nicht gegeben, denn die Weltmarktpreise für Zucker betragen lediglich ein Drittel des europäischen Interventionspreises für Zucker (OECD 2004). Auch die gerade beschlossene Reform der EU-Zuckermarktordnung sieht lediglich die Absenkung des Garantieprieses auf etwa die Hälfte des derzeitigen Weltmarktpreises vor. Das etablierte und flächendeckend verfügbare System des Zuckerrübenanbaus bietet somit theoretisch eine verlässliche Grundlage für die Bioethanolproduktion. Allerdings liegen die Preise für Zuckerrüben auf einem Niveau, das ihre Verwendung als wettbewerbsfähigen Rohstoff der Bioethanolproduktion einschränkt bzw. die Produktionskosten von Bioethanol erhöht. Daher spielen Zuckerrüben bei der Bioethanolproduktion in Deutschland bisher keine Rolle. In ähnlicher Weise sichern die Inter-

ventionspreise auf den Getreidemärkten ein Preisniveau, das die Wettbewerbsfähigkeit von Bioethanol aus Getreide reduziert. Da Roggen nicht mehr der Intervention unterliegt, ist er ein möglicherweise preisgünstigerer Input in der Produktion.

Die Produktion von Biodiesel basiert weitgehend auf dem Rohstoff Raps, der am stärksten von der Stilllegungsprämie profitiert. Die stark zunehmende Biodieselproduktion und die damit verbundene steigende Rapsnachfrage haben zu steigenden Rapspreisen geführt. Dies hat auch positive Einkommenseffekte in der Landwirtschaft hervorgerufen. Allerdings führen steigende Rapspreise gleichzeitig auch zu preissteigernden Effekten für auf Raps basierende Lebensmittel.

Eine zunehmende Konkurrenz zu heimischem Raps und daraus produziertem Rapsöl entsteht durch die Importe anderer Pflanzenöle wie Palm- und Sojaöl. Diese sind jedoch aufgrund ihrer im Vergleich zum Rapsöl unterschiedlichen Eigenschaften nur begrenzt zum Einsatz für die Biodieselproduktion geeignet.

Insgesamt wird jedoch der gesamte Agrarsektor vor ausländischer Konkurrenz geschützt, damit die gegenwärtige Produktionsstruktur aufrechterhalten und ein ausreichendes Angebot an heimischen Agrargütern gesichert werden kann. Auf der anderen Seite wird dieses Angebot zu Preisen produziert, die in den meisten Bereichen über den Weltmarktpreisen liegen und damit die Biokraftstoffproduktion, insbesondere die von Bioethanol auf Basis heimischer Rohstoffe, teurer machen als die Produktion in vielen anderen Ländern bzw. als die Produktion auf Basis importierter Rohstoffe. Die Reformbeschlüsse zur europäischen Agrarpolitik, in deren Mittelpunkt die Entkopplung der Prämienzahlungen von der Produktion steht und die damit die politisch verursachten Produktionsanreize für die Landwirtschaft reduziert, dürften zwar zu einer Allokationsverbesserung führen. Jedoch werden die Zahlungen insgesamt kaum reduziert, sondern lediglich umgeschichtet und weiterhin zugunsten der Landwirte eingesetzt, so dass sich die Gesamtsituation kaum ändern dürfte (vgl. Schrader 2005).

2.2 Subventionen in der Produktion von Biokraftstoffen

Die Konversion der agrarischen Energierohstoffe (Getreide, Zuckerrüben und Raps) in Bioethanol bzw. Biodiesel hat in den letzten Jahren beträchtlich zugenommen. Zusätzliche Anlagen sind insbesondere in den neuen Bundesländern gebaut worden. Bis zu 50 Prozent der Investitionskosten können dabei durch staatliche Hilfen und Zuschüsse finanziert werden.² Ebenso findet teilweise eine Unterstützung von Aktivitäten im Bereich der Forschung und Entwicklung statt. Jedoch sind derartige staatliche Förderungen kein besonderes Merkmal der Biokraftstoffindustrie, sondern treten auch in zahlreichen anderen Bereichen auf.

2.3 Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen

Der für die Markteinführung und den Absatz von in Deutschland hergestellten Biokraftstoffen entscheidende wirtschaftspolitische Faktor ist die vollständige Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe. Ohne eine solche Förderung sind Biokraftstoffe aufgrund ihrer im Vergleich zum fossilen Substitut zu hohen Produktionskosten nicht wettbewerbsfähig. Erst über die Mineralölsteuerbefreiung und deren Ausdehnung auch auf Beimischungsanteile wurde eine Nachfrage nach Biokraftstoffen in Reinform, als Beimischung und auch als Benzinmischkomponenten (bzw. Ersatz für fossile Ether) geschaffen.

Während bei Biodiesel in Reinform der durch die Mineralölsteuerbefreiung entstehende Preisvorteil für den Verbraucher an der Tankstelle trotz Schwankungen im Preisabstand offensichtlich ist, entscheiden bei der Beimischung durch die Mineralölindustrie die Produktions- und Beimischungskosten, ob sich der Einsatz der Biokraftstoffe bei den niedrigen Anteilen, die beigegeben werden, rechnet.

Die Mineralölsteuerbefreiung gilt vorbehaltlich einer jährlichen Prüfung einer möglichen Überkompensation. Der erste Bericht zur Steuer-

² Zu den im Einzelnen gewährten Beihilfen vgl. z.B. Europäische Kommission (2004b, 2005).

begünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe ergab, dass ein Liter Biodiesel in Reinform eine über die im Vergleich zum fossilen Diesel zusätzlichen Kosten hinausgehende Förderung in Höhe von 0,05 € pro Liter und ein Liter Biodiesel als Beimischung zu Dieselmotorkraftstoff in Höhe von 0,10 € pro Liter Biodiesel erhält. Es gibt daher Vorschläge, Biodiesel künftig anteilig zu besteuern. Der derzeitige Gesetzentwurf hierzu sieht eine Besteuerung von 0,10 € pro Liter Biodiesel und 0,15 € pro Liter Biodiesel als Beimischung und je Liter Pflanzenöl ab August 2006 vor. Allerdings soll die Verwendung von reinen Biokraftstoffen in der Land- und Forstwirtschaft weiterhin von der Steuer befreit bleiben. Bioethanol als Reinkraftstoff findet keine Anwendung. Auf eine Prüfung der Überförderung von beigemischttem Bioethanol wurde in dem Bericht verzichtet, da in 2004 die Beimischung von Bioethanol zu Ottokraftstoff nur in geringen Mengen und lediglich in Versuchsreihen erfolgte (Deutscher Bundestag 2005a).

Die Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen durch die Mineralölsteuerbefreiung hat im Jahr 2005 bereits zu einem Steuerausfall von fast 1 Mrd. Euro in Deutschland geführt. Die Beibehaltung der Steuerbefreiung und Erreichung des indikativen Ziels der EU von einem Biokraftstoffanteil von 5,75 Prozent im Jahr 2010 würde zu Steuerausfällen von über 2 Mrd. Euro führen.

Der Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung vom 11. November 2005 schlägt eine Zwangsbeimischung vor (siehe Koalitionsvertrag 2005). Sollte diese tatsächlich umgesetzt werden, so würden die Mehrkosten der Biokraftstoffe nicht länger durch den Bundeshaushalt, sondern durch den Endverbraucher getragen. Würde die Mineralölsteuerbefreiung im Zuge der Einführung der Zwangsbeimischung auch für den reinen Biokraftstoff komplett entfallen, so würde sich das Segment der Vermarktung von Biodiesel als Reinkraftstoff wohl nicht länger im Markt halten können. Falls Biokraftstoffe in Reinform jedoch weiter steuerlich gefördert werden, sollte hier zumindest keine Überkompensation stattfinden und die steuerliche Förderung degressiv ausgestaltet werden.

2.4 Außenschutz

In den zurzeit stattfindenden Verhandlungen zur Liberalisierung des Welthandels im Rahmen der Welthandelsorganisation (WTO) stehen die Schutzmaßnahmen für den Agrarsektor in den USA und in der EU im Zentrum. Eine weitere Liberalisierung des Welthandels, insbesondere bei Dienstleistungen, scheint nur möglich zu sein, wenn die tarifäre und nichttarifäre Protektion für Agrarprodukte in den Industrieländern reduziert wird. Dies betrifft die Biokraftstoffe in besonderem Maße. Bei einem Abbau der Importbarrieren muss sich auch die Produktion von Energiepflanzen und von Biokraftstoffen in Deutschland zunehmend dem internationalen Wettbewerb stellen. So ist zu erwarten, dass die Zuckermarktordnung teilweise aufgehoben oder zumindest liberalisiert wird und dass die Handelsschranken für Bioethanol reduziert werden.³ Dies wird einen Wettbewerbs- und damit auch einen Preisdruck auf die Energierohstoffe und auf die Biokraftstoffe in Deutschland ausüben und gleichzeitig Importe von Bioethanol begünstigen. Als Ergebnis werden Biokraftstoffe gegenüber fossilen Kraftstoffen tendenziell wettbewerbsfähiger, ihre Förderung könnte reduziert werden und die Verwendung würde steigen. Dies hätte zur Folge, dass der erhöhte Einsatz von Biokraftstoffen den klimapolitischen Zielen einer Einsparung von Treibhausgasemissionen zugute kommt und dass diese Einsparung zusätzlich zu geringeren Vermeidungskosten für Treibhausgase erfolgt, als dies bei dem Einsatz von in Deutschland produzierten Biokraftstoffen der Fall wäre. Die verbesserten Absatzchancen für Importe stehen jedoch im Konflikt zum Ziel der Förderung der heimischen Landwirtschaft. Darüber hinaus profitieren von der Mineralölsteuerbefreiung zunehmend die ausländischen Exporteure von Bioethanol und von Pflanzenöl und Biodiesel. Bei der Einführung eines Beimischungszwangs würden ebenfalls die ausländischen Produzenten durch zunehmende Exporte profitieren, jedoch würde es nicht weiter zu Steuerausfällen kommen.

³ Zurzeit besteht ein nahezu prohibitiver Importzoll in Höhe von 0,192 € je Liter Bioethanol. Dieser ist damit in etwa genauso hoch wie die Produktionskosten für Bioethanol des Weltmarktführers Brasilien.

3 Volkswirtschaftliche Bewertung des Einsatzes von Biokraftstoffen

3.1 Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen

Die Produktionskosten von Bioethanol und Biodiesel als Kraftstoffkomponenten werden hauptsächlich durch die drei Faktoren Rohstoffkosten, Konversionskosten und Beimischungskosten bestimmt (Übersicht 1):

- Die *Rohstoffkosten* dominieren die Produktionskosten für Biokraftstoffe mit einem Anteil von normalerweise 50 bis 80 Prozent. Ohne den Einsatz preisgünstiger Rohstoffe ist daher auch keine wettbewerbsfähige Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland möglich. Hierdurch entsteht bei dem Versuch, gleichzeitig die Landwirtschaft und den Einsatz von Biokraftstoffen zu fördern, ein Zielkonflikt. Einerseits verlangt die Förderung der Landwirtschaft hohe Rohstoffpreise; diese wiederum mindern die Wettbewerbsfähigkeit des Biokraftstoffes.
- Bei der *Konversion* der Rohstoffe zum Biokraftstoff hängen die Kosten ganz erheblich von der Anlagengröße, d.h. von Skaleneffekten in der Produktion und dem Energiekonzept der Anlage, ab. Entscheidend für die Rentabilität der Biokraftstoffproduktion sind außerdem die Möglichkeiten des Absatzes der anfallenden Kuppelprodukte (z.B. Eiweißfutter, Glycerin, Rapsschrot) und die auf diesen Märkten stattfindende Preisentwicklung bei einem mit der Biokraftstoffproduktion steigendem Angebot.
- Die *Kosten der Beimischung* hängen vom beigemischten Biokraftstoff ab. Sie sind bei der Beimischung von Bioethanol höher als bei Biodiesel. Die entscheidenden Größen sind die durch die Beimischung entstehenden zusätzlichen Investitionen und laufende Kosten in den Raffinerien (Anlieferung, Tanks, Leitungen, Mischeinrichtungen, Lagerung, Qualitätskontrolle etc.) und die Anpassung des Basiskraftstoffs. Außerdem besteht auf dem europäischen Kraftstoffmarkt aufgrund der im Ver-

gleich zu Benzin steuerlichen Begünstigung von Diesel und des damit verbundenen steigenden Dieselanteils an der Automobilflotte ein Marktgleichgewicht zwischen Benzin und Diesel. Wegen der gegebenen Raffinerieprozesse, die laut Mineralölwirtschaftsverband ein festes Verhältnis zwischen der Benzin- und Dieselproduktion vorschreiben, entsteht so ein Benzinüberschuss auf dem europäischen Markt. Eine Erhöhung des Biodieselanteils verringert nun den vorhandenen Benzinüberschuss, eine Erhöhung des Bioethanolanteils hingegen verschärft ihn. Der durch die Bioethanolbeimischung zusätzlich entstehende Benzinüberschuss kann bei unzureichender Nachfrage auf den Weltmärkten nur unter Preisnachlässen exportiert werden und erhöht so die Beimischungskosten.

Die Produktion und Beimischung von einem Liter Biodiesel kostete im Jahr 2004 im Durchschnitt netto (ohne Mehrwertsteuer) 0,71 €, die Produktion von einem Liter fossilem Diesel lediglich netto (ohne Mineralöl- und Mehrwertsteuer) 0,34 € (Deutscher Bundestag 2005a). Bei einer Mineralölsteuer von 0,47 € für Diesel führt die Mineralölsteuerbefreiung für den beigemischten Biodiesel zu einem Preisvorteil für Biodiesel von ca. 0,10 € im Jahr 2004.⁴ 2005 können sich die einzelnen Werte anders darstellen, da sich die Preise für Dieselmotorkraftstoff, für Rapsöl und für die bei der Biodieselproduktion anfallende Kuppelprodukte geändert haben (Tabelle 1). Vermutlich war aber die Preissteigerung bei Rohöl stärker als bei Biodiesel, so dass sich die Wettbewerbsfähigkeit unter Berücksichtigung der Mineralölsteuerbefreiung verbessert hat.

Für die Produktion und vor allem die Beimischung von Bioethanol wurden noch keine offiziellen Erhebungen durchgeführt, da Bioethanol in Deutschland bisher lediglich für die Produktion von ETBE (Ethyltertiärbuthylether) als Benzinmischkomponente verwendet wird, das auf fossiler Basis erzeugte MTBE (Methyltertiärbuthylether) ersetzt.

Dies liegt auch daran, dass eine Beimischung von Bioethanol zu Benzin aus verschiedenen Gründen aufwendiger und mit höheren Kosten

⁴ Annahme: kein Mehrverbrauch durch die Beimischung.

Übersicht 1:

Bestimmungsfaktoren der Produktionskosten von Biokraftstoffen

Kostenfaktoren	Bewertung		
Rohstoffe	<ul style="list-style-type: none"> Die eingesetzten Rohstoffe sind der dominierende Produktionskostenfaktor. Ohne günstige Rohstoffe können keine wettbewerbsfähigen Biokraftstoffe produziert werden. <p style="text-align: center;">Konflikt der parallelen Förderung von Agrarwirtschaft und Biokraftstoffen</p>		
Konversion	<p>Die Kosten der Konversion sind vor allem abhängig von:</p> <ul style="list-style-type: none"> Anlagengröße (Skaleneffekte) Energiekonzept der Anlage Absatzmöglichkeiten und Preise für Kuppelprodukte (z.B. Eiweißfutter, Glycerin) <p style="text-align: center;">Gefahr des Preisverfalls auf den Kuppelproduktmärkten bei steigender Biokraftstoffproduktion</p>		
Verwendung	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> 1. Die Kosten der Beimischung sind abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> Kraftstoff und technischen Möglichkeiten Aufwendungen für Infrastruktur Anpassung Basiskraftstoff Exportmöglichkeiten des verdrängten fossilen Kraftstoffs Internationaler Praxis bei der Beimischung </td> <td style="width: 50%; border: none;"> 2. Kosten der Verwendung als Reinkraftstoff sind abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> Umrüstkosten Motor/Fahrzeug Technischem Mehraufwand (z.B. kürzere Ölwechselintervalle bei Biodiesel) Kosten einer getrennten Infrastruktur Mehrverbrauch </td> </tr> </table>	1. Die Kosten der Beimischung sind abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> Kraftstoff und technischen Möglichkeiten Aufwendungen für Infrastruktur Anpassung Basiskraftstoff Exportmöglichkeiten des verdrängten fossilen Kraftstoffs Internationaler Praxis bei der Beimischung 	2. Kosten der Verwendung als Reinkraftstoff sind abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> Umrüstkosten Motor/Fahrzeug Technischem Mehraufwand (z.B. kürzere Ölwechselintervalle bei Biodiesel) Kosten einer getrennten Infrastruktur Mehrverbrauch
1. Die Kosten der Beimischung sind abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> Kraftstoff und technischen Möglichkeiten Aufwendungen für Infrastruktur Anpassung Basiskraftstoff Exportmöglichkeiten des verdrängten fossilen Kraftstoffs Internationaler Praxis bei der Beimischung 	2. Kosten der Verwendung als Reinkraftstoff sind abhängig von: <ul style="list-style-type: none"> Umrüstkosten Motor/Fahrzeug Technischem Mehraufwand (z.B. kürzere Ölwechselintervalle bei Biodiesel) Kosten einer getrennten Infrastruktur Mehrverbrauch 		

Quelle: MWV (2006).

Tabelle 1:

Fossile Kraftstoffe versus Biokraftstoffe (alle Werte Oktober 2005)

Euro pro Liter	Fossile Kraftstoffe		Biokraftstoffe	
	Ottokraftstoff	Diesekraftstoff	Biodiesel	Bioethanol
Verbraucherpreis	1,26	1,12	1,01	0,58
Energieäquivalenter Preis			1,11	0,89
Mineralölsteuer	0,655	0,47	0	0
Mehrwertsteuer 16 Prozent	0,174	0,154	0,14	0,08
Nettopreis (ohne Mineralöl- und Mehrwertsteuer)	0,431	0,496	0,87	0,50
Energieäquivalenter Nettopreis			0,96	0,77
Produktendpreis (ohne Kosten für Transport, Lagerhaltung, Bevorratung, Verwaltung, Vertrieb und Gewinn)	0,343	0,3774	ca. 0,81	ca. 0,47
Deckungsbeitrag und sonstige Kosten (Logistik, Verwaltung etc.)	0,088	0,119	ca. 0,03	0,03
Beimischungskosten			0,03	0,13 ^a

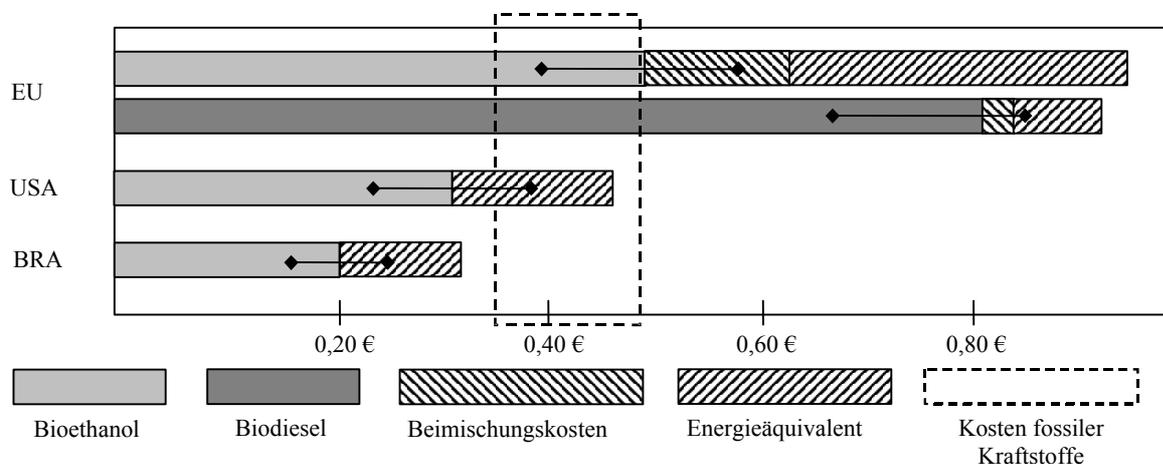
^aAngabe des Mineralölwirtschaftsverbandes.

Quelle: Deutscher Bundestag (2005a); MWV (2005b); UFOP (2005); F.O. Lichts (2005); eigene Recherchen.

verbunden ist als die Beimischung von Biodiesel zu fossilem Diesel. Die Beimischungskosten für Bioethanol setzen sich nach Angaben des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV) zusammen aus Investitionskosten und zusätzlichen laufenden Aufwendungen in den Raffinerien, aus Zusatzkosten für Änderungen der Kraftstoffzusammensetzung bzw. der Verdrängung von Kraftstoff-

komponenten und aus der Notwendigkeit der Aufrechterhaltung des durch die Raffinerietechnologien vorgegebenen Produktionsverhältnisses zwischen Diesel und Benzin, die zu einem mit Verlusten verbundenen Export des durch die Bioethanolbeimischung verdrängten Ottokraftstoffs führt.

Abbildung 1:
Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen



Quelle: Deutscher Bundestag (2005a); Henke (2006); Henniges und Zeddies (2003); IEA (2004); MWV (2005b); Schmitz (2003, 2005); UFOP (2005); eigene Berechnungen.

In Abbildung 1 ist die Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen im internationalen Vergleich illustriert. Die Produktionskosten der größten Ethanolproduzenten Brasilien und USA werden dabei mit denen in Deutschland verglichen. Darüber hinaus gibt die gestrichelte Linie den Preisbereich für fossile Kraftstoffe an. Über die Beimischungskosten in den USA liegen keine verlässlichen Angaben vor, während in Brasilien Bioethanol überwiegend als Reinkraftstoff verkauft wird und damit Beimischungskosten eingespart werden. Es wird deutlich, dass in der EU produzierte Biokraftstoffe auf Produktionskostenbasis noch ein gutes Stück von der Wettbewerbsfähigkeit zu fossilen Kraftstoffen entfernt sind. Diese wird erst bei Rohölpreisen von ca. 80 bis 100 US-Dollar je Barrel erreicht. Auch im internationalen Vergleich ist die deutsche Produktion nicht wettbewerbsfähig. Allerdings bestehen auch in der derzeitigen deutschen Biokraftstoffproduktion noch Kostensenkungspotentiale. Vor allem die neue Generation von Biokraftstoffen („Biomass to Liquid“(BTL)-Kraftstoffe) verspricht mittelfristig kostengünstiger zu sein als heutige Biokraftstoffe.

3.2 Biokraftstoffe und Klimapolitik

Unter energie- und klimapolitischen Gesichtspunkten liegt der Vorteil von Biokraftstoffen darin, dass sie importierte fossile Energieträger durch heimische Bioenergie ersetzen und Treibhausgasemissionen einsparen können. Die Produktion von Biokraftstoffen kommt aber nur in Ausnahmefällen ohne zusätzliche fossile Energieinputs aus. Während es in der Vergangenheit vorkam, dass für die Produktion von einem Liter Biokraftstoff mehr als ein Liter fossiler Kraftstoff benötigt wurde, stellt sich heute die Situation weitaus positiver dar. Neue Anbaumethoden, die einen geringeren Einsatz von energieintensivem Dünger, Pestiziden, Herbiziden und Fungiziden erfordern, und technologisch verbesserte Konversionsanlagen, die einen effizienteren Energieeinsatz erlauben, haben das Verhältnis von fossilem Energieinput und Energieertrag jedoch verbessert. Heute müssen bei der Biodieselproduktion je nach Anlage nur noch etwa 30 Prozent des Bruttoenergieertrags pro Hektar in Form fossilen Inputs eingesetzt werden. Bei Bioethanol hängt dieser Wert sehr stark von der für den Prozess eingesetzten Energieform ab. Wird, wie aus Kostengründen heute zum Teil der Fall, Braunkohle eingesetzt, verschlechtert dies die Energie- und Treibhausgasbilanzen erheblich.

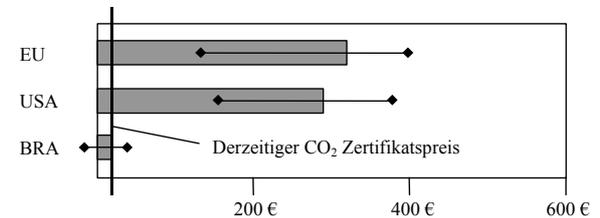
Ein wichtiger Faktor bei der Energiebilanz sind auch die Energiegutschriften, die durch den Verkauf von Kuppelprodukten entstehen. Diese Energiegutschriften sind allerdings nur so lange möglich, wie die Kuppelprodukte auch auf dem Markt rentabel absetzbar sind, denn nur dann werden sie auch an anderer Stelle fossile Energieträger einsparen. Wie sich in der Vergangenheit bereits gezeigt hat, kann es hier bei einer starken Ausweitung der Biokraftstoffproduktion zu einem beträchtlichen Preisverfall kommen. Ein solches Szenario würde zwar den Markt für Kuppelprodukte vergrößern und damit die positiven Energiebilanzen sichern, gleichzeitig würde die Rentabilität der Biokraftstoffproduktion so stark darunter leiden, dass ihre Wettbewerbsfähigkeit bedroht wäre.

Die Einsparmöglichkeiten an Treibhausgasen haben sich durch die neuen Anlagentechniken bereits erhöht. So können heute pro Hektar zwischen 3 und maximal 10 Tonnen CO₂-Äquivalente durch den Einsatz von Biokraftstoffen eingespart werden.

Da es sich bei den Treibhausgasemissionen jedoch um ein globales Umweltproblem handelt und sie, unabhängig von ihrem Ort und dem Prozess bei dem sie entstehen, die gleichen negativen Umweltwirkungen auslösen, spielt es theoretisch keine Rolle, in welchem Wirtschaftssektor und in welchem Land sie vermieden werden. Daher ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht die Reduktion von Treibhausgasen dort sinnvoll und effizient, wo sie die geringsten Kosten verursacht. Die heutigen Vermeidungskosten bei Biokraftstoffen betragen in Europa für Biodiesel etwa 150 bis 250 Euro je Tonne CO₂ und für Bioethanol aus Getreide etwa 250 bis 400 Euro je Tonne CO₂ (Abbildung 2).⁵ In den USA sind sie nur unmerklich geringer, während die Vermeidungskosten für Treibhausgase in Brasilien außerordentlich gering sind.

⁵ Diese Werte ergeben sich auf Basis der Differenz der Produktionskosten zwischen Bioethanol und Ottokraftstoff und der vermiedenen Menge an Treibhausgasen durch die Substitution fossiler Kraftstoffe. Bei Berücksichtigung zusätzlich anfallender Beimischungskosten erhöht sich der Betrag entsprechend.

Abbildung 2:
Kosten der Treibhausgasvermeidung durch den Einsatz von Biokraftstoffen



Quelle: Henke et al. (2005); IEA (2004); PointCarbon (2005); Schmitz (2003); Specht et al. (2004); eigene Berechnungen.

Die Vermeidungskosten für die klimapolitische Option Biokraftstoffe liegen damit noch weit über den Preisen, die heute zum Beispiel im europäischen Emissionshandel für CO₂ zu beobachten sind. Die Preise für Emissionsrechte im Europäischen Emissionshandel für CO₂ schwanken zur Zeit zwischen 20 und 25 Euro je Tonne CO₂. Mittelfristig wird aber eher mit einem Preis von signifikant unter 10 Euro je Tonne CO₂ gerechnet, insbesondere wenn die flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls im Rahmen des „Clean Development Mechanism“ (CDM) und der „Joint Implementation“ zu tragen kommen (vgl. Klepper und Peterson 2006). Die kostengünstigeren Alternativen der Vermeidung von Treibhausgasemissionen liegen im Augenblick eher in der effizienteren Energienutzung und der Substitution CO₂-intensiver Energieträger wie Kohle durch weniger intensive wie Gas.

Auch im Vergleich zu anderen nichtfossilen Energiequellen ist die Vermeidung von Treibhausgasen durch den Einsatz von Biokraftstoffen teurer als die Vermeidung zum Beispiel über den Einsatz von Windkraft zur Stromerzeugung. Sie liegen aber noch weit unter den Vermeidungskosten des Einsatzes der Photovoltaik.⁶ Die genannten Vermeidungskosten bei dem Einsatz von Biokraftstoffen beziehen sich allerdings nur auf die Produktion in Deutschland. Würde man dagegen Bioethanol aus Brasilien einsetzen, so könnte man eine kostenlose Vermeidung von

⁶ Zu den Vermeidungskosten anderer erneuerbarer Energien siehe beispielsweise Sims et al. (2003) und Wagner und Brückl (2003).

CO₂ erreichen, da die Produktionskosten brasilianischen Bioethanols derzeit geringer sind als die von Benzin.

Der Einsatz von Biokraftstoffen in Deutschland anstelle fossiler Kraftstoffe hat im Jahr 2005 einen Beitrag zur Treibhausgaseinsparung von ca. 4 Mill. Tonnen CO₂-Äquivalente geleistet. Gemessen an den gesamten Treibhausgasemissionen Deutschlands, die sich im Jahr 2003 auf ca. 1 Mrd. Tonnen beliefen, ist dieser Beitrag jedoch relativ gering und macht lediglich 0,5 Prozent aus.

Zurzeit werden jedoch neben der schon weit verbreitet stattfindenden Produktion von Biodiesel auf der Basis von Raps und der zunehmenden Produktion von Ethanol auf der Basis von Getreide vermehrt weitere Technologien erforscht. Kraftstoffe der zweiten Generation auf Basis der Ganzpflanzennutzung und der Verwertung von Rest- und Abfallstoffen sind eine attraktive Zukunftsoption. Es gibt zwar noch keine kommerziell betriebenen Anlagen in Deutschland, jedoch werden erste Pilotanlagen betrieben. Die Energie- und Treibhausgasbilanzen für diese Prozesse scheinen erheblich besser zu sein als die für die traditionelle Produktion von Biokraftstoffen.

Geht man davon aus, dass unter klimapolitischen Gesichtspunkten die Einsparung von fossilen Brennstoffen nicht notwendigerweise bei Kraftstoffen im Transportsektor stattfinden muss, so stellt sich die Frage, ob es nicht kostengünstigere Vermeidungsoptionen auf der Basis von agrarischen Energierohstoffen gibt. Bei Biokraftstoffen muss ein Teil der in der landwirtschaftlichen Produktion erzeugten Energie für die Konversion in den Kraftstoff wieder verbraucht werden. Dagegen könnte bei einer anderen Verwendung der Bioenergie der Energiegehalt mit geringeren Verlusten genutzt werden. Dabei bieten sich stationäre Anlagen für die Strom- bzw. Wärmeproduktion an, die bessere Energie- und Treibhausgasbilanzen aufweisen als die Option Biokraftstoffe. Deshalb könnte es unter Klimagesichtspunkten sinnvoller sein, im Transportsektor weiterhin auf fossile Brennstoffe zu setzen

und gleichzeitig für andere Energieverwendungen auf Bioenergie zurückzugreifen.

Sollen allerdings im Transportsektor bei unveränderten Verhaltensweisen die Treibhausgasemissionen und der fossile Brennstoffeinsatz reduziert werden, besteht als Alternative zum Einsatz von Biokraftstoffen lediglich die Möglichkeit der Effizienzsteigerung beim Einsatz der fossilen Kraftstoffe, also technische Verbesserungen an den Motoren.

3.3 Biokraftstoffe und Energieversorgungssicherheit

Der Verbrauchsbereich Verkehr ist für ca. 30 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland verantwortlich. Die heimische Produktion von Biokraftstoffen könnte die Energieversorgungssicherheit erhöhen, indem Kraftstoffe auf Rohölbasis, bei denen die Importabhängigkeit Deutschlands nahezu 100 Prozent beträgt, durch in Deutschland bzw. in der EU produzierte Energieträger ersetzt werden. Die Europäische Kommission hat für 2010 als Zielwert einen Anteil der Biokraftstoffe von 5,75 Prozent am Gesamtkraftstoffverbrauch genannt. Selbst wenn dieses Ziel aus heimischer Biokraftstoffproduktion erreicht würde, könnten damit jedoch lediglich ca. 1,7 Prozent des Endenergieverbrauchs gedeckt werden. Ein zusätzlicher Beitrag durch heimische Biokraftstoffe ist möglich (insbesondere bei Ausdehnung der Rohstoffbasis), er kann jedoch aufgrund begrenzter Flächenverfügbarkeit und -konkurrenz nur geringfügig ausgedehnt werden (vgl. auch Tabelle 2). Allerdings würde auch der Import von Biokraftstoffen die Versorgungssicherheit erhöhen. Zwar würde der Selbstversorgungsgrad Deutschlands dadurch nicht steigen, die Energieträgermatrix und die Bezugsländer würden jedoch stärker diversifiziert werden. Bei tatsächlicher Zunahme des Biokraftstoffimports sollte allerdings auch die Nachhaltigkeitsdebatte um eine zunehmende Produktion insbesondere in Entwicklungsländern geführt werden.

Tabelle 2:

Flächenbedarf zur Erreichung des EU-Ziels in Deutschland bei Produktion ausschließlich aus deutschen Rohstoffen 2010

	Dieselmotorkraftstoff	Ottomotorkraftstoff
Kraftstoffmarktprognose (Mill. m ³)	37,26	28,95
Anteil Biokraftstoff (energetisch) (Prozent)	5,75	5,75
	Biodiesel aus Raps	Bioethanol aus Getreide
Biokraftstoffbedarf (Mill. m ³)	2,35	2,56
Rohstoffbedarf (Mill. t)	5,2	6,6
Flächenbindung (Mill. ha)	1,5	1
Anteil an gesamter Ackerfläche (Prozent)	12,8	8,4
Anteil an gegenwärtig für Raps/Getreide genutzter Fläche (Prozent)	119	14,5

Quelle: Deutscher Bundestag (2005b); MWV (2005a); eigene Berechnungen.

3.4 Biokraftstoffe und Agrarpolitik

Die Diskussion um die Reform der europäischen Agrarpolitik ist eng mit der Förderung der Biokraftstoffe verbunden. Der häufig formulierten Vision einer Wandlung der Bauern von Landwirten zu Energiewirten fehlt allerdings eine wissenschaftlich fundierte Grundlage. Das Ziel der Schaffung von Einkommen und Beschäftigung im Agrarsektor durch die Förderung von Biokraftstoffen ist unter den heutigen Rahmenbedingungen kaum zu erreichen. Der entscheidende Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen im Vergleich zum fossilen Substitut und auch im internationalen Wettbewerb sind die Rohstoffkosten. Sollen Biokraftstoffe wettbewerbsfähig sein, müssen sie aus möglichst günstigen Rohstoffen produziert werden. Dies widerspricht direkt dem Ziel der Förderung der Landwirtschaft, die nur über höhere Preise erzielt werden könnte, da zusätzliche Flächen kaum verfügbar sind. Dazu müsste der Außenschutz für die Landwirtschaft zumindest im Bereich der Energierohstoffe aufrecht erhalten bleiben, was aber im gegenwärtigen WTO-Prozess wahrscheinlich nicht möglich sein wird. Eine Reduktion des Außenschutzes und die Verstärkung des internationalen Wettbewerbs, dem sich der Agrarsektor stellen muss, würden hingegen einen zunehmenden Bezug kostengünstiger Biokraftstoffe und Rohstoffe für die Biokraftstoffproduktion auf dem Weltmarkt ermöglichen. Dies erhöht die Wettbewerbsfähigkeit der Verwendung von Biokraftstoffen. Jedoch würde sich gleich-

zeitig der Absatz aus heimischer Produktion und heimischen Rohstoffen verringern und die Förderung der Landwirtschaft konterkarieren.

Eine weitere Beschränkung positiver Effekte auf den Agrarsektor ergibt sich aus der bestehenden Flächenbegrenzung und den daraus resultierenden Flächen- und Nutzungskonkurrenzen. So ist die Ackerfläche Deutschlands seit Jahren weitgehend konstant und kann auch nicht ohne weiteres für den zusätzlichen Anbau für die Biokraftstoffproduktion ausgedehnt werden. Vielmehr ist zu beobachten, dass die Verwendung der landwirtschaftlichen Produktion sich von den Nahrungsmitteln weg und zu der Bioenergie hin bewegt, während die Gesamtproduktion sich praktisch nicht erhöht. Höhere Einkommen und mehr Beschäftigung lassen sich durch Ausweitung der Aktivitäten also nur in geringem Maße erzielen. Dies könnte nur über höhere Preise und höhere Anbauintensitäten geschehen, wie es bei Raps zurzeit der Fall ist. Dieses Beispiel lässt sich aber nicht auf die anderen biogenen Energierohstoffe übertragen, weil dort die Weltmarktkonkurrenz zu stark ist. Die Nutzung von Stilllegungsflächen für den Energiepflanzenanbau könnte hier allerdings eine Ausnahme darstellen.

Generell besteht eine erhebliche Konkurrenz in der Flächennutzung. Hierbei konkurrieren die Flächenverwendungen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion, die Biomasseproduktion für stoffliche und verschiedene energetische Verwendungen, andere Landschaftsnutzungsformen und die Nutzung für den Anbau von Biokraftstoffen miteinander. Folglich wird der Wettbe-

werb um Ackerland und die Verfügbarkeit von Ackerland als eine zentrale Restriktion des mengenmäßigen Biokraftstoffpotentials in Deutschland und Europa gesehen (vgl. auch Frondel und Peters 2005). So würde bereits die Erreichung des EU-Ziels von 5,75 Prozent Biokraftstoffanteil im Jahr 2010 bei Verwendung der heute marktreifen Biokraftstoffe Biodiesel und Bioethanol auf der Rohstoffbasis Raps bzw. Getreide zu einer erheblichen Flächeninanspruchnahme führen (Tabelle 2). Auch das Joint Research Center der Europäischen Kommission (JRC) sieht die Notwendigkeit signifikanter Anpassungen der agrarwirtschaftlichen Produktionsstrukturen zur Erreichung des 5,75-Prozent-Ziels in Europa im Jahr 2010 als große Herausforderung an (siehe Kavalov 2004). Während bei Biodiesel mehr als die heutige Anbaufläche von Raps nur in die Kraftstoffproduktion gehen müsste, würden bei Bioethanol lediglich etwa 15 Prozent der Getreidefläche für die Kraftstoffproduktion eingesetzt werden.

Die Relationen der Flächenanteile verschieben sich nur dann zugunsten von Biokraftstoffen, wenn sich auch die relativen Preise zugunsten des Anbaus von Energiepflanzen für die Biokraftstoffproduktion verschieben. Jedoch bestimmen zunehmend die Weltmarktbedingungen die Preise für die einzelnen Rohstoffe. Preisstabilisierende oder sogar preissteigernde Effekte bei den landwirtschaftlichen Rohstoffen durch eine zunehmende Biokraftstoffproduktion traten teilweise bei Raps auf. Dies lässt sich aber nicht auf Getreide übertragen, da Getreide ein international gehandelter Rohstoff ist. Deshalb wird der deutsche Getreidepreis weitgehend von den Weltmarktbedingungen bestimmt, während dies bei Raps nur eingeschränkt der Fall ist, da Raps kaum international gehandelt wird und ein Preiszusammenhang nur indirekt über die Weltmarktpreise für Pflanzenöle existiert. Insgesamt stehen die Chancen schlecht, durch die Förderung der Biokraftstoffe die landwirtschaftlichen Einkommen und die Beschäftigung zu erhöhen oder zu sichern.

4 Fazit

Die Erhöhung des Anteils von Biokraftstoffen am gesamten Kraftstoffverbrauch ist eine der wichtigen politischen Zielsetzungen der EU und ihrer Mitgliedsstaaten. Diese Förderung wird durch klima-, agrar- und energiepolitische Ziele begründet. So sollen Biokraftstoffe als Ersatz für fossile Kraftstoffe Treibhausgasemissionen einsparen. Der Anbau der für die Produktion notwendigen agrarischen Rohstoffe soll den landwirtschaftlichen Sektor fördern, und die Substitution fossiler und meist importierter Rohstoffe (insbesondere Erdöl) soll zur Erhöhung der Energieversorgungssicherheit beitragen.

Die europäische und deutsche Biokraftstoffproduktion ist heute jedoch im Vergleich zur Produktion fossiler Kraftstoffe nicht wettbewerbsfähig. Darüber hinaus können Länder wie Brasilien und einige asiatische Länder Biokraftstoffe wesentlich kostengünstiger produzieren.

Um das politische Ziel einer zunehmenden Verwendung von Biokraftstoffen zu erreichen, gibt es auf den einzelnen Produktionsstufen verschiedene Förder- und Schutzmaßnahmen. Diese haben in Deutschland dazu geführt, dass in den letzten Jahren Biokraftstoffe verstärkt auf den Markt gekommen sind und heute bereits einen Anteil von ca. 3 Prozent am Gesamtkraftstoffmarkt erreicht haben.

So wird die Produktion landwirtschaftlicher Rohstoffe, die unter anderem für die Biokraftstoffproduktion verwendet werden können, durch die Gemeinsame Agrarpolitik mit unterschiedlichen Marktordnungen und Interventionsmaßnahmen unterstützt und aufrechterhalten. Die Konversion der Rohstoffe zu Biokraftstoffen wird durch Investitionszuschüsse für die Produktionsanlagen gefördert. Der wichtigste wirtschaftspolitische Eingriff, um Biokraftstoffe wettbewerbsfähig zu machen, ist aber die Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe. Darüber hinaus wird die deutsche Biokraftstoffindustrie durch den bestehenden Außenschutz für Bioethanol geschützt.

Eine Bewertung der Förderung und des Einsatzes von Biokraftstoffen kann aus den Perspektiven der Klimapolitik, der Energieversorgungssicherheit und der Agrarpolitik erfolgen.

In der Klimapolitik können Biokraftstoffe einen Beitrag zur Einsparung von Treibhausgasemissionen leisten. Jedoch wird deutlich, dass Biokraftstoffe keine effiziente klimapolitische Option sind, da die Treibhausgasvermeidung durch andere klimapolitische Maßnahmen wesentlich effizienter ist. Als Benchmark gilt hier der Zertifikatspreis für eine Tonne CO₂ im europäischen Emissionshandelssystem, der weniger als ein Sechstel der derzeitigen Vermeidungskosten durch Biokraftstoffe beträgt. Die Kosten der Treibhausgasvermeidung durch die Option Biokraftstoffe könnten durch den Import von Bioethanol aus Brasilien, wo die Produktionskosten im Vergleich zu Deutschland ungefähr die Hälfte betragen, erheblich gesenkt werden.

Der mögliche Beitrag heimischer Biokraftstoffe zur Energieversorgungssicherheit ist auch begrenzt, da der Transportsektor nur ca. 30 Prozent zum Endenergieverbrauch beiträgt und die mögliche Produktionsmenge in Deutschland derzeit aufgrund der begrenzt verfügbaren Fläche und aufgrund von Flächen- und Nutzungskonkurrenzen beschränkt ist.

Auch Einkommen und Beschäftigung im Agrarsektor können durch die Biokraftstoffproduktion kaum gefördert werden. Zwar können zusätzliche Absatzkanäle geschaffen werden und die Nachfrage durch den Biokraftstoffsektor

kann teilweise zu steigenden Preisen und damit zu Einkommens- und Beschäftigungssicherungseffekten führen. Jedoch besteht ein grundsätzliches Problem der parallelen Förderung von Biokraftstoffen und des Agrarsektors, da mit steigenden Preisen für die landwirtschaftlichen Rohstoffe auch die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe sinkt. Hinzu kommt, dass die Anbaufläche in Deutschland nicht ohne weiteres ausdehnbar ist und ohne einen zusätzlichen Anbau von Rohstoffen und einer Flächenausdehnung auch keine Beschäftigungseffekte in der Landwirtschaft entstehen.

Weiteres Potential von Biokraftstoffen mit möglicherweise positiveren Auswirkungen auf die Ziele der Klima-, Energie- und Agrarpolitik liegt jedoch noch in den Biokraftstoffen der zweiten Generation, die auf einer wesentlich breiteren Rohstoffbasis beruhen, d.h. die gesamte Pflanze und auch Rest- und Abfallstoffe verwenden können.

Zusätzlich muss beachtet werden, dass die angebaute Biomasse stets der effizientesten Verwendung zugeführt werden sollte. Diese liegt nicht unbedingt in der Biokraftstoffproduktion, sondern vielmehr in der Verwendung zur Strom- und Wärmeerzeugung, da dort der durch das Sonnenlicht erzeugte Energierohstoff weitgehend ohne energetische Verluste genutzt werden kann.

Literaturverzeichnis

- Baumert, K.A., T. Herzog und J. Pershing (2005). *Navigating the Numbers. Greenhouse Gas Data and International Climate Policy*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Deutscher Bundestag (2005a). *Unterrichtung durch die Bundesregierung. Bericht zur Steuerbegünstigung für Biokraft- und Bioheizstoffe*. Drucksache 15/5816, 21.06.2005. Wiesbaden.
- Deutscher Bundestag (2005b). *Unterrichtung durch die Bundesregierung. Agrarpolitischer Bericht 2005 der Bundesregierung*. Drucksache 15/4801, 02.02.2005. Wiesbaden.
- Europäische Kommission (2004a). *Staatliche Beihilfe N 685/2002 – Deutschland. Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe*. C(2004)320fin, Brüssel.
- Europäische Kommission (2004b). *Staatliche Beihilfe / Deutschland (Brandenburg). Beihilfe Nr. N 483/2003. Förderung einer Anlage zur Herstellung von Bioethanol*. K(2004)3206, Brüssel.
- Europäische Kommission (2005). *Staatliche Beihilfe N 267/2004 – Deutschland. Investitionsförderung für die Errichtung einer Bioethanolanlage (Sachsen-Anhalt)*. C(2005)1654fin, Brüssel.
- F.O. Lichts (2005). *European Ethanol Price Report*. Vol. 1, versch. Ausgaben. Kent.

- Frondel, M., und J. Peters (2005). Biodiesel: Nicht nur eitel Sonnenschein. RWI: Positionen #4 vom 1. Dezember 2005. Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen.
- Henke, J.M. (2003–2004). Bioethanol – eine weltwirtschaftliche Perspektive. *Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung* 15/16 (3–5): 289–313.
- Henke, J.M., G. Klepper und N. Schmitz (2005). Tax Exemption for Biofuels in Germany – Is Bioethanol Really an Option for Climate Policy? *Energy* 30 (14): 2617–2635.
- Henniges, O. und J. Zeddies (2003). Fuel Ethanol Production in the USA and Germany – A Cost Comparison. In F.O. Lichts, *World Ethanol and Biofuels Report* 1 (11): 203–208. Kent.
- IEA – International Energy Agency (Hrsg.) (2004). *Biofuels for Transport*. Paris.
- Kavalov, B. (2004). Biofuel Potentials in the EU. Institute for Prospective Technological Studies und Joint Research Center European Commission (eds.), *Biofuel Potentials in the EU*. Via Internet (November 2005) <[http://www.europarl.eu.int/stoa/ta/renewable_energies/biomass/biofuel2\(ipts\).pdf](http://www.europarl.eu.int/stoa/ta/renewable_energies/biomass/biofuel2(ipts).pdf)>.
- Klepper, G., und S. Peterson (2006). Emissions Trading, CDM, JI, and More – The Climate Strategy of the EU. *The Energy Journal* 27 (2): 1–26.
- Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD (2005). Gemeinsam für Deutschland. Mit Mut und Menschlichkeit. 11. November 2005.
- MWV (Mineralölwirtschaftsverband) (2005a). MWV-Prognose 2020 für die Bundesrepublik Deutschland. Hamburg, 26. Mai 2005.
- MWV (Mineralölwirtschaftsverband) (2005b). Zusammensetzung des Verbraucherpreises für Normalbenzin, Superbenzin bzw. Dieselmotortreibstoff (im Oktober 2005). Via Internet (November 2005) <<http://www.mwv.de>>.
- MWV (Mineralölwirtschaftsverband) (2006). Die Kraftstoffpreise der 1. Kalenderwoche 2006. Via Internet (Januar 2006) <<http://www.mwv.de/Preise.html>>.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (2004). *Agricultural Policies in OECD Countries. Monitoring and Evaluation*. Paris.
- PointCarbon (2005). Internet-Homepage <<http://www.pointcarbon.com>>.
- Schmitz, N. (Hrsg.) (2003). *Bioethanol in Deutschland. Verwendung von Ethanol und Methanol aus nachwachsenden Rohstoffen im chemisch-technischen und im Kraftstoffsektor unter besonderer Berücksichtigung von Agraralkohol*. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 21. Münster.
- Schmitz, N. (Hrsg.) (2005). *Innovationen bei der Bioethanolherzeugung und ihre Auswirkungen auf Energie- und Treibhausgasbilanzen. Neue Verfahren, Optimierungspotenziale, internationale Erfahrungen und Marktentwicklungen*. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 26. Münster.
- Schrader, J.-V. (2005). Zur Reform der EU-Agrarpolitik: Umbau statt Abbau von Subventionen. *Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 54 (1): 115–132.
- Sims, R.E.H., H.-H. Rogner und K. Gregory (2003). Carbon Emission and Mitigation Cost Comparison Between Fossil Fuel, Nuclear and Renewable Energy Sources for Electricity Generation. *Energy Policy* 31 (13): 1315–1326.
- Specht, M., U. Zuberbühler und A. Bandi (2004). Kraftstoffe aus erneuerbaren Ressourcen – Potenziale, Herstellung, Perspektiven. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V.) (2005). UFOP-Marktinformationen Ölsaaten und Biokraftstoffe. Berlin.
- Wagner, U., und O. Brückl (2003). Erneuerbare Energien und die Zukunft der deutschen Energieversorgung. Vortrag auf dem VRE-Symposium „Erneuerbare Energien zwischen Anspruch und Machbarkeit“. Berlin, 16. Oktober.

KIELER DISKUSSIONSBEITRÄGE

418. Schleswig-Holstein auf den Weltmärkten: Exporterfolge auf schmalen Fundament
Klaus Schrader und Claus-Friedrich Laaser
Kiel, Februar 2005. 36 S., 9 Euro.
419. Now So Near, and Yet Still So Far: Economic Relations between Ukraine and the European Union
Lúcio Vinhas de Souza, Rainer Schweickert, Veronika Movchan, Olena Bilan, and Igor Burakovsky
Kiel, April 2005. 38 S., 9 Euro.
420. Low-Speed Recovery in Euroland
Joachim Benner, Klaus-Jürgen Gern, Carsten-Patrick Meier, and Joachim Scheide
Kiel, April 2005. 22 S., 9 Euro.
421. Anreizprobleme bei Hartz IV: Lieber ALG II statt Arbeit?
Alfred Boss, Björn Christensen und Klaus Schrader
Kiel, Juli 2005, 29 S., 9 Euro.
422. Finanzhilfen der Bundesländer in den Jahren 2000–2004: Eine empirische Analyse
Astrid Rosenschon
Kiel, August 2005, 52 S. 9 Euro.
423. Der Kieler Subventionsbericht: Grundlagen, Ergebnisse, Schlussfolgerungen
Alfred Boss und Astrid Rosenschon
Kiel, Februar 2006. 36 S. 9 Euro.
- 424./425. Weltkonjunktur und deutsche Konjunktur im Frühjahr 2006
Kiel, März 2006. 58 S. 18 Euro.
426. Handel tut not – Anmerkungen zu einem Lernprozess
Rolf J. Langhammer
Kiel, April 2006. 14 S. 9 Euro.
427. Biokraftstoffe: Königsweg für Klimaschutz, profitable Landwirtschaft und sichere Energieversorgung?
Jan M. Henke und Gernot Klepper
Kiel, Mai 2006. 9 Euro.

Die Diskussionsbeiträge in englischer Sprache erscheinen seit Juni 2005 als Kiel Economic Policy Papers. Mehr Informationen über Publikationen des IfW unter <http://www.ifw-kiel.de/pub/pub.htm>