

Bräuninger, Michael; Leschus, Leon; Vöpel, Henning

Article — Published Version

Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen: Ziele, Probleme und Instrumente

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Bräuninger, Michael; Leschus, Leon; Vöpel, Henning (2008) : Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen: Ziele, Probleme und Instrumente, Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Springer, Heidelberg, Vol. 88, Iss. 1, pp. 54-61,
<https://doi.org/10.1007/s10273-008-0752-3>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/42915>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Michael Bräuninger, Leon Leschus, Henning Vöpel

Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen: Ziele, Probleme und Instrumente

Klimawandel und Versorgungssicherheit bestimmen die Suche nach ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Energieträgern. Biokraftstoffe scheinen beiden Zielen gleichermaßen gerecht zu werden. Was ist bei der Bewertung der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen zu beachten? Sollte der Staat bei der Bereitstellung eingreifen? Welche wirtschaftspolitischen Instrumente schaffen positive Anreize beim Verbrauch von Biokraftstoffen?

Der Klimawandel und die Versorgungssicherheit bestimmen derzeit die energiepolitische Diskussion. Es gilt, die energiewirtschaftlichen und die klimapolitischen Ziele miteinander in Einklang zu bringen. Politischen Handlungsbedarf haben zuletzt der Stern-Report sowie die Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) der Vereinten Nationen aufgezeigt. Um dem Klimawandel zu begegnen, müssen die globalen Treibhausgasemissionen deutlich reduziert und die 1997 im Kyoto-Protokoll vereinbarten Reduktionsziele fortgeschrieben und erweitert werden. So haben sich auf dem EU-Frühjahrgipfel 2007 die Mitgliedsländer geeinigt, bis 2020 den CO₂-Ausstoß um 20% gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren. Die deutsche Bundesregierung hat in ihrem Klimaprogramm Agenda 2020 das Ziel formuliert, die CO₂-Emissionen bis dahin sogar um 40% zu senken. Auf ihrer Kabinettsklausur in Meseberg hat die Regierungskoalition ein Maßnahmen-Programm vereinbart, das zu CO₂-Reduktionen von insgesamt 35-36% beitragen soll. Maßnahmen im Verkehr, bei alternativen, insbesondere biogenen Kraftstoffen kommt hier eine wichtige Rolle zu. Immerhin hat der Verkehr heute einen Anteil von rund 20% an den gesamten CO₂-Emissionen (vgl. Abbildung 1).

Der Verkehr ist nahezu vollständig von fossilen Energieträgern abhängig. Es stellt sich daher die Frage, welchen Beitrag er zu den klimapolitischen Zielen leisten kann, wie die Energieversorgung in diesem Bereich in Zukunft gesichert und wie angesichts eines wachsenden Verkehrsaufkommens sowohl im Personen- als auch im Gütertransport „Mobilität“ nachhalti-

ger gestaltet werden kann. Es wird daher heute intensiv über einen vermehrten Einsatz von Biokraftstoffen als Alternative zu fossilen Kraftstoffen nachgedacht. Diese besitzen verschiedene Vorteile. Biokraftstoffe können im Vergleich zu fossilen Brennstoffen eine günstigere CO₂-Bilanz aufweisen und damit einen positiven Beitrag zur CO₂-Minderung ebenso wie zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Energiemix leisten. So sollen bis zum Jahr 2020 im Energiemix der EU 20% erneuerbare Energien enthalten sein und ein Biokraftstoffanteil, gemessen nach Energiegehalt am gesamten Kraftstoffverbrauch, von 10% erzielt werden.¹ In Deutschland soll der Anteil biogener Kraftstoffe am gesamten Kraftstoffabsatz von heute rund 5% bis 2020 auf 20 Volumenprozent ansteigen.²

In letzter Zeit werden jedoch zunehmend Bedenken darüber geäußert, inwieweit ein verstärkter Einsatz von Biokraftstoffen wirklich eine sinnvolle Alternative zu fossilen Kraftstoffen darstellen kann.³ Zum einen müssen bei Biokraftstoffen nicht nur die CO₂-Emissionen im Verbrauch, sondern auch bei Produktion und Vertrieb betrachtet werden, zum anderen können entlang der Supply Chain von Biokraftstoffen vielfältige Nachhaltigkeitsprobleme entstehen, wie z.B. die Gefährdung der Biodiversität oder die Verwendungskonkurrenz zu Nahrungsmitteln. Wenn Biokraftstoffe eingesetzt werden, dann – so die vielfache Forderung – sollte dies auf möglichst nachhaltige Weise geschehen, z.B. durch eine Zertifizierung ihrer Nachhaltigkeit. In Deutschland, in anderen EU-Ländern, aber auch bei der EU-Kommission selbst befinden sich daher entsprechende Regulierungen für einen nachhaltigen Einsatz von Biomasse als Kraft- und Brennstoff in Vorbe-

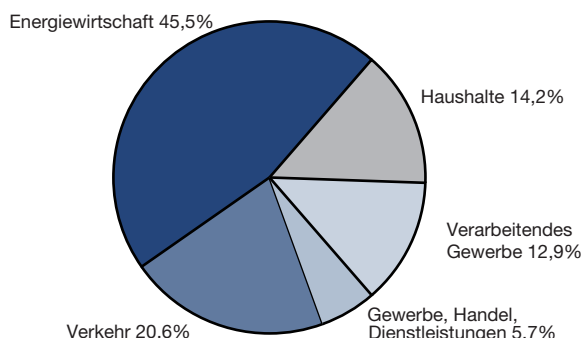
Dr. Michael Bräuninger, 43, ist Leiter des Kompetenzbereichs Wirtschaftliche Trends des Hamburgischen WeltWirtschaftsinstituts HWWI; Leon Leschus, 31, Dipl.-Volkswirt, und Dr. Henning Vöpel, 35, sind dort wissenschaftliche Mitarbeiter.

¹ Rat der Europäischen Union: Schlussfolgerungen des Vorsitzenden, Tagung vom 8./9. März, Brüssel 2007.

² Bundesregierung: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin 2007.

³ OECD-FAO: Agricultural Outlook 2007-2016, Paris 2007.

Abbildung 1
CO₂-Emissionen nach Sektoren 2005



Quelle: Umweltbundesamt, Online-Datenabfrage, 2007.

reitung. Im Folgenden sollen zunächst die möglichen Nachhaltigkeitsprobleme beim Einsatz von Biokomponenten als Kraftstoff aufgezeigt werden. Anschließend wird ein Vorschlag zur Zertifizierung von Biokraftstoffen formuliert.

Die Supply Chain von Biokraftstoffen

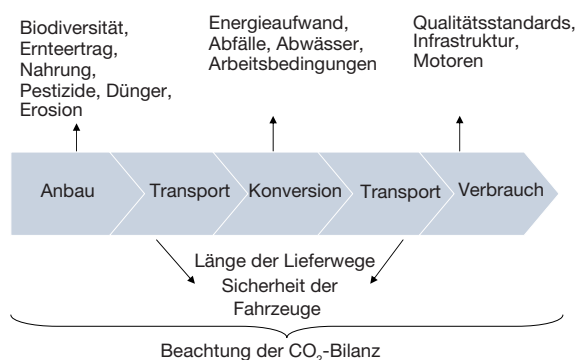
Bisher wurden Biokraftstoffe bei den Zielsetzungen und auch bei der Förderung weitgehend undifferenziert behandelt. Jedoch unterscheiden sich die Biokraftstoffe sowohl durch ihre Herstellungsart als auch durch ihre Kraftstoffeigenschaften. Diese Heterogenität spiegelt sich sowohl in den unterschiedlichen CO₂-Reduktionspotenzialen der einzelnen Biokraftstoffe als auch in der Erfüllung anderer Nachhaltigkeitskriterien wider.

Für einen Vergleich alternativer Biokraftstoffe untereinander und auch in Relation zum mineralischen Kraftstoff kann nicht allein der CO₂-Ausstoß beim Verbrauch herangezogen werden, sondern es muss der gesamte Prozess von der Produktion bis zur Distribution der Biokraftstoffe betrachtet werden, d.h. die gesamte Supply Chain ist zu untersuchen. Neben den CO₂-Emissionen können noch weitere Nachhaltigkeitsprobleme entlang der verschiedenen Stufen der Supply Chain anfallen. So könnte es beispielsweise durch den vermehrten Anbau von Pflanzen für die Produktion von Biokraftstoffen zu einer weiteren Abholzung von Regenwäldern kommen.⁴

Nachhaltigkeitsprobleme von Biokraftstoffen können den einzelnen Stufen der Supply Chain zugeordnet werden. Sie können im Bereich der Biodiversität, beim Umweltschutz, bei der Nahrungsmittelversorgung und bei sozialen Bedingungen auftreten. In Abbildung 2

⁴ World Wildlife Fund (WWF): Regenwald für Biodiesel – Ökologische Auswirkungen der energetischen Nutzung von Palmöl, Frankfurt/Main 2007.

Abbildung 2
Nachhaltigkeitsaspekte entlang der Supply Chain



sind die Nachhaltigkeitsprobleme auf den einzelnen Stufen der Supply Chain dargestellt.

Anbau

Mit dem Anbau der Pflanzen zur Biokraftstoffgewinnung ist eine alternative Landnutzung ausgeschlossen. Bei den Alternativen kann es sich um Urwald, Brachflächen oder auch um Agrarland für Nahrungsmittel handeln. Diese Unterscheidung ist wichtig, um die Auswirkung auf die Biodiversität in der Region zu beurteilen. Die Biodiversität steht für die Vielfalt der Arten, die Vielfalt innerhalb der Arten und die Vielfalt von Ökosystemen. Während die negativen Folgen für die Biodiversität beachtlich sind, wenn Urwald in Indonesien für Ölpalmen gerodet wird, kann eine Zuckerrohrplantage in Brasilien, die auf Brachland errichtet wird, sich im Vergleich positiv auf die Biodiversität auswirken.⁵ In die Bewertung ist auch einzubeziehen, in welchem Maße eine zum Anbau von Pflanzen zur Biokraftstoffgewinnung alternative Landnutzung einen Beitrag zur Biodiversität geliefert hätte.

Für die Bewertung des Treibhausgasreduktionspotenzials des jeweiligen Biokraftstoffes ist zu beachten, wie viel CO₂ und andere Treibhausgase wie N₂O bei der Bewirtschaftung der Landfläche emittiert werden. N₂O weist einen etwa 300-fach höheren Treibhausgas-effekt als Kohlendioxid auf; N₂O-Emissionen hängen vor allem von der Menge und Art der Stickstoffdünger sowie der Art der Bodenbearbeitung ab.⁶

Beim Anbau von Pflanzen für die Herstellung von Biokraftstoffen können je nach Pflanzenart unter-

⁵ Uwe R. Fritsche et al.: Sustainability Standards for Bioenergy, Hrsg. World Wildlife Fund (WWF), November 2006, Frankfurt/Main 2006.

⁶ P. J. Crutzen, A. R. Mosier, K. A. Smith, W. Winiwarter: N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels, Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 7, 11191-11205, 2007.

schiedliche Ernteerträge erzielt werden.⁷ Bei Ölpalmen kann zum Beispiel vergleichsweise viel Biodiesel je Hektar hergestellt werden.⁸ Zu bedenken ist aber, dass je nach Klima die Erträge der Pflanzen variieren oder die Pflanzen nicht angebaut werden können. Auch unterscheiden sich die Pflanzen nach ihrem Wasserbedarf. Pflanzen mit hohem Wasserbedarf für die Biokraftstoffgewinnung in solchen Regionen zu fördern, in denen Wasserknappheit herrscht, könnte daher problematisch sein. Auch befürchten Biologen, dass durch den Anbau genmanipulierter Pflanzen das natürliche Gleichgewicht gestört wird. Diese könnten sich verbreiten und andere weniger widerstandsfähige Pflanzen verdrängen.

Die Herstellung von Biokraftstoffen kann sich auch negativ auf die Nahrungsmittelproduktion auswirken, da um die Verwendung von Früchten und Anbauflächen konkurriert wird.⁹ Die Nahrungsmittel verknappen sich und dadurch drohen Preissteigerungen, die es womöglich den Ärmern in den Produktionsländern nicht mehr erlauben, ihre Grundernährung sicherzustellen. In Nordamerika wurde von der sogenannten Tortilla-Krise gesprochen, als sich der Preis für Mais aufgrund der stärkeren Biokraftstoffnachfrage erhöhte. Mexiko, das von den Maisimporten aus den USA abhängig ist, war von diesen Preissteigerungen betroffen, so dass sich ärmere Menschen nicht mehr den Mais für ihr Grundnahrungsmittel „Tortilla“ leisten konnten. Dieser negative Effekt auf die Nahrungsmittelversorgung würde sich weiter verstärken, wenn wie vom US-Agrarministerium prognostiziert, in Zukunft ein noch größerer Anteil der Maisernte für die Produktion von Biokraftstoffen verwendet wird.¹⁰ Die Verwendung von Nahrungsmitteln zur Herstellung von Biokraftstoffen hat deshalb ethische Bedenken hervorgerufen. So fordert der UN-Experte Jean Ziegler eine Aussetzung der Biokraftstoffproduktion über die nächsten fünf Jahre.¹¹

Der lokale Anbau von Pflanzen und Biomasse für eine spätere industrielle Verwendung kann jedoch für ärmere Länder durchaus auch Einkommens- und

Entwicklungschancen bieten.¹² Der Nobelpreisträger Amartya Sen hat hervorgehoben, dass die weltweite Hungersnot nicht die Folge einer unzureichenden Nahrungsmittelproduktion, sondern zu geringer Einkommen ist.¹³ Eine zunehmende direkte Konkurrenz von Biokraftstoffherzeugung und Nahrungsmittelproduktion würde jedoch beim Konsum gerade die ärmeren Länder durch höhere Nahrungsmittelpreise kurzfristig direkt belasten.

Mit Hilfe von Biokraftstoffen der zweiten Generation könnte das Problem der Nahrungsmittelkonkurrenz entschärft werden, weil sie sich aus Pflanzenresten oder ganzen Pflanzen mit hohen Erträgen, wie z.B. Energiegräsern, gewinnen lassen. Allerdings wäre im Fall von Ernteresten ein Anteil von Pflanzenresten – z.B. die Hälfte oder zwei Drittel – für das Düngen auf dem Feld zurückzulassen, um den Boden so vor Auslaugung sowie Erosion zu schützen und den zusätzlichen Einsatz anderer Düngemittel zu vermeiden.¹⁴

Auch soziale Aspekte sind in der Nachhaltigkeitsdiskussion zu berücksichtigen. Durch Festlegung bestimmter Standards könnte sichergestellt werden, dass die Arbeitsbedingungen beim Anbau der Pflanzen menschenwürdig sind. Giftige Pestizide, die zur Bekämpfung von Schädlingen eingesetzt werden, können bei den Feldarbeitern zu Gesundheitsschäden führen, wenn diese mit ihnen in direkten Kontakt kommen. Für die Sicherstellung guter Arbeitsbedingungen bietet es sich an, auf die von der International Labour Organization festgelegten Standards zurückzugreifen. Damit ließen sich Arbeitszwang und Kinderarbeit beim Anbau von Nahrungspflanzen für die Biokraftstoffgewinnung verhindern. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die lokale Bevölkerung im Anbaubereich der Pflanzen ausreichend mit Nahrungsmitteln versorgt wird.

Transport

Kurze Transportwege von den Feldern, auf denen die Pflanzen zur Herstellung von Biokraftstoffen angebaut werden, bis hin zu den Produktionsstätten, in denen aus ihnen Biokraftstoffe gewonnen werden, können dazu beitragen, dass der CO₂-Ausstoß möglichst gering gehalten wird. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass Biomasse eine deutlich geringere Energiedichte

⁷ European Environment Agency: How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?, Report, Nr. 7/2006, Kopenhagen 2006.

⁸ World Wildlife Fund, a.a.O.

⁹ Sachverständigenrat für Umweltfragen: Klimaschutz durch Biomasse, Sondergutachten, Juli 2007; Umweltbundesamt, Online-Datenabfrage, 2007; sowie Low Carbon Vehicle Partnership: Draft Environmental Standards for Biofuels, Juli 2006; OECD-FAO: Agricultural Outlook 2007-2016, 2007.

¹⁰ Paul C. Westcott: Ethanol expansion in the United States – How will the agricultural sector adjust?, USDA, Mai 2007.

¹¹ UN independent rights expert calls for five-year freeze on biofuel production, UN Daily News vom 26. Oktober, New York 2007.

¹² Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Globale Potenziale und Implikationen für eine nachhaltige Landwirtschaft und Energieversorgung im 21. Jahrhundert, Berlin 2006.

¹³ G. Quaiattini et al.: Letter to U.N: Secretary-General Ban Ki-moon, 11. November 2007, www.greenfuels.org.

¹⁴ US-Department of Energy: Corn Stover for Bioethanol – Your New Cash Crop?, National Renewable Energy Laboratory, 2001; A. Murray: Ethanol's Potential: Looking Beyond Corn, Earth Policy Institute, 2005.

hat als der daraus erstellte Kraftstoff. Damit ergibt sich zunächst ein erheblich größeres Transportvolumen im Vergleich zum Mineralöl, das bei seiner Gewinnung aus dem Erdreich schon eine relativ hohe Energiedichte hat. Große, zentrale Produktionsstätten und damit eine entsprechende Kostendegression in der Produktion sind daher in der Regel nicht möglich. Grundsätzlich kann die Biomasse schon in der Nähe der Felder, auf denen sie abgebaut wurde, verdichtet werden.

Überdies wird der Transport der Biokraftstoffe von der Produktionsstätte zum Konsumenten durch unterschiedliche Sorten und Qualitäten von Biokraftstoffen komplexer. Hier liegt keine dem Mineralöl vergleichbare Homogenität vor. Daher sind zum einen deutlich größere Anstrengungen bei der Qualitätssicherung erforderlich; zum anderen steigt der organisatorische Aufwand, da nicht alle Transportmittel – z.B. keine Pipelines bei Ethanol und Biodiesel – genutzt werden können bzw. dürfen.

Konversion

Für die Umwandlung von Pflanzen zu Biokraftstoffen (Konversion) wird Energie benötigt, bei deren Verbrennung CO₂ ausgestoßen wird, die dem Biokraftstoff zuzurechnen ist. Je nach Pflanzenart und Herstellungsart benötigt die Produktion des Biokraftstoffes einen unterschiedlich hohen Energieeinsatz. Bei brasilianischem Zuckerrohr ist die Energieeffizienz vergleichsweise hoch, sie liegt bei 1:8. Das heißt, für eine eingesetzte Energieeinheit an fossilem Brennstoff (Input) lassen sich acht Einheiten im Biokraftstoff enthaltene Energie (Output) gewinnen. Für Mais in den USA ist die Energiebilanz mit 1:1,5 wesentlich geringer. Für Biodiesel aus Raps liegt sie bei 1:2,5.¹⁵

Bei der Konversion der Pflanzen zu Biokraftstoff können zudem giftige Nebenprodukte die Wasserqualität in der Anbauregion beeinträchtigen. Eine umweltschonende Beseitigung von Abfällen und Giften könnte notwendig werden.¹⁶ So ließen sich zum Beispiel durch Wasseraufbereitungsanlagen Wasserverschmutzungen beseitigen. Darüber hinaus ist zu prüfen, wie die bei der Produktion des Biokraftstoffes anfallenden Nebenprodukte sinnvoll weiter verwertet werden könnten. Der bei der Konversion anfallende CO₂-Ausstoß geht in die CO₂-Bilanz des entsprechenden Biokraftstoffes ein.

Verbrauch

Beim Verbrauch geben Biokraftstoffe – ebenso wie fossile Kraftstoffe – CO₂ durch Verbrennung wieder ab.

¹⁵ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), a.a.O.

¹⁶ Uwe R. Fritsche et al., a.a.O.

Fossile und biogene Kraftstoffe unterscheiden sich jedoch hinsichtlich ihres Energiegehaltes. So steigt der Kraftstoffverbrauch bei der Beimischung von Biodiesel und -ethanol aufgrund des geringeren Energiegehaltes im Vergleich zum mineralischen Kraftstoff. Gemessen an den Kraftstoffäquivalenten liegt der Wert für Biodiesel aus Raps zu Diesel bei 0,91 und der für Bioethanol aus Zuckerrohr bzw. aus Getreide zu Benzin bei 0,65. Synthetischer Diesel aus Biomasse liegt dagegen mit 1:0,97 Liter Diesel praktisch gleichauf mit mineralischem Kraftstoff¹⁷. Auffällig ist insbesondere der Unterschied beim Energiegehalt von Ethanol im Vergleich zu Benzin; für den Kraftstofftyp E 85 etwa kann daraus – je nach Motortyp und Fahrprofil – ein Mehrverbrauch von 25 bis 30% resultieren. Ebenso ergeben sich beim Ethanol größere Differenzen aus volumetrischen Angaben im Vergleich zum Energiegehalt. Um beispielsweise einen Bioanteil von 8% Energiegehalt im Otto-Kraftstoff zu erreichen, müsste man diesem über 12% Ethanol beimischen.

Für eine rasche Verbreitung und Anwendung von Biokraftstoffen wären schließlich allgemein gültige Qualitätsstandards, die sich eng an den bisherigen Kraftstoffnormen und Herstellerfreigaben orientieren, von Vorteil; denn so könnten biogene Kraftstoffe nahtlos in der bestehenden Fahrzeugflotte und Infrastruktur eingesetzt werden.

Komplette Supply Chain

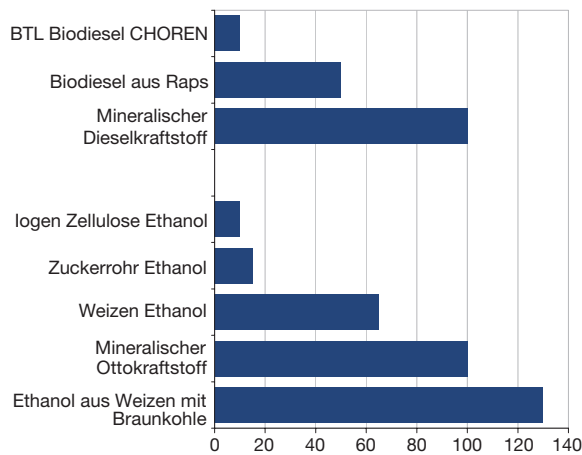
Das CO₂-Reduktionspotenzial jedes einzelnen Biokraftstoffes ist über die komplette Supply Chain zu berücksichtigen. Je nach Biokraftstoffart kann eine unterschiedlich hohe CO₂-Reduktion im Vergleich zum fossilen Kraftstoff erzielt werden. Damit variiert der Beitrag der einzelnen Biokraftstoffe zum Nachhaltigkeitsziel, den CO₂-Ausstoß zu mindern. Zur Bewertung des CO₂-Reduktionspotenzials des jeweiligen Biokraftstoffes wird die gesamte Wertschöpfungskette (Well-to-Wheel) betrachtet, also vom Anbau der Pflanze über die Herstellung des Biokraftstoffes bis letztlich zu den Abgasen beim Auto.¹⁸ Ein Biokraftstoff, der mit Hilfe einer Kohlebefeuerung produziert wurde oder für den große Waldflächen vernichtet wurden, kann letztlich eine schlechtere CO₂-Bilanz aufweisen als mineralischer Kraftstoff (vgl. Abbildung 3).

Biokraftstoffe der zweiten Generation weisen hier ein besonders hohes CO₂-Reduktionspotenzial auf.

¹⁷ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: Biokraftstoffe – eine vergleichende Analyse, 2006.

¹⁸ M. Bräuninger, L. Leschus, H. Vöpel: Biokraftstoffe – Option für die Zukunft? Ziele, Konzepte, Erfahrungen, HWWI Policy Paper, Nr. 1, Hamburg 2006.

Abbildung 3
CO₂-Reduktionspotenzial verschiedener Kraftstoffe
 (in %)



Quellen: European Council for Automotive Research and Development (EUCAR), Joint Research Centre of the European Commission (JRC), Oil Companies' European Organisation for Environment, Health and Safety (CONCAWE): Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context, 2005, <http://ies.jrc.ec.eu.int/wtw.html>.

Allerdings ist mit einer Marktreife wohl erst gegen Ende des nächsten Jahrzehnts zu rechnen.¹⁹

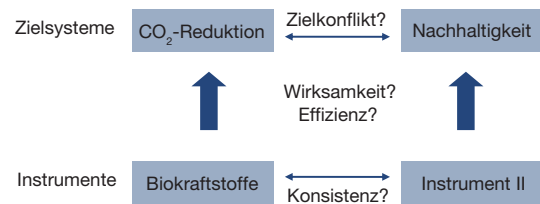
Handlungsoptionen und Lösungsansätze

Würden Biokraftstoffe in ausreichendem Maße den Präferenzen der Verbraucher entsprechen und wären diese bereit, für nachhaltige Biokraftstoffe einen entsprechend höheren Preis zu zahlen, so würde unabhängig von staatlichen Regeln ein Angebot entstehen. In einem solchen Fall läge es im Interesse der Verkäufer von Biokraftstoffen, selbst für den Nachweis der Nachhaltigkeit zu sorgen. Die Marktlösung wäre effizient. Ist das Umweltverhalten der Verbraucher jedoch nicht stark genug ausgeprägt, um die staatlichen Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, muss der Staat regulierend eingreifen. Dabei kann er durch zusätzliche Anreize, z.B. Steuererleichterungen, oder aber durch Quoten und Regeln den Verbrauch von Biokraftstoffen fördern. Beschließt der Staat, dies zu fördern, muss er entscheiden, welche Biokraftstoffe förderungswürdig sind und wie diese Förderwürdigkeit nachzuweisen ist.

Die Prüfung des CO₂-Reduktionspotenzials und der Nachhaltigkeit muss über die gesamte Supply Chain von Biokraftstoffen erfolgen. Diese ist äußerst komplex; sie besteht aus mehreren Produktions- und Vertriebsstufen und überschreitet in der Regel gleich mehrfach nationale Grenzen. Deshalb ist eine Sicherstellung der Nachhaltigkeit sehr schwierig und ver-

¹⁹ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, a.a.O.

Abbildung 4
Ziele und Instrumente



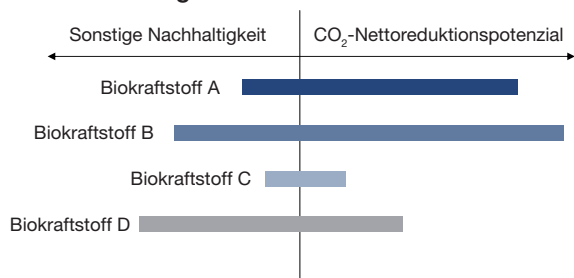
ursacht einen hohen Koordinierungsaufwand sowie hohe Informations- und Transaktionskosten. Um diese Kosten gering zu halten, bietet es sich an, Zertifizierung und Kontrolle international und zentral zu regeln. Dadurch muss zum einen nicht mehr jeder Staat die Nachhaltigkeit selbst nachweisen, und zum anderen werden durch ein einheitliches Zertifizierungsverfahren Informationsasymmetrien zwischen Produzenten und Verbrauchern reduziert und verlässliche Standards geschaffen. Die Regulierung von Biokraftstoffen sollte jedoch nicht dazu führen, dass auf diesem Weg nichttarifäre Handelshemmnisse zu protektionistischen Zwecken aufgebaut werden.

Ziele und Instrumente

Sofern neben der CO₂-Reduktion verschiedene andere Nachhaltigkeitsziele angestrebt werden, ist zu prüfen, inwieweit diese miteinander vereinbar sind oder ob es sich um konkurrierende Ziele handelt. Ein Beispiel für Zielkonkurrenz im Zusammenhang mit Biokraftstoffen ist die Produktion von Palmöl, das zwar einerseits ein hohes CO₂-Reduktionspotenzial aufweist, andererseits aber zugleich einen hohen Verlust an Biodiversität verursachen kann. Neben den Zielen müssen auch die eingesetzten Instrumente auf Konsistenz geprüft werden. So ist zu prüfen, ob bestimmte Ziele mit dem Einsatz von Biokraftstoffen verknüpft werden sollten oder ob nicht andere Instrumente herangezogen werden müssen (vgl. Abbildung 4). Besteht zwischen einzelnen Zielen ein Trade-off, so dass die Verfolgung eines Ziels zu Lasten eines anderen Ziels geht, ist politisch und nicht ökonomisch darüber zu entscheiden, welches dieser Ziele Vorrang haben soll. Ökonomisch zu bewerten ist lediglich, ob die Instrumente, die zum Erreichen der Ziele eingesetzt werden, effizient sind. Dabei sollten die verschiedenen Instrumente und Ziele nicht im Widerspruch zueinander stehen.

Neben der Versorgungssicherheit ist die Reduktion von CO₂-Emissionen das vorrangige Ziel, das mit der Förderung von Biokraftstoffen verfolgt wird. Biokraftstoffe können jedoch Nachhaltigkeitsprobleme verur-

Abbildung 5
Bewertungsschema von Biokraftstoffen



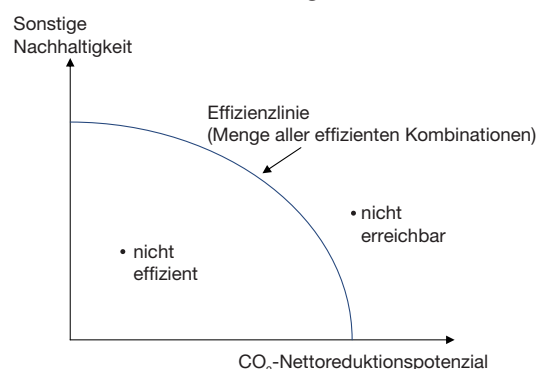
sachen, indem sie negativ auf andere Nachhaltigkeitsziele wirken. Insofern gilt es, das CO₂-Reduktionspotenzial nicht per se, sondern unter Beachtung anderer Nachhaltigkeitsziele zu maximieren. Entsprechend sollten das CO₂-Reduktionspotenzial und die sonstige Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen getrennt voneinander betrachtet und bewertet werden. Ein Biokraftstoff ist dann und nur dann „besser“ als ein anderer Biokraftstoff, wenn er ein höheres CO₂-Nettoreduktionspotenzial aufweist und gleichzeitig weniger problematisch in Bezug auf andere Nachhaltigkeitsziele ist.

Für das in Abbildung 5 dargestellte Beispiel gilt, dass der Biokraftstoff vom Typ B „besser“ ist als vom Typ A, da er sowohl in Bezug auf das CO₂-Nettoreduktionspotenzial als auch in Bezug auf die Nachhaltigkeit günstiger ist. Für Biokraftstoff D gilt zwar, dass dieser eindeutig „besser“ ist als Biokraftstoff C, im Vergleich zu Typ B lässt sich keine eindeutige Aussage treffen, da D zwar in Bezug auf Nachhaltigkeit, B aber in Bezug auf CO₂-Reduktion günstiger ist. Weiterhin stellt der Biokraftstoff A keine Alternative zu Biokraftstoff D dar, weil Biokraftstoff B bereits eindeutig „besser“ als Biokraftstoff A zu bewerten ist. Auf diese Weise ergibt sich schließlich die Menge aller effizienten Biokraftstoffe, aus denen der Verbraucher bzw. ein Land eine Kombination aus CO₂-Nettoreduktionspotenzial und Nachhaltigkeit wählen kann (vgl. Abbildung 6).

Um als Staat oder Verbraucher aus einer solchermaßen bestimmten Effizienzmenge nachhaltiger und CO₂-armer Biokraftstoffe wählen zu können, müssen die Nachhaltigkeit und das CO₂-Nettoreduktionspotenzial der Biokraftstoffe bekannt sein. Dazu bedarf es einer Zertifizierung. Diese sollte aus Effizienzgründen im Rahmen von internationalen Abkommen und Organisationen geregelt werden. Dabei sollten das CO₂-Reduktionspotenzial und andere Nachhaltigkeitskriterien unabhängig voneinander zertifiziert werden. Dies ist insofern sinnvoll, als bestimmte Nachhaltigkeitsprobleme, wie z.B. Sozialstandards, kein Spezifikum

Wirtschaftsdienst 2008 • 1

Abbildung 6
Effiziente Kombinationen von CO₂-Reduktion und Nachhaltigkeit



von Biokraftstoffen darstellen. Hier können andere Instrumente zur Lösung dieser Probleme weitaus wirksamer und effizienter sein. Werden das CO₂-Reduktionspotenzial und sonstige Nachhaltigkeit unabhängig voneinander zertifiziert, können die Kriterien der Förderwürdigkeit von Biokraftstoffen in unterschiedlichen Ländern individuell bestimmt und spezifische Instrumente eingesetzt werden. Eine Förderung von Biokraftstoffen wäre so auszugestalten, dass sie Raum für Entwicklungen in unterschiedlichen Technologien lässt, also „technologie-neutral“ ist.

Ein Zertifizierungssystem zur Sicherung der Nachhaltigkeit

Eine internationale Zertifizierung dient im ersten Schritt dazu, einheitliche Kriterien und verlässliche Standards zu definieren, an denen sich Produzenten und Verbraucher orientieren können. In welcher Weise ökonomische Anreize für einen vermehrten Verbrauch von Biokraftstoffen geschaffen werden, hängt von den politischen Zielsetzungen der Länder ab und ist insoweit nicht Gegenstand normativer Bewertungen. Hingegen lassen sich sehr wohl mögliche wirtschaftspolitische Instrumente zur Schaffung positiver Anreize zum Verbrauch von Biokraftstoffen aus ökonomischer Sicht beurteilen. Im Folgenden wird ein Zertifizierungsverfahren vorgeschlagen, das der oben dargestellten Argumentation folgt. Anschließend werden Ansatzpunkte und Instrumente für eine effiziente Förderung von Biokraftstoffen diskutiert.

Konkretes Zertifizierungsverfahren

Um Biokraftstoffe hinsichtlich ihres „CO₂-Reduktionspotenzials“ und ihrer „sonstigen Nachhaltigkeit“ zertifizieren zu können, ist es zunächst erforderlich, Nachhaltigkeits- und Reduktionsklassen zu definieren. Um einerseits eine ausreichende Differenzierung von

Biokraftstoffen zu ermöglichen, andererseits aber zugleich ein einfaches und verbraucherfreundliches Zertifizierungssystem zu gewährleisten, sollte die Anzahl der Klassen mindestens drei und höchstens fünf betragen. Da „Nachhaltigkeit“ eigentlich mehrere Dimensionen aufweist, aber die Bewertung in einer Größe zusammengefasst wird, sollten die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsklassen eine flexible Kombinierbarkeit von Kriterien erlauben. Jeder Biokraftstoff wird den festgelegten Klassen zugeordnet. Das Ergebnis der Zertifizierung besteht in zwei Informationen:

1. die Zugehörigkeit zu einer CO₂-Nettoreduktionsklasse,
2. die Zugehörigkeit zu einer Nachhaltigkeitsklasse.

Für die Zertifizierung von Biokraftstoffen selbst ist dann eine eigenständige, mit entsprechenden Kompetenzen und Befugnissen ausgestattete internationale Institution zu schaffen, die einheitliche und verlässliche Standards sicherstellt.

Konkretes Förderungsverfahren

Um den Verbrauch von Biokraftstoffen staatlich zu fördern, existieren verschiedene wirtschaftspolitische Instrumente. Diese reichen von Beimischungsquoten bis hin zu Steuervergünstigungen von Biokraftstoffen gegenüber mineralischen Kraftstoffen. Ist es politisch gewünscht, dass neben dem CO₂-Reduktionspotenzial auch die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen ein Kriterium für die Förderwürdigkeit seitens des Staates sein soll, dann kann

1. das Ausmaß der Förderung mit dem CO₂-Nettoreduktionspotenzial eines Biokraftstoffs variieren sowie
2. als Voraussetzung für die Förderung eine Mindest-erfüllung an Nachhaltigkeit festgelegt werden.

Durch eine solche Verknüpfung erhält „Nachhaltigkeit“ ökonomisch einen Preis, und für den Verbrauch nachhaltiger Biokraftstoffe werden auf diese Weise Anreize geschaffen. Die konkrete Ausgestaltung kann dabei sehr flexibel gehandhabt werden, z.B. kann

- die Förderung an eine Mindest-erfüllung an Nachhaltigkeit geknüpft sein,
- ein Nachhaltigkeitsfaktor eingeführt werden, der bei gleichem CO₂-Reduktionspotenzial eine höhere Nachhaltigkeit „belohnt“,
- eine überproportionale bzw. progressiv gestaltete Förderung in Bezug auf CO₂-Reduktionspotenzial und Nachhaltigkeit zusätzlich dynamische Innovationsanreize für den „Grenzanbieter“ bzw. den

Abbildung 7
Beispiel für ein Zertifizierungsschema

CO ₂ -Reduktionsklassen		Nachhaltigkeitsklassen	
Reduktionsklasse R1	○	Nachhaltigkeitsklasse N1	□
Reduktionsklasse R2	⊙	Nachhaltigkeitsklasse N2	□
Reduktionsklasse R3	○	Nachhaltigkeitsklasse N3	☑
Reduktionsklasse R4	○	Nachhaltigkeitsklasse N4	□
Reduktionsklasse R5	○	Nachhaltigkeitsklasse N5	□

„Grenznachfrager“ schaffen, indem technologische Weiterentwicklungen nachhaltiger Produktionsverfahren „belohnt“ werden.

Zertifizierungsschema

Ein konkretes Zertifizierungsschema könnte wie folgt ausgestaltet sein (vgl. Abbildung 7). In dem dargestellten Beispiel ist der zertifizierte Biokraftstoff vom Typ „R2/N3“, wobei eine höhere Klasse ein größeres CO₂-Reduktionspotenzial bzw. eine höhere Nachhaltigkeit bedeutet.

Die Anrechenbarkeit des CO₂-Reduktionspotenzials eines Biokraftstoffs (z.B. im Rahmen des Biokraftstoffquotengesetzes) kann an eine Mindest-erfüllung von Nachhaltigkeitskriterien – z.B. Nachhaltigkeitsklasse 3 – geknüpft sein. Die Anrechnungsquote ergibt sich dann aus der Menge an Biokraftstoffen, die diesen Mindeststandard an Nachhaltigkeit erfüllen, und eines „CO₂-Reduktionsfaktors“, der sich nach der jeweiligen Reduktionsklasse bestimmt.

Soll Nachhaltigkeit, die über die Mindest-erfüllung hinausgeht, zusätzlich „belohnt“ werden, ist die Einführung eines „Nachhaltigkeitsfaktors“ denkbar. Ist ein Biokraftstoff z.B. vom Typ „R2/N3“, dann berechnet sich die Anrechnungsquote aus dem „CO₂-Reduktionsfaktor“ der Reduktionsklasse 2, dem „Nachhaltigkeitsfaktor“ der Nachhaltigkeitsklasse 3 sowie der Menge des mit „R2/N3“ zertifizierten Biokraftstoffs. Über einen solchen Nachhaltigkeitsfaktor ist es möglich – je nach politischer Zielsetzung – die Gewichtung von CO₂-Reduktion und Nachhaltigkeit zielgenau zu steuern und entsprechende Anreizwirkungen für Produzenten und Verbraucher zu schaffen.

Fazit

Mit der Förderung von Biokraftstoffen sollen die langfristige Versorgungssicherheit erhöht und die CO₂-Emission im Verkehr gesenkt werden. Für das CO₂-Reduktionspotenzial von Biokraftstoffen ist jedoch nicht allein der Verbrauch entscheidend, sondern es

müssen auch die CO₂-Emissionen in Produktion und Vertrieb mit berücksichtigt werden. Es kommt also darauf an, bei der Förderung die CO₂-Bilanz über die gesamte Supply Chain zugrunde zu legen.

Darüber hinaus können auf den einzelnen Stufen der Supply Chain zusätzlich Nachhaltigkeitsprobleme auftreten. Diese bestehen vor allem in einem Verlust an Biodiversität durch Abholzung von Regenwald, in der Verwendungskonkurrenz zu Nahrungsmitteln sowie in sozialen Bedingungen der Biokraftstoffproduktion. Auch wenn einige dieser Probleme nicht spezifisch für Biokraftstoffe sind, stellt neben dem CO₂-Reduktionspotenzial die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen eine politische Forderung dar.

Da der Verbrauch von Biokraftstoffen in vielen Ländern staatlich gefördert wird, sich gleichzeitig Biokraftstoffe aber erheblich in Bezug auf CO₂-Nettoreduktionspotenzial und Nachhaltigkeit unterscheiden können, ist eine Zertifizierung von Biokraftstoffen geboten, um einheitliche und verlässliche Standards für Produzenten, Verbraucher und Politik zu schaffen. Wird die staatliche Förderung von Biokraftstoffen davon abhängig gemacht, wie CO₂-arm und nachhaltig diese über die gesamte Supply Chain sind, entsteht über die vermehrte Nachfrage nach diesen Biokraftstoffen ökonomischer Druck auf die Produzenten und Anbieter, entstehende Nachhaltigkeitsprobleme in Produktion und Distribution zu reduzieren. Über diesen Wirkungskanal können also positive Anreize für die Produktion und den Verbrauch CO₂-armer und nachhaltiger Biokraftstoffe geschaffen werden.

Voraussetzung für eine zielgerichtete Förderung CO₂-armer und nachhaltiger Biokraftstoffe ist eine Zertifizierung. Dabei sollten „CO₂-Reduktionspotenzial“ und „Nachhaltigkeit“ unabhängig voneinander zertifiziert werden, um die zwei unterschiedlichen Ziele mit jeweils adäquaten spezifischen Instrumenten zielgerichtet, wirksam und effizient unterstützen zu können. Aufgrund der hohen Komplexität der Supply Chain und entsprechend hohen Transaktions- und Kontrollkosten sollte die Zertifizierung international vorgenommen werden; dies reduziert zum einen die Kosten und zum anderen werden einheitliche und verlässliche Standards geschaffen. Die konkrete Förderung dagegen sollte – entsprechend den jeweiligen nationalen Präferenzen und politischen Zielsetzungen eines Landes – national geregelt und ausgestaltet werden. Gleichwohl ist anzustreben, Förderrichtlinien in multinationalen Abkommen, etwa innerhalb der EU, wettbewerbsneutral zu harmonisieren, um zu verhindern, dass sich international der niedrigste Standard durchsetzt.