

Bräuninger, Michael; Leschus, Leon; Vöpel, Henning

**Research Report**

## Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit: Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen

HWWI Policy Report, No. 5

**Provided in Cooperation with:**

Hamburg Institute of International Economics (HWWI)

*Suggested Citation:* Bräuninger, Michael; Leschus, Leon; Vöpel, Henning (2007) : Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit: Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen, HWWI Policy Report, No. 5, Hamburgisches WeltWirtschaftsInstitut (HWWI), Hamburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/46224>

**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.*



Hamburgisches  
WeltWirtschafts  
Institut

# Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit – Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen

Michael Bräuninger, Leon Leschus, Henning Vöpel

HWWI Policy

Report Nr. 5  
des

HWWI-Kompetenzbereiches  
Wirtschaftliche Trends

**Michael Bräuninger**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 330 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776  
braeuninger@hwwi.org | www.hwwi.org

**Leon Leschus**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 337 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776  
leschus@hwwi.org | www.hwwi.org

**Henning Vöpel**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 334 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776  
voepel@hwwi.org | www.hwwi.org

**HWWI Policy Report**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 0 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776  
info@hwwi.org | www.hwwi.org  
ISSN 1862-4944 | ISSN (Internet) 1862-4952

**Redaktion:**  
Thomas Straubhaar (Vorsitz)  
Michael Bräuninger (verantw.)  
Silvia Stiller  
Matthias Busse  
Tanja El-Cherkeh

© Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI) | November 2007  
Alle Rechte vorbehalten. Jede Verwertung des Werkes oder seiner Teile ist ohne Zustimmung des HWWI nicht gestattet. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Mikroverfilmung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen. Die Reihe wird in Deutschland gedruckt.

# Biokraftstoffe und Nachhaltigkeit – Ziele, Probleme, Instrumente, Lösungen

Michael Bräuninger, Leon Leschus, Henning Vöpel

Studie im Auftrag der Deutsche Shell, Hamburg. Wir danken den Mitarbeitern der Deutsche Shell, Hamburg, insbesondere Jörg Adolf, für ausführliche Diskussionen und wertvolle Anregungen.

# Inhalts- verzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Biokraftstoffe: Zielsetzungen und Nachhaltigkeitsprobleme</b>	<b>8</b>
2.1	Die Supply Chain von Biokraftstoffen	8
2.2	Nachhaltigkeitsziele und Nachhaltigkeitsprobleme	8
2.3	Stand der Diskussion	15
<b>3</b>	<b>Handlungsoptionen und Lösungsansätze</b>	<b>18</b>
3.1	Regulierung versus Markt	18
3.2	Ziele und Instrumente	18
3.3	Ein Zertifizierungssystem zur Sicherung der Nachhaltigkeit	21
<b>4</b>	<b>Fazit</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>27</b>

# Abbildungs- verzeichnis

Abbildung 1	CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Sektoren (2005)	6
Abbildung 2	Supply Chain von Biokraftstoffen	8
Abbildung 3	Nachhaltigkeitsaspekte entlang der Supply Chain	9
Abbildung 4	Interdependenz zwischen Biokraftstoffen und Nahrungsmitteln	10
Abbildung 5	Pro-Kopf-Einkommen und Anteil für Nahrungsmittelausgaben	12
Abbildung 6	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Vergleich zu mineralischen Kraftstoffen	14
Abbildung 7	Zusammenhang von Zielen und Instrumenten	19
Abbildung 8	Bewertungsschema von Biokraftstoffen	20
Abbildung 9	Effiziente Kombinationen von CO <sub>2</sub> -Reduktion und Nachhaltigkeit	20
Abbildung 10	Klassifizierungsschema für Biokraftstoffe	22
Abbildung 11	Beispiel für ein Zertifizierungsschema	25

# Tabellen- verzeichnis

Tabelle 1	Ziele für den Anteil von Biokraftstoffen	7
Tabelle 2	Überblick über bestehende Initiativen	16
Tabelle 3	Anrechnungsfaktoren in Abhängigkeit von Reduktionspotenzial und Nachhaltigkeit	25

# Executive Summary

Zwei Themen dominieren die derzeitige energiepolitische Debatte: der Klimawandel und die Versorgungssicherheit. Damit der Verkehrssektor bei zunehmender Mobilität von Personen und Gütern einen Beitrag zu diesen Zielen leisten kann, werden neben Maßnahmen, die an der Effizienz der Motoren, der Fahrzeugtechnik sowie dem Fahrverhalten ansetzen, zunehmend auch Biokraftstoffe als Alternative zu fossilen Kraftstoffen eingesetzt. Biokraftstoffe können einen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im Verkehrssektor leisten und zugleich die Energieversorgungssicherheit erhöhen. Allerdings sind Biokraftstoffe höchst heterogen und tragen deshalb sehr unterschiedlich zur Erreichung der klima- und energiepolitischen Ziele bei. Darüber hinaus kann die Produktion von Biokraftstoffen in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und auch in Konflikt zu anderen Nachhaltigkeitszielen, wie etwa dem Erhalt der Biodiversität, stehen.

Daher stellt sich grundsätzlich die Frage, wie auch bei einem verstärkten Einsatz von Biokraftstoffen zukünftig Nachhaltigkeit gewährleistet werden kann. Zu diesem Zweck bietet sich eine Zertifizierung von Biokraftstoffen an. Nach dem derzeitigen Stand könnte in Deutschland und in der Europäischen Union (EU) eine Verordnung noch im Jahr 2008 in Kraft treten.

Um mit einem vermehrten Einsatz von Biokraftstoffen nicht andere Nachhaltigkeitsziele zu gefährden, müssen das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial ebenso wie andere Nachhaltigkeitskriterien geprüft, überwacht und zertifiziert werden. Eine angemessene Beurteilung von Biokraftstoffen erfordert dabei eine detaillierte Analyse des CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzials und der Nachhaltigkeit über die gesamte Supply Chain, d. h. über alle Produktionsstufen vom Anbau bis zur Verwendung der Biokraftstoffe. Erst auf dieser Grundlage kann eine staatliche Förderung von Biokraftstoffen zielgerichtet ausgestaltet werden.

Aufgrund der Komplexität der Supply Chain, die entlang der Produktions- und Vertriebsstufen gleich mehrfach nationale Grenzen überschreiten kann, ist eine Sicherstellung der Nachhaltigkeit über die gesamte Supply Chain sehr schwierig und verursacht einen beträchtlichen Koordinierungsaufwand sowie hohe Informations- und Transaktionskosten. Um diese Kosten gering zu halten, bietet es sich an, die Zertifizierung nach internationalen Standards zu regeln. International einheitliche Nachhaltigkeits- und Reduktionsklassen schaffen für Produzenten, Anbieter und Verbraucher von Biokraftstoffen sowie für die Politik Verlässlichkeit und reduzieren Informationsasymmetrien. Um eine staatliche Förderung von Biokraftstoffen zu ermöglichen, die den jeweiligen nationalen Zielen bestmöglich entsprechen, ist es zweckmäßig, Nachhaltigkeit und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial getrennt voneinander zu zertifizieren.

# 1 | Einleitung

*Um die klimapolitischen Ziele zu erreichen, muss auch der Verkehr einen Beitrag leisten.*

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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß um 20% gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren. Die deutsche Bundesregierung hat in ihrem Klimaprogramm Agenda 2020 das Ziel formuliert, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis dahin sogar um 40% zu senken. Auf ihrer Kabinettsklausur in Meseberg hat die Regierungskoalition ein Maßnahmen-Programm vereinbart, das zu CO<sub>2</sub>-Reduktionen von insgesamt 35-36% beitragen soll. Maßnahmen im Verkehr, alternativen, insbesondere biogenen Kraftstoffen kommt hier eine wichtige Rolle zu. Immerhin hat der Verkehr heute einen Anteil von rund 20% an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen (vgl. Abbildung 1).

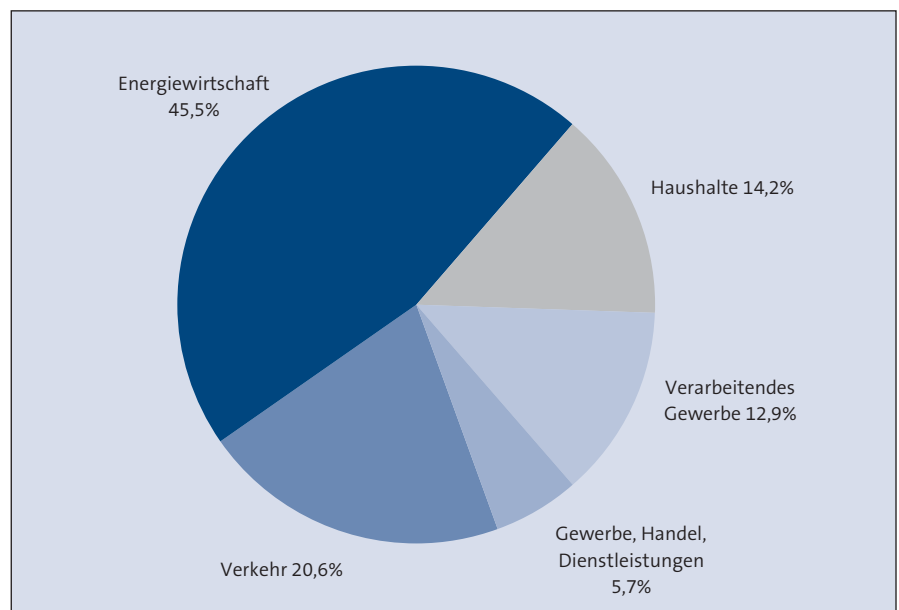


Abbildung 1:  
CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sektoren (2005)

Quelle: Umweltbundesamt (2007)

*Dazu bietet sich auch der Einsatz von Biokraftstoffen an.*

Der Verkehr, insbesondere der Hauptverkehrsträger motorisierter Straßenverkehr, ist nahezu vollständig von fossilen Energieträgern abhängig. Es stellt sich daher die Frage, welchen Beitrag der Verkehr zu den klimapolitischen Zielen leisten kann, wie die Energieversorgung in diesem Bereich in Zukunft gesichert und angesichts eines wachsenden Verkehrsaufkommens sowohl im Personen- als auch im Gütertransport „Mobilität“ nachhaltiger gestaltet werden kann. Neben Maßnahmen, die an der Motor- und Fahrzeugtechnik sowie am Fahr- und Mobilitätsverhalten ansetzen, wird heute intensiv über einen vermehrten Einsatz von Biokraftstoffen als Alternative zu fossilen Kraftstoffen nachgedacht. Diese weisen verschiedene Vorteile auf. Biokraftstoffe können im Vergleich zu fossilen Brennstoffen eine günstigere CO<sub>2</sub>-Bi-

lanz aufweisen und damit einen positiven Beitrag zur CO<sub>2</sub>-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 (Rat der Europäischen Union, 2007). In Deutschland soll der Anteil biogener Kraftstoffe am gesamten Kraftstoffabsatz von heute rund 5% bis 2020 auf 20 Volumenprozent ansteigen (Bundesregierung 2007a).

Um Biokraftstoffe marktfähig zu machen, galt in Deutschland bis zum August 2006 eine Steuerbefreiung für beigemischte Biokraftstoffe. Zum 1. Januar 2007 wurde diese durch eine *Beimischungspflicht* ersetzt. Nur reiner Biokraftstoff erhält noch eine Steuererleichterung, die jedoch schrittweise bis zum Jahre 2015 nahezu vollständig abgebaut werden soll. Derzeit besteht die Verpflichtung bei Diesel entsprechend des Energiegehalts 4,4% Biodiesel beizumischen, während es bei Benzin 1,2% Ethanol sind. Die Quote für Bioethanol wird bis zum Jahre 2010 kontinuierlich bis auf 3,6% angehoben (Biokraftstoffquotengesetz, 2006; Adolf, 2006). Die in Deutschland zurzeit geltenden Biokraftstoffregulierungen sehen vor, den von der EU vorgeschriebenen Biokraftstoffanteil von 5,75% am gesamten Kraftstoffverbrauch im Jahre 2010 zu erfüllen und bis zum Jahr 2015 eine Gesamtquote von 8,0% biogener Komponenten zu erreichen (vgl. die Übersicht in Tabelle 1).

Politische Ebene	Vorgesehenes Ziel		
	2010	2015	2020
<b>Deutschland</b>			
Biokraftstoffquotengesetz	6,75%	8%	–
Meseberg/Kabinettsklausur	–	–	17%*
<b>Europäische Union</b>	5,75%	8%	10%

Tabelle 1:  
Ziele für den Anteil von Biokraftstoffen

Quelle: Bundesregierung, 2007a; Europäische Kommission, 2007a; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007); Hinweis: Ziele jeweils nach Energiegehalt. \*Entspricht etwa 20% des Volumens.

In letzter Zeit werden jedoch zunehmend Bedenken darüber geäußert, inwieweit ein verstärkter Einsatz von Biokraftstoffen wirklich eine sinnvolle Alternative zu fossilen Kraftstoffen darstellen kann (vgl. OECD, 2007). Zum einen müssen bei Biokraftstoffen nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verbrauch, sondern auch in 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 der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen. 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 Vorbereitung. Im Folgenden sollen zunächst die möglichen Nachhaltigkeitsprobleme beim Einsatz von Biokomponenten als Kraftstoff aufgezeigt werden. Anschließend wird der aktuelle Stand der internationalen Nachhaltigkeitsdiskussion dargestellt, bevor abschließend ein Vorschlag zur Zertifizierung von Biokraftstoffen formuliert wird.

*Mit Biokraftstoffen können jedoch verschiedenste Nachhaltigkeitsprobleme verbunden sein.*



## 2 | Biokraftstoffe: Zielsetzungen und Nachhaltigkeitsprobleme

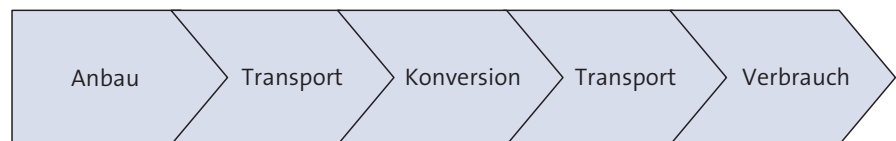
*Biokraftstoffe unterscheiden sich nach Herstellungsart und Kraftstoffeigenschaften.*

### 2.1 | 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. Bei der Herstellung spiegelt sich dies sowohl in den unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 (siehe Abbildung 2). Neben den CO<sub>2</sub>-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 (WWF, 2007).

Abbildung 2:  
Supply Chain von Biokraftstoffen



Quelle: HWWI

*Für eine Bewertung ist die Analyse der gesamten Supply Chain notwendig.*

Biokraftstoffe werden aus Pflanzen gewonnen; der Anbau als erste Stufe der Supply Chain reicht von der Anpflanzung über die Bewirtschaftung bis zur Ernte der Pflanzen. Die zweite und vierte Stufe in der Supply Chain stellt der Transport dar. Zum einen findet ein Transport von den Plantagen bzw. Feldern, wo die Pflanzen oder die Biomasse geerntet wurden, zur Produktionsstätte des Biokraftstoffes und zum anderen von der Produktionsstätte zum Verbraucher statt. In der dritten Stufe der Supply Chain werden die Pflanzen in Biokraftstoffe umgewandelt. Die heute eingesetzten Biokraftstoffe werden dabei zum einen durch physikalisch-chemische Verfahren, wie Extraktion und Pressung, hergestellt. Das durch Pressung gewonnene Pflanzenöl kann dann zu Biodiesel weiter verarbeitet werden. Zum anderen wird Bioethanol mithilfe von biochemischen Umwandlungsverfahren wie Gärung und Destillation gewonnen (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2007). Weitere Verfahren zur Herstellung einer neuen Generation von Biokraftstoffen haben das Demonstrationsstadium erreicht. Fünfte und letzte Stufe der Supply Chain ist der Verbrauch.

### 2.2 | Nachhaltigkeitsziele und Nachhaltigkeitsprobleme

Nachhaltigkeitsprobleme einer vermehrten Erzeugung und stärkeren Nutzung von Biokraftstoffen sind entlang der gesamten Supply Chain möglich.

Dabei können sie den einzelnen Stufen zugeordnet werden. Über die Supply Chain hinweg können Nachhaltigkeitsprobleme im Bereich der Biodiversität, beim Umweltschutz, bei der Nahrungsmittelversorgung und bei sozialen Bedingungen auftreten. In der folgenden Abbildung sind die möglichen Nachhaltigkeitsprobleme auf den einzelnen Stufen der Supply Chain dargestellt.

*Nachhaltigkeitsprobleme können auf allen Stufen der Supply Chain auftreten.*

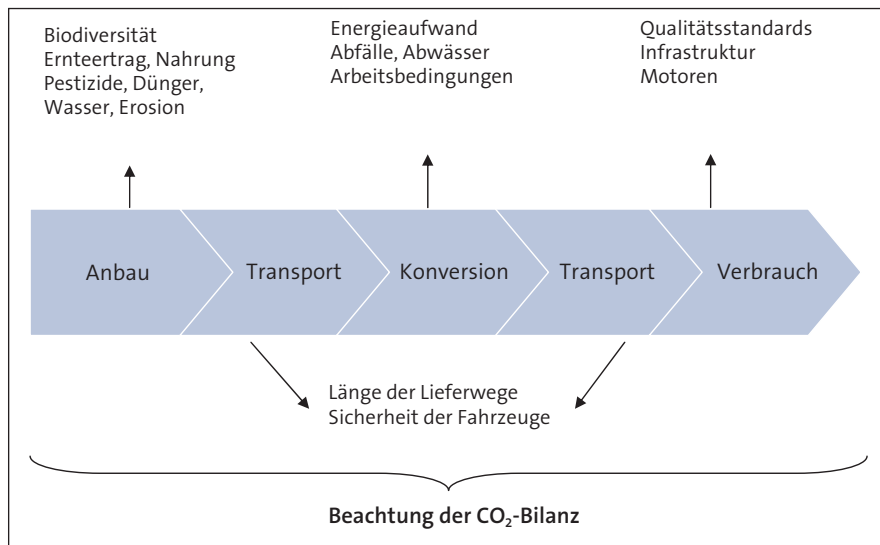
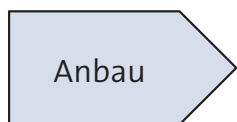


Abbildung 3: Nachhaltigkeitsaspekte entlang der Supply Chain

Quelle: HWWI



Mit dem Anbau der Pflanzen zur Biokraftstoffgewinnung ist eine alternative Landnutzung weitgehend 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 durchaus auch positiv auf die Biodiversität auswirken (Fritsche et al., 2006). In die Bewertung ist auch einzubeziehen, in welchem Maße eine zum Anbau von Pflanzen zur Biokraftstoffgewinnung alternative Landnutzung einen positiven Beitrag zur Biodiversität geliefert hätte.

*Biokraftstoffe können die Biodiversität beeinträchtigen, aber auch verbessern.*

Für die Bewertung des *Treibhausgasreduktionspotenzials* des jeweiligen Biokraftstoffes ist zu beachten, wie viel CO<sub>2</sub> und andere Treibhausgase wie N<sub>2</sub>O bei der Bewirtschaftung der Landfläche emittiert werden. N<sub>2</sub>O weist einen etwa 300-fach höheren Treibhausgaseffekt als Kohlendioxid auf; N<sub>2</sub>O-Emissionen hängen vor allem von der Menge und Art der Stickstoffdünger sowie der Art der Bodenbearbeitung ab (Crutzen et al., 2007).

*Das Treibhausgasreduktionspotenzial ist von Anbaumethoden und den verwendeten Pflanzenarten abhängig.*

Beim Anbau von Pflanzen für die Herstellung von Biokraftstoffen können je nach *Pflanzenart* unterschiedliche Ernteerträge erzielt werden (European Environment Agency (EEA, 2006). Bei Ölpalmen kann z. B. vergleichsweise viel Biodiesel je Hektar hergestellt werden (WWF, 2007). 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, ist daher problematisch. In Abhängigkeit von den jeweiligen Anbaubedingungen kann Bodenerosion gefördert oder aber auch vermindert werden. Auch befürchten Biologen, dass durch den Anbau genmanipulierter Pflanzen das natürliche Gleichgewicht gestört wird. Diese könnten sich verbreiten und andere weniger widerstandsfähige Pflanzen verdrängen.

*Biokraftstoffe können zu Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln führen.*

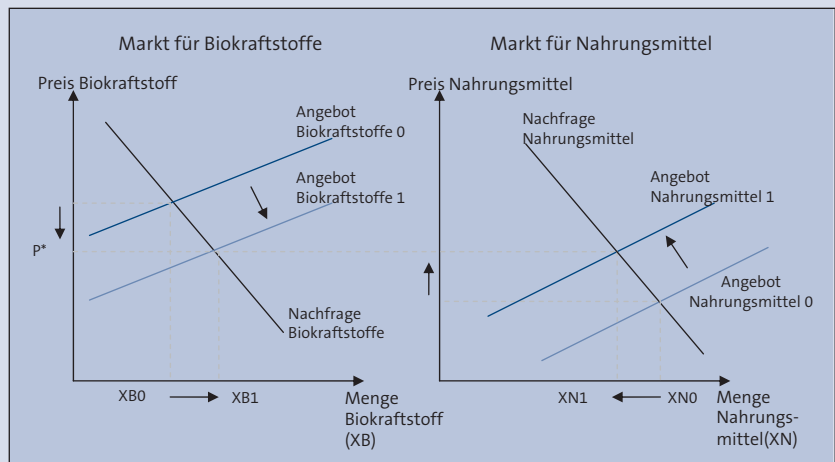
Die Herstellung von Biokraftstoffen kann sich auch negativ auf die *Nahrungsmittelproduktion* auswirken, da um die Verwendung von Früchten und Anbauflächen konkurriert wird (Sachverständigenrat für Umweltfragen, 2007 sowie OECD-FAO, 2007). Die Nahrungsmittel verknappen sich und dadurch drohen Preissteigerungen, die es womöglich den Ärmern nicht mehr erlauben, ihre Grundernährung sicherzustellen (siehe Box 1).

**Box 1**

**Verwendungskonkurrenz zwischen Biokraftstoffen und Nahrungsmitteln**

Wenn ein Staat durch seine Förderpolitik die Nachfrage nach Biokraftstoffen erhöht, so führt dies zunächst bei einem kurzfristig gegebenen Angebot zu einem Anstieg der Preise für Biokraftstoffe. Für die Bauern wird es damit lukrativ, mehr Biokraftstoff auf dem Markt anzubieten. Sie würden Flächen für Nahrungsmittel in Flächen für Biokraftstoffe umwandeln. Dies wäre umso stärker der Fall, je weniger Brachflächen vorhanden sind, also die Fläche für den Anbau von Feldfrüchten konstant wäre.

In Abbildung 4 ist die Auswirkung der vermehrten Verwendung von Feldfrüchten für die Biokraftstoffproduktion auf die beiden Märkte für Biokraftstoffe und Nahrungsmittel dargestellt. Dabei werden zur Vereinfachung die Kosten, die bei der Umwandlung der Energiefrucht in Biokraftstoff anfallen, nicht berücksichtigt. Während eine zunehmende Verwendung von Feldfrüchten für Biokraftstoffe zu einem erhöhten Angebot an Biokraftstoff führt (Verschiebung der Angebotskurve für Biokraftstoffe nach unten), kommt es auf dem Nahrungsmittelmarkt zu einem Angebotsrückgang (Verschiebung der Angebotskurve für Nahrungsmittel nach oben). Dadurch würde der Preis für Biokraftstoff auf  $P^*$  fallen und für Nahrungsmittel auf  $P^*$  ansteigen. Erst beim Preis von  $P^*$  besteht kein Anreiz mehr, Anbaufläche von der Nahrungsmittelproduktion hin zu der Biokraftstoffproduktion zu verschieben. Die Mengen auf dem Biokraftstoffmarkt steigen, während die Menge auf dem Nahrungsmittelmarkt sinkt.



Quelle: HWWI

Abbildung 4:  
Interdependenz zwischen Biokraftstoffen und Nahrungsmitteln

In Nordamerika kam es bereits zu der so genannten Tortilla-Krise, nachdem sich die USA entschieden hatten, ihren subventionierten Mais stärker zur einheimischen Produktion von Biokraftstoffen einzusetzen als diesen nach Mexiko zu exportieren. Aufgrund der höheren Biokraftstoffherzeugung aus Mais in den USA erhöhte sich dessen Preis. Mexiko, das von den amerikanischen Maisimporten abhängig ist, war von diesen Preissteigerungen betroffen, so dass sich ärmere Menschen den Mais für ihr Grundnahrungsmittel „Tortilla“ nicht mehr leisten konnten. Dieser negative Effekt auf die Nahrungsmittelversorgung würde sich weiter verstärken, wenn wie vom amerikanischen Agrarministerium prognostiziert, in Zukunft ein noch größerer Anteil der Maisernte für die Produktion von Biokraftstoffen verwendet wird (US-DA, 2007). 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 (UN Daily News, 2007).

Der lokale Anbau von Pflanzen und Biomasse für eine spätere industrielle Verwendung kann jedoch für ärmere Länder durchaus auch Einkommens- und Entwicklungschancen bieten (GTZ, 2006). Der Nobelpreisträger Amartya Sen hat hervorgehoben, dass die weltweite Hungersnot nicht die Folge einer unzureichenden Nahrungsmittelproduktion, sondern zu geringer Einkommen ist (Quaiattini et al., 2007). Eine zunehmende direkte Konkurrenz von Biokraftstoffherzeugung und Nahrungsmittelproduktion würde beim Konsum, wie in der Box 2 dargestellt, 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 Ernteresten, z. B. Getreidestroh, oder ganzen Pflanzen mit hohen Erträgen, z. B. Energiegräsern oder Kurzumtriebsplantagen, 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 (US-Department of Energy, 2001; Murray, 2005). Alternativ können auch Energiegräser, die besonders schnell wachsen und wenig Dünger benötigen, vorteilhaft für die Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation sein.

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 sie 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 Anbaugebiet der Pflanzen ausreichend mit Nahrungsmitteln versorgt wird.

*Biokraftstoffe können zu Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln führen, bieten aber auch Einkommens- und Entwicklungschancen.*

*Biokraftstoffe der zweiten Generation sind deutlich ergiebiger.*

*International gültige Arbeits- und Sozialstandards müssen eingehalten werden.*

## Box 2

### Höhere Nahrungsmittelpreise belasten besonders die ärmeren Länder

In den Entwicklungsländern ist der Anteil der Ausgaben für Nahrungsmittel am gesamten Haushaltskonsum besonders hoch. So liegt beispielsweise dieser Anteil für Afghanistan und Bangladesch bei rund 60%. In China werden dagegen um die 30% des Konsums für Nahrungsmittel ausgegeben, während dies in Deutschland und den USA gut 10% sind. Die fallende, gestrichelte Linie in der Abbildung 5 veranschaulicht diese vorhandene negative Korrelation zwischen dem Pro-Kopf-Einkommen und dem Anteil für Nahrungsmittel am Gesamtkonsum. Dies bedeutet, dass gerade Entwicklungsländer von Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln betroffen sind (IMF, 2007; FAO, 2007). Die Märkte für Nahrungsmittel werden zudem durch das weltweite Bevölkerungswachstum und den gestiegenen Wohlstand unter Druck geraten. So geht die Weltbank davon aus, dass das Angebot von Getreide um 50% und das von Fleisch um 85% im Zeitraum von 2000 bis 2030 ansteigen hat, um der erhöhten Nachfrage nachkommen zu können (FT, 2007).

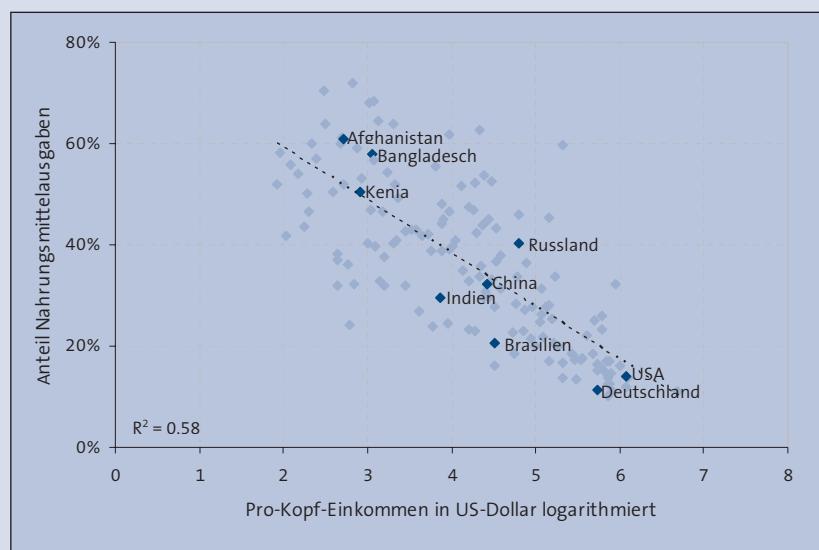
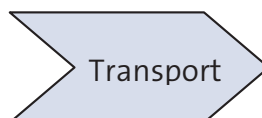


Abbildung 5:  
Pro-Kopf-Einkommen und Anteil  
für Nahrungsmittelausgaben

Quelle: IMF (2007)



*Biokraftstoffe führen  
zu hohem Transportaufkommen  
und komplexer  
Versorgungsinfrastruktur.*

*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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß möglichst gering gehalten wird. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass Biomasse eine deutlich geringere Energiedichte hat als der daraus erstellte Kraftstoff. Damit ergibt sich zunächst ein erheblich größeres Transportvolumen als 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 besteht jedoch die Möglichkeit, die Biomasse schon in der Nähe der Felder zu verdichten, auf denen sie angebaut wurde.

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 wird Energie benötigt, die dem Biokraftstoff zuzurechnen ist. Je nach Pflanzenart und Herstellverfahren benötigt die Produktion des Biokraftstoffes einen unterschiedlich hohen *Energieeinsatz*. Bei brasilianischem Zuckerrohr ist die Energiebilanz über die gesamte Kette 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 (GTZ, 2006).

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 (Fritsche et al., 2006). So ließen sich z. B. 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 CO<sub>2</sub>-Ausstoß geht vollständig in die CO<sub>2</sub>-Bilanz des entsprechenden Biokraftstoffes ein.

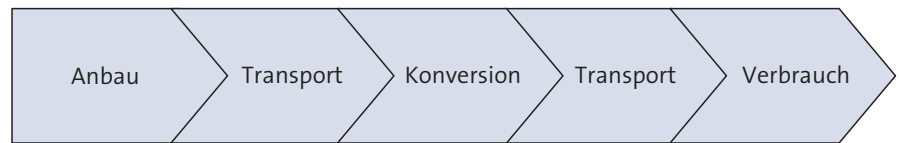
*Der notwendige Energieeinsatz bei der Konversion ist von Pflanzenart und Herstellverfahren abhängig.*

## Verbrauch

Beim Verbrauch geben Biokraftstoffe – ebenso wie fossile Kraftstoffe – CO<sub>2</sub> durch Verbrennung wieder ab. 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 zu mineralischem Kraftstoff (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 2006). 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.

*Biokraftstoffe unterscheiden sich im Verbrauch ...*

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.



... und weisen über die gesamte Supply Chain sehr unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale auf.

**Komplette Supply Chain:** Das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial jedes einzelnen Biokraftstoffes ist über die komplette Supply Chain zu berücksichtigen. Je nach Biokraftstoffart kann eine unterschiedlich hohe CO<sub>2</sub>-Reduktion im Vergleich zum fossilen Kraftstoff erzielt werden. Damit variiert der Beitrag der einzelnen Biokraftstoffe zum Nachhaltigkeitsziel, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu mindern. Zur Bewertung des CO<sub>2</sub>-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 (Bräuninger/Leschus/Vöpel, 2006; Adolf, 2006). Ein Biokraftstoff, der mit Hilfe einer Kohlebefeuerung produziert wurde oder für den große Waldflächen vernichtet wurden, kann letztlich eine schlechtere CO<sub>2</sub>-Bilanz aufweisen als mineralischer Kraftstoff (vgl. Abbildung 6). Biokraftstoffe der zweiten Generation weisen hier ein besonders hohes CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial auf. Allerdings ist mit einer Marktreife wohl erst gegen Ende des nächsten Jahrzehnts zu rechnen (Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e.V., 2006). Fallen im Rahmen der Biokraftstoffproduktion Kuppelprodukte an, stellt sich die Frage, wie die verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen auf die Kuppelprodukte zu verteilen sind. Eine ökonomische „Lösung“ dieses Problems könnte darin bestehen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen den beiden Kuppelprodukten anteilig nach der jeweiligen Wertschöpfung auf dieser Produktionsstufe anzurechnen; eine technische „Lösung“ würde die CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem jeweiligen Energiegehalt der Produkte verteilen. Die Diskussion zu den möglichen Implikationen beider Verfahren ist noch nicht abgeschlossen.

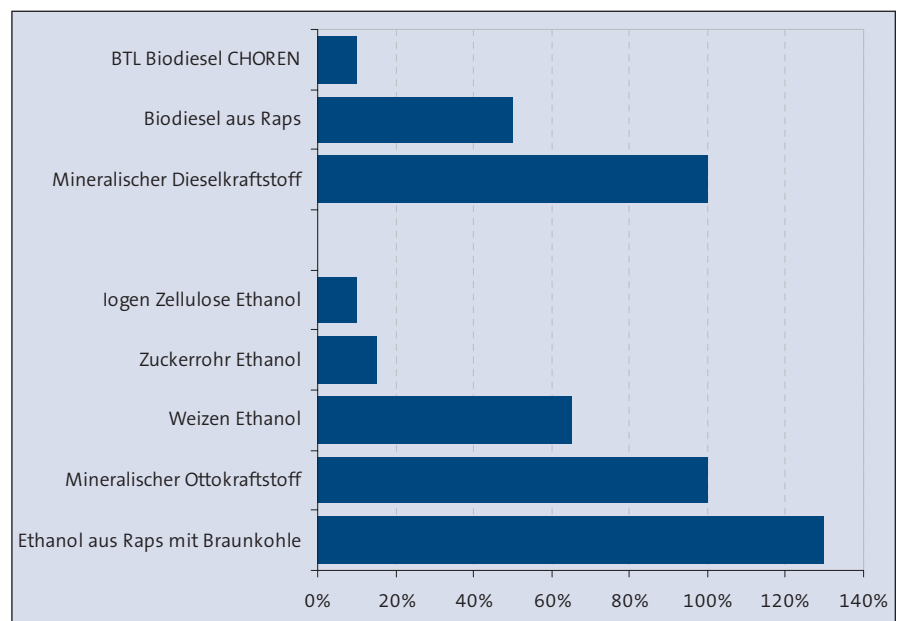


Abbildung 6:  
CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu mineralischen Kraftstoffen

Quelle: EUCAR/JRC/CONCAWE (2005)

## 2.3 | Stand der Diskussion

Die Nachhaltigkeitsprobleme von Biokraftstoffen haben zu einer intensiven Diskussion darüber geführt, ob Biokraftstoffe tatsächlich ein geeignetes Instrument zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehr sind, wenn mit dem eigentlich verfolgten Zweck gleichzeitig gravierende Nachteile in Bezug auf andere *Nachhaltigkeitskriterien* verbunden sind. Hieraus ergibt sich die Frage: Wie bzw. unter welchen Bedingungen kann eine möglichst nachhaltige Nutzung von Biokraftstoffen sichergestellt werden? In der gegenwärtigen Phase der Diskussion geht es vor allem um die Festlegung der relevanten Nachhaltigkeitskriterien sowie um mögliche *Zertifizierungsverfahren*. Eine breite Beteiligung der relevanten Akteure und Stakeholder (Multistakeholder-Ansatz) scheint hierbei notwendig, um durch eine hohe Akzeptanz die Funktionsfähigkeit und Stabilität des Systems zu gewährleisten. Neben den nationalen Regierungen der Produzenten- und Verbraucherländer sind dies internationale Organisationen, wie die UN oder die FAO, und Initiativen, z. B. Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB), bis hin zu den beteiligten Unternehmen über alle Stufen der Supply Chain von der Produktion bis zur Distribution.

Von einzelnen Ländern, Unternehmen und Nicht-Regierungs-Organisationen (NGO) wurden Vorschläge zum Umgang mit den Nachhaltigkeitsproblemen gemacht. Im Zuge dieser Diskussion sind verschiedene Nachhaltigkeitskriterien identifiziert und mögliche Zertifizierungsverfahren zum Nachweis von Nachhaltigkeit aufgezeigt worden (vgl. z. B. Cramer, 2006, oder CIS, 2007). Auch in Deutschland und in der EU sind entsprechende Konzepte und Vorschläge für die Implementierung eines Zertifizierungssystems in Vorbereitung. Einen Überblick über die Initiativen zur Sicherung der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen gibt die Tabelle 2.

Zurzeit befindet sich in *Deutschland* eine Verordnung über die Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von Biomasse für die Biokraftstoffproduktion in Vorbereitung. Dabei sollen Biokraftstoffe als nachhaltig angesehen werden, wenn sie bestimmte Anforderungen erfüllen. Die erste Anforderung umfasst die nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen. Damit soll garantiert werden, dass beim Anbau der Biomasse keine giftigen Stoffe eingesetzt, die Wasserqualität und die Bodenfruchtbarkeit nicht beeinträchtigt sowie die Arten- und Ökosystemvielfalt geschützt werden. Zudem zielt der Entwurf darauf ab, natürliche Lebensräume zu schützen. Dabei soll ausgeschlossen werden, dass für die Produktion von Biokraftstoffen verwendete Biomasse aus Schutzgebieten mit seltenen Tier- und Pflanzenarten stammen. Als dritte Anforderung werden die Biokraftstoffe danach differenziert, inwieweit sie einen Beitrag zur Treibhausgasreduzierung leisten.

In der Verordnung wird angestrebt, Biokraftstoffe mit einem großen Treibhausgasreduzierungspotenzial über einen höheren Faktor an die für Biodiesel und Bioethanol festgelegte energetische Quote nach § 37a Abs. 3 Satz 1 bis 6 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes anzurechnen. Der Rechenfaktor wird mit Hilfe eines Korrekturfaktors jährlich angepasst, dessen Höhe von den durchschnittlichen Treibhausgaseinsparungen aller im Vorjahr eingesetzten Biokraftstoffe abhängt. Das Zertifikat über die Nachhaltigkeit des Biokraftstoffes wird von einer unabhängigen Kontrollstelle, die mindestens einmal jährlich überprüft, inwieweit der entsprechende Biokraftstoff die Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllt, ausgestellt. Es wird angestrebt, dass der Nachweis über die komplette Lieferkette bis hin zum Anbau zu erbringen ist (Bundesregierung, 2007b).

*Kernfrage: Wie können Biokraftstoffe nachhaltig genutzt werden?*

*In Deutschland sollen Biokraftstoffe als nachhaltig angesehen werden, wenn sie Umweltschutzkriterien erfüllen ...*

*... und ein Treibhausgasreduzierungspotenzial aufweisen.*



In den *Niederlanden* hat die von der Regierung 2006 ernannte Projektgruppe „Sustainable Production of Biomass“ Nachhaltigkeitskriterien für die Produktion von Biomasse zur Herstellung von Biokraftstoffen erarbeitet. Als zentrale Kriterien wurden der Schutz der Biodiversität, die Vermeidung einer Verwendungskonkurrenz zu Nahrungsmitteln und die Reduktion der Treibhausgasemissionen genannt. Neben der Ausformulierung von Nachhaltigkeitskriterien wurden in den Niederlanden auch mit Unterstützung von Wissenschaftlern Indikatoren entwickelt, mit denen sich die Nachhaltigkeit überprüfen lässt. Bei der Festlegung der Kriterien und Indikatoren wurde darauf geachtet, existierende internationale Abkommen und Zertifizierungssysteme möglichst mit einzubeziehen. Ursprünglich war geplant, dass die Anbieter von Biokraftstoffen einen Bericht über die Nachhaltigkeit ihres Kraftstoffes Anfang 2008 vorlegen müssen. Die niederländische Regierung erwägt jedoch eine Verschiebung auf den 1.1.2009 (Cramer et al, 2006).

Initiativen	Kriterienkatalog	Status	Organisation
<b>Nationale Regierungen</b>			
Niederlande	Ja (CO <sub>2</sub> , Umweltschutz und soziale Aspekte)	Pilotprojekte	Arbeitsgruppe „Sustainable production of biomass“
UK	Ja (CO <sub>2</sub> , Umweltschutz)	Zertifizierung wird zum Jahre 2008 erwartet	Arbeitsgruppe „The Low Carbon Vehicle Partnership“
Deutschland	Werden zurzeit ausgearbeitet	Entwurf in Arbeit	Nationale Regulierung
Europäische Kommission	In der Entwicklung	Öffentliche Konsultation April-Mai 2007	EU-Politik
<b>NGO</b>			
WWF	Ja	Planung	Veröffentlichte Studie WWF
<b>Internationale Organisationen und Initiativen</b>			
RSPO	Ja, für Palmölproduktion	Pilotprojekte und Arbeitsgruppe	Konferenz auf freiwilliger Basis
RTRS	In Planung für Sojaanbau	In Vorbereitung	Konferenz auf freiwilliger Basis
BSI	In Planung für Zuckerrohr	In Vorbereitung	Konferenz auf freiwilliger Basis
RSB	In Planung für eine nachhaltige Biokraftstoffproduktion	In Vorbereitung	Konferenz auf freiwilliger Basis

Tabelle 2:  
Überblick über bestehende Initiativen

Quelle: Van Dam et al., Overview of recent developments in sustainable biomass certification (2006); Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Infobrief Juli 2007

... und Großbritannien haben Nachhaltigkeitskriterien entwickelt und eine Berichtspflicht geplant.

Großbritannien strebt an, den Anteil der Biokraftstoffe am gesamten Kraftstoffverbrauch zu erhöhen. Die englische Regierung hat jedoch erkannt, dass eine undifferenzierte Behandlung von Biokraftstoffen zu Nachhaltigkeitsproblemen führen kann. Daher hat sie in der Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO) festgeschrieben, dass die Anbieter von Biokraftstoffen ab dem 15. April 2008 über die Nachhaltigkeit ihres Kraftstoffes berichten müssen. Erst mit dem Report können so genannte Renewable Transport Fuel Certificates (RTFCs) erworben werden. Bei der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Minderung des jeweiligen Biokraftstoffes soll auch berücksichtigt werden, wie vor dem Anbau der Pflanzen zur Produktion von Biokraftstoffen das Land genutzt wurde –

beispielsweise Wüste, Steppe, Moor, Urwald oder Brachland. Die Beurteilung der Nachhaltigkeit mit Hinblick auf die Biodiversität soll über einen Meta-standard erfolgen. Das heißt, es soll auf bestehende Zertifizierungssysteme zurückgegriffen werden. Zudem drängt die englische Regierung die Unternehmen dazu, Mitglied in den internationalen Initiativen wie RSPO, RTS (Roundtable on Responsible Soy) und BSI (Better Sugercane Initiative) zu werden (UK Department for Transport, 2007).

Auf Ebene der *Europäischen Union* arbeitet die Kommission an Nachhaltigkeitsanforderungen für Biomasse zur Energieerzeugung. Sie plant eine Richtlinie zu entwerfen, in der sie die Nachhaltigkeitsanforderungen definiert und die Ausgestaltung für ein Nachweissystem vorgibt. Es bleibt zurzeit noch abzuwarten, ob die von der Kommission ausgearbeitete Regelung den Mitgliedsländern noch Spielraum für nationale Regelungen innerhalb der Biokraftstoffförderung lässt.

*In der EU wird derzeit ein Kriterienkatalog ausgearbeitet.*

## 3 | Handlungsoptionen und Lösungsansätze

Biokraftstoffe können einen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion im Verkehr und zu mehr Nachhaltigkeit der Mobilität leisten. Dabei muss allerdings die Nachhaltigkeitsperformance von Biokraftstoffen über die komplette Supply Chain vom Anbau bis zum Vertrieb betrachtet werden. Im Folgenden werden verschiedene Handlungsoptionen und Lösungsansätze diskutiert, um die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen sicherzustellen.

### 3.1 | Regulierung versus Markt

Zunächst stellt sich grundsätzlich die Frage, ob ein wirtschaftspolitischer Eingriff erforderlich ist oder ob der Markt allein zu einer effizienten Lösung führt. Wären Verbraucher in ausreichendem Maße bereit, für nachhaltige Biokraftstoffe einen entsprechend höheren Preis zu zahlen, so würde unabhängig von staatlichen Regeln ein Angebot an solchen Biokraftstoffen 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.

*Aufgrund der geringen Marktfähigkeit bedürfen Biokraftstoffe einer Förderung.*

Sind die Produktionskosten nachhaltiger Biokraftstoffe jedoch zu hoch für eine markteffiziente Lösung, muss der Staat regulierend eingreifen, um die entsprechenden Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Dabei kann er durch zusätzliche Anreize, z. B. Steuererleichterungen, oder aber durch Quoten und Regeln den Verbrauch von Biokraftstoffen fördern. Entscheidet sich der Staat, Biokraftstoffe zu fördern, muss er festlegen, welche Biokraftstoffe förderungswürdig sind und wie diese Förderwürdigkeit nachzuweisen ist.

*Die hohe Komplexität der Supply Chain führt zu Intransparenz.*

Vor allem die Prüfung des CO<sub>2</sub>-Reduktionspotentials, aber auch anderer Nachhaltigkeitskriterien, 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. Aufgrund dieser hohen Komplexität ist eine Sicherstellung der Nachhaltigkeit über die gesamte Supply Chain sehr schwierig und verursacht einen hohen Koordinierungsaufwand sowie hohe Informations- und Transaktionskosten. Um diese Kosten so gering wie möglich zu halten, bietet es sich an, Zertifizierung und Kontrolle nach internationalen Standards zu regeln. Dadurch muss zum einen nicht mehr jeder Anbieter von Biokraftstoffen deren Nachhaltigkeit selbst nachweisen und zum anderen werden durch ein einheitliches Zertifizierungsverfahren Informationsasymmetrien zwischen Produzenten und Verbrauchern reduziert und einheitliche, verlässliche Standards geschaffen. Die Regulierung von Biokraftstoffen sollte jedoch nicht dazu führen, dass auf diesem Weg nicht-tarifäre Handelshemmnisse zu protektionistischen Zwecken aufgebaut werden (vgl. hierzu auch Doornbusch, Steenblik, OECD 2007, S. 41).

### 3.2 | Ziele und Instrumente

Sofern neben der CO<sub>2</sub>-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 hohe Hektarerträge und eine hohe Energiegewinnung aufweist, andererseits aber auch einen hohen Verlust an Biodiversität verursachen kann. Neben den Zielen müssen auch die Instrumente auf Konsistenz geprüft werden. So ist zu prüfen, ob bestimmte Ziele mit dem Einsatz von Biokraftstoffen verknüpft werden sollten oder aber nicht andere Instrumente (Instrument II) herangezogen werden müssen (vgl. Abbildung 7). Insbesondere bei den Sozial- und Arbeitsbedingungen ist zu hinterfragen, ob sich diese verbessern würden, wenn die betroffenen Arbeitnehmer nicht Biokraftstoffe, sondern andere Güter produzierten.

*Ziele und Instrumente sind aufeinander abzustimmen ...*

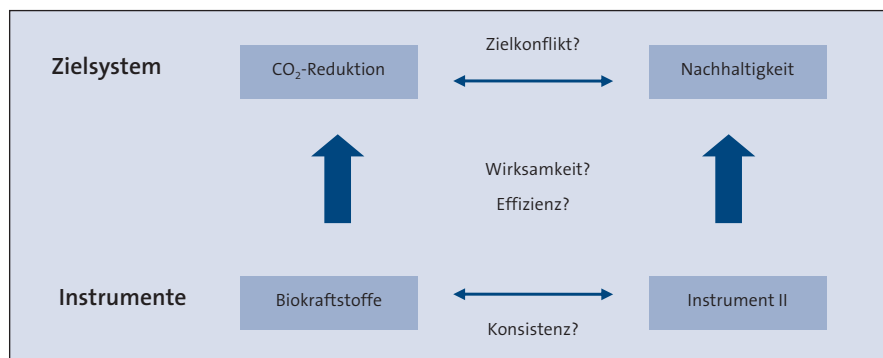


Abbildung 7:  
Zusammenhang von Zielen und Instrumenten

Quelle: HWWI

Sind bestimmte Biokraftstoffe nicht mit einzelnen Nachhaltigkeitszielen vereinbar, besteht die Möglichkeit, diese Biokraftstoffe grundsätzlich nicht zu verwenden. Diese Lösung ist jedoch sehr restriktiv und dürfte gerade in multilateralen Abkommen politisch kaum zustimmungsfähig sein. Eine praktikablere und weniger restriktive Lösung besteht darin, eine Abwägung zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitszielen zuzulassen. Besteht zwischen 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 dann, ob und inwieweit die Instrumente, die zum Erreichen der Ziele eingesetzt werden, effektiv und effizient sind. Grundsätzlich sollten ökonomische Anreize gesetzt werden, über die komplette Supply Chain nachhaltige Biokraftstoffe zu produzieren. Dabei sollten die verschiedenen Instrumente und Ziele nicht im Widerspruch zueinander stehen. So kann beispielsweise die Produktion von Biokraftstoffen in ärmeren Regionen eine Einkommensquelle darstellen, die erst die Möglichkeit für mehr Wohlstand und soziale Standards schafft.

*... und es müssen Zielhierarchien gebildet werden.*

Neben der Versorgungssicherheit ist die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen das vorrangige Ziel, das mit der Förderung von Biokraftstoffen verfolgt wird. Biokraftstoffe können jedoch Nachhaltigkeitsprobleme verursachen, indem sie negativ auf andere Nachhaltigkeitsziele wirken. Insofern gilt es, das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial nicht ausschließlich, sondern unter Beachtung anderer Nachhaltigkeitsziele zu maximieren. Entsprechend sollten das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial und die sonstige Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen getrennt von einander betrachtet und bewertet werden. Ein Biokraftstoff ist dann und nur dann „besser“ als ein anderer Biokraftstoff, wenn er ein höheres CO<sub>2</sub>-Nettoreduktionspotenzial aufweist und zugleich nicht problematischer in Bezug auf andere Nachhaltigkeitsziele ist.

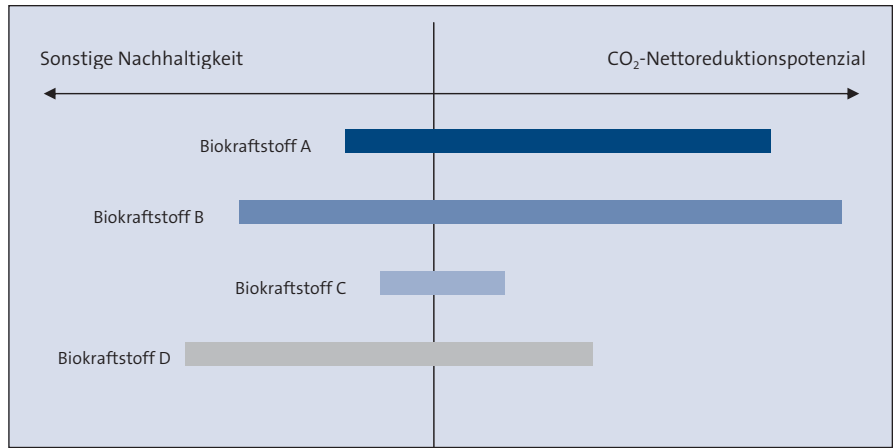


Abbildung 8:  
Bewertungsschema von Biokraftstoffen

Quelle: HWWI

Für das in Abbildung 8 dargestellte Beispiel gilt, dass der Biokraftstoff vom Typ B „besser“ ist als vom Typ A, da er sowohl in Bezug auf das CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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. Durch dieses Ausschlussverfahren lassen sich schließlich alle in diesem Sinne effizienten Biokraftstoffe ermitteln, aus denen der Verbraucher bzw. ein Land eine bestimmte Kombination aus CO<sub>2</sub>-Nettoreduktionspotenzial und Nachhaltigkeit wählen kann (vgl. Abbildung 9).

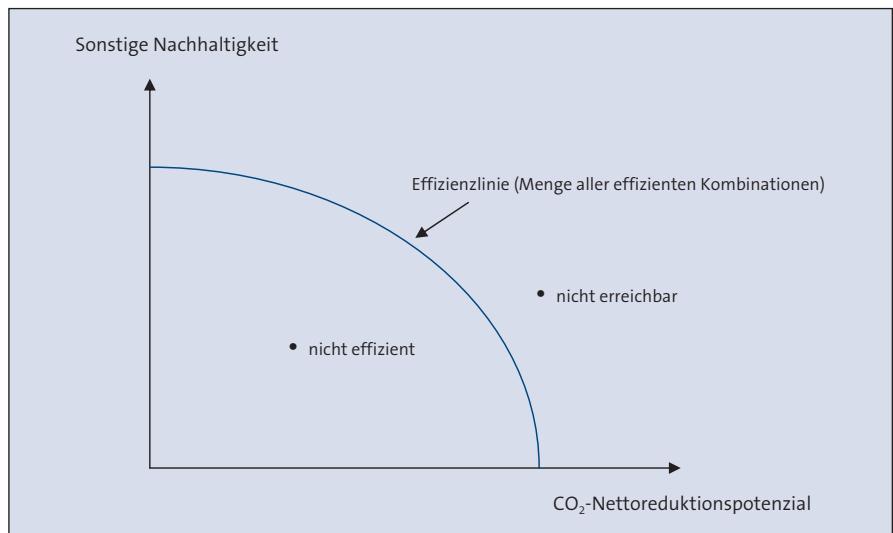


Abbildung 9:  
Effiziente Kombinationen von  
CO<sub>2</sub>-Reduktion und Nachhaltigkeit

Quelle: HWWI

Um als Staat oder Verbraucher aus den solchermaßen bestimmten Kombinationsmöglichkeiten nachhaltiger und CO<sub>2</sub>-armer Biokraftstoffe wählen zu können, müssen die Nachhaltigkeit und das CO<sub>2</sub>-Nettoreduktionspotenzial der Biokraftstoffe bekannt sein. Dazu bedarf es einer Zertifizierung. Diese sollte aus Effizienzgründen im Rahmen von internationalen Abkommen und Institutionen geregelt werden. Dabei sollten das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential und andere Nachhaltigkeitskriterien unabhängig voneinander zertifiziert werden. Dies ist insofern sinnvoll, als bestimmte Nachhaltigkeitsprobleme,

wie z. B. Sozialstandards oder Kinderarbeit, kein Spezifikum von Biokraftstoffen darstellen. Hier können andere Instrumente zur Lösung dieser Probleme weitaus wirksamer und effizienter sein. Werden CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial und sonstige Nachhaltigkeit unabhängig voneinander zertifiziert, können Länder die Kriterien der Förderwürdigkeit von Biokraftstoffen individuell bestimmen und spezifische Instrumente einsetzen. Eine Förderung von Biokraftstoffen wäre so auszugestalten, dass sie Raum für Entwicklungen in unterschiedlichen Technologien lässt, also „technologie-neutral“ ist, und die Heterogenität von Biokraftstoffen berücksichtigt. Um Kompatibilität bezüglich der vorhandenen Infrastruktur und positive Netzexternalitäten zu schaffen, sollte aber zugleich eine technische Normierung insbesondere der Produkteigenschaften von Biokraftstoffen angestrebt werden. Zugleich sollten Instrumente zur Förderung des Einsatzes von Biokraftstoffen kosteneffizient sein (vgl. z. B. Doornbusch, Steenblik, OECD 2007, S. 37 ff).

*Für eine effiziente Förderung müssen sowohl das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial als auch die Nachhaltigkeit bekannt sein.*

### 3.3 | Ein Zertifizierungssystem zur Sicherung der Nachhaltigkeit

Eine internationale Zertifizierung dient in einem 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 ökonomischer Bewertungen. Allerdings lassen sich mögliche wirtschaftspolitische Instrumente zur Schaffung positiver Anreize zum Verbrauch von Biokraftstoffen aus ökonomischer Sicht beurteilen. Im Folgenden wird zunächst ein Zertifizierungsverfahren vorgeschlagen, das der unter 3.1 und 3.2 dargestellten Argumentation folgt. Anschließend werden Ansatzpunkte und Instrumente für eine effiziente Förderung von Biokraftstoffen diskutiert.

#### *Konkretes Zertifizierungsverfahren*

Es sollen sowohl das „CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial“ als auch die „sonstige Nachhaltigkeit“ von Biokraftstoffen zertifiziert werden. Hierfür ist es zunächst notwendig, 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 zwischen drei und fünf betragen. Da „Nachhaltigkeit“ eigentlich mehrere Dimensionen aufweist, aber die Bewertung in einer Größe zusammengefasst werden muss, sollten die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsklassen eine flexible Kombinierbarkeit von Kriterien erlauben. Ebenso ist eine kumulative Erfüllung von Nachhaltigkeitsmindeststandards denkbar. Jeder Biokraftstoff wird den festgelegten Klassen zugeordnet. Das Ergebnis der Zertifizierung besteht in zwei Informationen:

- 1) die Zugehörigkeit zu einer CO<sub>2</sub>-Nettoreduktionsklasse,
- 2) die Zugehörigkeit zu einer Nachhaltigkeitsklasse.

*Für eine Zertifizierung von Biokraftstoffen müssen CO<sub>2</sub>-Reduktionsklassen und Nachhaltigkeitsklassen festgelegt werden.*

Die Einteilung der Klassen erfolgt durch Festlegung von Intervallen auf der jeweiligen Skala, wobei R für Reduktionsklasse und N für Nachhaltigkeitsklasse steht (siehe Abbildung 10). Den Bezugspunkt bzw. den „Nullpunkt“ der Skala, auf der Biokraftstoffe hinsichtlich ihres Nettoreduktionspotenzials und

ihrer Nachhaltigkeit bewertet werden, kann z. B. ein Durchschnitt der fossilen Kraftstoffe definieren. Alternative Ansätze zur Messung von Nachhaltigkeit werden in Box 3 diskutiert.

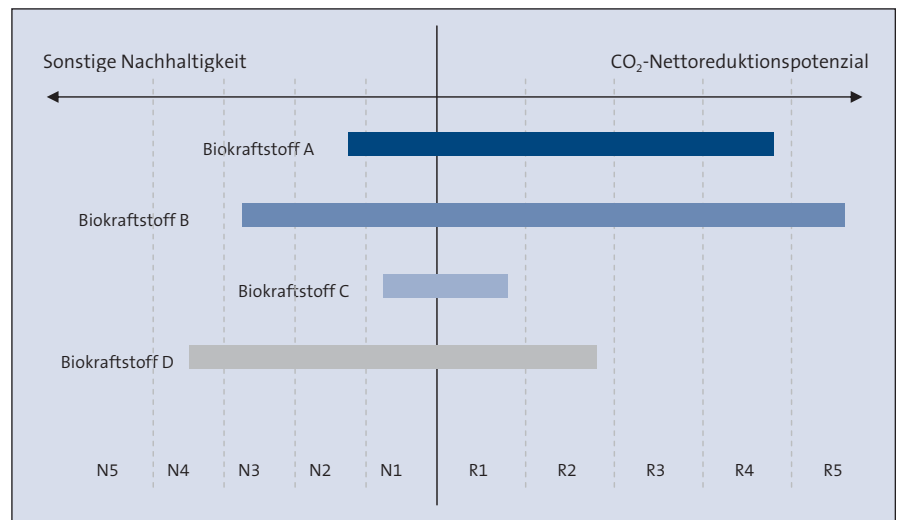


Abbildung 10:  
Klassifizierungsschema für Biokraftstoffe

Quelle: HWWI

### Box 3

#### Zur Messung von Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit hat viele Dimensionen. Gleichzeitig sollte eine Zertifizierung der Nachhaltigkeit einfach und transparent sein. Es stellt sich daher die Frage nach einem aggregierten Messkonzept für Nachhaltigkeit, das einerseits Komplexität reduziert, andererseits aber noch genügend viele Informationen enthält. Alternativ zu dem hier vorgeschlagenen Konzept, die Nachhaltigkeitsklasse nach der Anzahl der erfüllten Kriterien zu bestimmen, kann ein *binärer Code* nähere Informationen darüber bereit stellen, welche der Kriterien erfüllt sind. Ist das 1. Kriterium erfüllt, enthält der Code an dieser Stelle eine Eins, anderenfalls eine Null. Entsprechend wird mit dem 2. Kriterium verfahren, so dass für den Fall von fünf Kriterien der fünfstellige Code beispielsweise „10110“ lauten könnte. Jede Stelle ist dabei fest einem Kriterium zugeordnet.

Um bestimmen zu können, ob ein Nachhaltigkeitskriterium erfüllt ist oder nicht, müssen jedoch *Grenzwerte* bzw. *Mindeststandards* festgelegt werden. Diese weisen jedoch den Nachteil auf, dass es sowohl von „unten“ als auch von „oben“ zu einer Anpassung an den Grenzwert kommt. Bislang weniger nachhaltige Biokraftstoffe werden dann zwar so nachhaltig produziert, dass sie den Grenzwert erreichen, sich bislang weit darüber befindende Biokraftstoffe aber könnten aus Kostengründen so weit an Nachhaltigkeit reduzieren, bis sie gerade noch den Grenzwert erfüllen. Hier ist also eine stärkere Differenzierung notwendig, um Anreize für eine möglichst hohe Nachhaltigkeit zu geben. Eine Alternative zum binären Code wäre folgendes Verfahren: Für jedes Nachhaltigkeitskriterium wird der jeweilige *Erfüllungsgrad* gemessen und anschließend der Durchschnitt über alle Kriterien gebildet. Dieses Verfahren hat folgende Vorteile: Zum einen wird eine stetige Nachhaltigkeitskala definiert, die eine sehr differenzierte Förderung zulässt. Zum anderen wird durch den am nachhaltigsten produzierten Biokraftstoff implizit eine *„Benchmark“* bzw. *„best practice“* definiert, die zusätzlich dynamische Anreize für eine permanente Steigerung der Nachhaltigkeit schafft.

Für die Zertifizierung von Biokraftstoffen sind internationale Standards festzulegen, da aufgrund der hohen Komplexität der Supply Chain von Biokraftstoffen eine einheitliche Regelung gegenüber dezentralen Mechanismen Effizienzvorteile aufweist. Durch ein einheitliches Verfahren werden vergleichbare und verlässliche Standards geschaffen, Informationsasymmetrien bezüglich der Qualität von Biokraftstoffen beseitigt sowie Transaktionskosten in der Zertifizierung und im Monitoring von Produktion und Distribution der Biokraftstoffe reduziert. In Deutschland und in Europa sind Entwürfe für eine konkrete Ausgestaltung eines Zertifizierungsverfahrens für Biokraftstoffe in Vorbereitung, während in anderen Bereichen schon entsprechende Verfahren existieren, für die internationale Standards festgelegt wurden (siehe Box 4).

*Die Komplexität der Supply Chain erfordert eine international einheitliche Regelung.*

#### **Box 4**

##### **Bestehende Zertifizierungssysteme**

In der Holzindustrie wurden Standards festgelegt, die sicherstellen sollen, dass das Holz nachhaltig angebaut wird. Bei dem *Forest Stewardship Council* (FSC)-Zertifizierungssystem wurden international gültige, einheitliche Standards für den Holzanbau und Holzabbau geschaffen. Die Überprüfung der Standards übernimmt eine *unabhängige dritte Partei*, die vom FSC beauftragt wird. Das FSC-Zertifikat soll es den Kunden ermöglichen, Holzprodukte zu identifizieren, die auf Basis einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung hergestellt wurden (FSC, 2007).

Ein weiteres Zertifizierungssystem stellt das *PEFC* (Pan European Forestry Certificate) dar. Die Unabhängigkeit der Zertifizierer wird gewährleistet, indem sie nicht von der PEFC selbst ausgewählt werden, sondern eine *Zulassung des Zertifizierers* erfolgt durch eine nationale Akkreditierungsstelle. Die Waldeigentümer werden jährlich nach der Einhaltung der PEFC Kriterien überprüft (PEFC, 2007). Darüber hinaus können sich einzelne Unternehmen zu höheren Standards verpflichten. So hat die Axel Springer AG zusammen mit Papierlieferanten ein Konzept erstellt, das zum Ziel hat, dass für die Produktion der von Axel Springer publizierten Zeitungen sowie Zeitschriften ausschließlich Holz verwendet wird, das gewissen Nachhaltigkeitskriterien entspricht. Das Konzept „*Assured Wood Traceability*“ (Druckpapier mit nachprüfbarer Holzherkunft) sieht vor, dass durch ein transparentes Verfahren sich die Holzherkunft zurückverfolgen lässt (Horst/Nehm, 2007).

Im Bereich des Agrarsektors gibt es verschiedene Zertifizierungssysteme, wie beispielsweise *EUREPGAP* als Qualitätssicherungssystem und das *Sustainable Agriculture Network* (SAN) als System zur Sicherung nachhaltiger Produktion (EUREPGAP, 2007/SAN, 2007). Darüber hinaus wurden auch Zertifizierungssysteme für den fairen Handel von agrarischen Produkten entworfen. Als Beispiel lässt sich hier das Zertifizierungssystem *FAIRTRADE* nennen. Über die Klassifikation soll dem Kunden signalisiert werden, dass es sich um ein Produkt handelt, das unter fairen Bedingungen gehandelt wurde (IFAT, 2007/FAIRTRADE, 2007).

In der Schifffahrt überprüfen Klassifizierungsgesellschaften, ob die Schiffe alle notwendigen technischen Voraussetzungen erfüllen, um die Umwelt und Menschen zu schützen. Dabei werden die Standards der Weltmaritimbehörde *IMO* über den Bau und die Wartung von Schiffen zugrunde gelegt (IMO, 2007). Die Schiffe werden nach ihrem technischen Stand, dem Zustand der Maschine und



den Sicherheitsvorkehrungen zur Lebensrettung beurteilt. Je nach Prüfergebnis werden die untersuchten Schiffe dann in Klassen eingeteilt. Die Klasseneinteilung wird per Zertifikat bescheinigt. Eine bessere Klasse schlägt sich letztlich in niedrigeren Versicherungsbeiträgen nieder. Während die Zertifizierungssysteme in der Holzindustrie und im Agrarsektor auf freiwilliger Basis umgesetzt und befolgt werden, handelt es sich bei der Zertifizierung in der Schifffahrt um ein durch internationale Abkommen geregeltes System.

*Sinnvoll ist eine flexible  
Ausgestaltung der Förderung.*

#### *Konkretes Förderungsverfahren*

Um den Einsatz 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Nettoreduktionspotenzial eines Biokraftstoffs variieren sowie
- 2) als Voraussetzung für die Förderung eine Mindestbefreiung 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 Mindestbefreiung an Nachhaltigkeit geknüpft sein,
- ein Nachhaltigkeitsfaktor eingeführt werden, der bei gleichem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial eine höhere Nachhaltigkeit „belohnt“,
- eine progressiv ausgestaltete Förderung in Bezug auf CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial und Nachhaltigkeit zusätzlich dynamische Innovationsanreize für den „Grenzanbieter“ bzw. den „Grenznachfrager“ schaffen, indem technologische Weiterentwicklungen nachhaltiger Produktionsverfahren besonders „belohnt“ werden.

#### *Zertifizierungsschema*

*Die Zertifizierung sollte transparent  
und anwendungsfreundlich sein.*

Während die Klassifizierung des CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzials von Biokraftstoffen relativ einfach ist, da nur die Klassengrenzen festgelegt werden müssen, stellt die Festlegung von Nachhaltigkeitsklassen ein Problem dar; so wächst die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten überproportional zu der Anzahl der Nachhaltigkeitskriterien, so dass schnell ein hohes Maß an Komplexität erreicht ist. So gibt es bei drei Kriterien acht verschiedene Kombinationsmöglichkeiten, bei vier Kriterien dagegen schon 16. Ein einfaches alternatives Verfahren definiert die Nachhaltigkeitsklasse nach der Anzahl der erfüllten Kriterien, d. h. ein Biokraftstoff wird der Nachhaltigkeitsklasse drei zugeordnet, falls dieser drei von fünf (ungeachtet welcher Kriterien) erfüllt, ein anderer Biokraftstoff, der vier Kriterien erfüllt, der Nachhaltigkeitsklasse 4 usw. Ein konkretes Zertifizierungsschema könnte dann wie folgt gestaltet sein (vgl. Abbildung 11). In dem dargestellten Beispiel ist der zertifizierte Biokraftstoff D vom Typ „R2/N4“, wobei eine höhere Klasse jeweils ein größeres CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial bzw. eine höhere Nachhaltigkeit bedeutet.



Abbildung 11:  
Beispiel für ein Zertifizierungsschema

Quelle: HWWI

Die Anrechenbarkeit des CO<sub>2</sub>-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 Multiplikation der Menge an Biokraftstoffen, die diesen Mindeststandard an Nachhaltigkeit erfüllen, mit einem „CO<sub>2</sub>-Reduktionsfaktor“, 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/N4“, dann berechnet sich die Anrechnungsquote aus dem „CO<sub>2</sub>-Reduktionsfaktor“ der Reduktionsklasse 2, dem „Nachhaltigkeitsfaktor“ der Nachhaltigkeitsklasse 4 sowie der Menge des mit „R2/N4“ zertifizierten Biokraftstoffs. Über einen solchen Nachhaltigkeitsfaktor ist es möglich – je nach politischer Zielsetzung – die Gewichtung von CO<sub>2</sub>-Reduktion und Nachhaltigkeit zielgenau zu steuern und entsprechende Anreizwirkungen für Produzenten und Verbraucher zu schaffen. In Tabelle 3 ist ein Beispiel für eine Differenzierung der Förderung nach CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial und Nachhaltigkeit dargestellt.

*Ein Nachhaltigkeitsfaktor schafft ökonomische Anreize.*

	N1	N2	N3	N4	N5
R1	0	0	0,1	0,2	0,3
R2	0	0	0,2	0,3	0,4
R3	0	0	0,3	0,4	0,5
R4	0	0	0,5	0,6	0,7
R5	0	0	0,8	0,9	1,0

Tabelle 3:  
Anrechnungsfaktoren in Abhängigkeit von Reduktionspotenzial und Nachhaltigkeit

Quelle: HWWI

Hier ist die Staffelung der Anrechnungsfaktoren linear in Bezug auf die Nachhaltigkeitsklassen. Dabei ist die Quotenanrechnung an die Mindest Erfüllung der Nachhaltigkeitsklasse drei gekoppelt. Bezogen auf das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial erfolgt die Anrechnung zunächst linear, dann progressiv, um bei steigenden Vermeidungskosten zusätzliche Reduktionsanreize zu setzen.

Mit der Förderung von Biokraftstoffen sollen die langfristige Versorgungssicherheit erhöht und die CO<sub>2</sub>-Emission im Verkehr gesenkt werden. Doch für das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial von Biokraftstoffen ist nicht allein der Verbrauch entscheidend, sondern es müssen auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Produktion und Distribution berücksichtigt werden. Es kommt also darauf an, bei der Förderung die CO<sub>2</sub>-Bilanz über die gesamte Supply Chain zugrunde zu legen.

Darüber hinaus können auf den einzelnen Stufen der Supply Chain zusätzlich Nachhaltigkeitsprobleme auftreten. Mögliche Nachhaltigkeitsprobleme bestehen vor allem in einem Verlust an Biodiversität, z. B. 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 CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial die Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen eine politische Forderung dar. Es muss daher gewährleistet werden, dass ein verstärkter Einsatz von Biokraftstoffen nicht in Konflikt zu anderen Nachhaltigkeitszielen gerät.

Da die Verwendung von Biokraftstoffen in vielen Ländern staatlich gefördert wird, sich gleichzeitig Biokraftstoffe aber erheblich in Bezug auf CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-armer und nachhaltiger Biokraftstoffe geschaffen werden.

„CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial“ und „Nachhaltigkeit“ sollten unabhängig voneinander zertifiziert werden, um die zwei unterschiedlichen Ziele mit jeweils adäquaten spezifischen Instrumenten wirksam und effizient unterstützen zu können. Aufgrund der hohen Komplexität der Supply Chain und entsprechend hohen Transaktions- und Kontrollkosten sollte die Zertifizierung nach einheitlichen internationalen Standards vorgenommen werden; dies reduziert zum einen die Kosten und zum anderen werden einheitliche und verlässliche Standards geschaffen. Die konkrete Förderung dagegen kann – 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.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Einführung und Umsetzung einer Nachhaltigkeitszertifizierung von Biokraftstoffen ein außerordentlich umfangreiches und komplexes Verfahren darstellt. Aufgrund der Vielzahl zu lösender Details ist die Implementierung einer voll funktionsfähigen Nachhaltigkeitsregulierung innerhalb von nur 12 Monaten ein sehr anspruchsvolles Projekt. Vor Inkrafttreten wäre daher grundsätzlich eine Pilotphase empfehlenswert, in der Regulierungen überprüft und erprobt werden können.

*Adolf, J. (2006)* Boom in der Biokraftstoffbranche – eine nachhaltige Entwicklung?, in: Wirtschaftsdienst, Heft 12, S. 778-785.

*AG-Energiebilanzen (2007)* Online-Datenabfrage.

*Biokraftstoffquotengesetz (2006)* vom 18. Dezember 2006, <http://www.bgblportal.de/BGBL/bgbl1f/bgbl106s3180.pdf>.

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

*Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2007)* Infobrief Juli 2007, [http://www.fnr.de/cms35/fileadmin/Infobrief/pdf/Infobrief\\_07\\_07.pdf](http://www.fnr.de/cms35/fileadmin/Infobrief/pdf/Infobrief_07_07.pdf).

*Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007)* Renewable energy sources in figures – national and international development, June 2007.

*Bundesregierung (2007a)* Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm.

*Bundesregierung (2007b)* Entwurf einer Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von zu Biokraftstoffen verwendeter Biomasse (Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung – BioNachV), Stand 24.10.1007.

*Cooperative Insurance [CIS] (2007)* Sustainability of Biofuels – Risks and Opportunities. Responsible Shareholding, Mai 2007.

*Cramer, J. et al. (2006)* Criteria for Sustainable Biomass Production. Energy Transition Task Force, Juli 2006.

*Crutzen P. J. et al. (2007)* N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels, August 2007.

*Dam, van J. et al. (2006)* Overview of recent developments in sustainable biomass certification, 22. Dezember 2006.

*Doornbosch, R.; Steenblik, R. (2007)* Biofuels: Is the cure worse than the disease?, Hrsg.: OECD, 12. September 2007.

*EUCAR / JRC / CONCAWE (2005)* Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context.

*GTZ (2006)* Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Globale Potenziale und Implikationen für eine nachhaltige Landwirtschaft und Energieversorgung im 21. Jahrhundert, Berlin.

*European Commission (2007a)* Biofuel issues in the new legislation on the promotion of renewable energy, April 2007.

*European Commission (2007b)* Stricter fuel standards to combat climate

change and reduce air pollution, 31 January, Brüssel.

*European Environment Agency (2006)* How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?, Report No 7/2006, Copenhagen.

*European Parliament (2007)* Draft Report 2007/0019(COD) on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil (...), July 2007.

*Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (2006)* Biokraftstoffe – eine vergleichende Analyse, Gülzow.

*Financial Times (2007)* Bread and butter issue, Artikel vom 24. Oktober 2007.

*Fritsche, U. R.; Hünecke, K.; Wiegmann, K. (2005)* Kriterien zur Bewertung des Pflanzenanbaus zur Gewinnung von Biokraftstoffen in Entwicklungsländern unter ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten, Februar 2005, Darmstadt/Freiburg.

*Fritsche, Uwe R. et al. (2006)* Sustainability Standards for Bioenergy, Hrsg.: WWF, November 2006, Frankfurt am Main.

*Food and Agriculture Organization (2007)* Crop Prospects and Food Situation Report, Nr. 5, Oktober.

*Horst, D. W.; Nehm, F. (2007)* Zeitungen und Zeitschriften, die ihre Bäume „kennen“ – Holzherkunftsnachweis mit System, in: Klimafaktor Biokraftstoff – Experten zur Nachhaltigkeitszertifizierung, Hrsg.: Forum Nachhaltige Entwicklung der Deutschen Wirtschaft.

*International Monetary Fund (2007)* World Economic Outlook – Globalization and Inequality, October 2007.

*Low Carbon Vehicle Partnership (2006)* Draft Environmental Standards for Biofuels, Juli 2006

*Murray, A. (2005)* Ethanol's Potential: Locking Beyond Corn. Earth Policy Institute.

*OECD-FAO (2007)* Agricultural Outlook 2007-2016.

*Quaiattini, G. et al. (2007)* Letter to the U.N. Secretary-General Ban Ki-moon, 11. November 2007, [http://www.greenfuels.org/news/2007\\_11\\_11.pdf](http://www.greenfuels.org/news/2007_11_11.pdf).

*Rat der Europäischen Union (2007)* Schlussfolgerungen des Vorsitzenden, Tagung vom 8./9. März, Brüssel.

*Sachverständigenrat für Umweltfragen (2007)* Klimaschutz durch Biomasse, Sondergutachten, Juli 2007.

*UK Department for Transport (2007) Carbon and Sustainability Reporting Within the Renewable Transport Fuel Obligation, June 2007.*

*Umweltbundesamt (2007) Online-Datenabfrage.*

*UN Daily News (2007) UN independent rights expert calls for five-year freeze on biofuel production, Artikel vom 26. Oktober 2007.*

*US Department of Agriculture (2007) Ethanol expansion in the United States – How will the agricultural sector adjust?, von Westcott, Paul C., May 2007.*

*US Department of Energy (2001) Corn Stover for Bioethanol – Your New Cash Crop? National Renewable Energy Laboratory.*

*Wall Street Journal (2007) Biofuels group faults U.N. report, Artikel vom 14. November 2007.*

*WWF (2007) Regenwald für Biodiesel – Ökologische Auswirkungen der energetischen Nutzung von Palmöl, Frankfurt am Main.*

*Better Sugarcane Initiative (01.11.2007) <http://www.bettersugarcane.org/>*

*EUREPGAP (10.10.2007) <http://www.eurep.org/Languages/German/about.html>*

*FAIRTRADE (10.10.2007) <http://www.transfair.org/ueber-transfair/ueber-uns.html>*

*Forest Stewardship Council (10.10.2007) <http://www.fsc.org/en/>*

*International Maritime Organization (10.10.2007) <http://www.imo.org/home.asp/>*

*International Fair Trade Association (10.10.2007) <http://www.ifat.org/>*

*Pan-European Forestry Certificate (10.10.2007) <http://www3.pefc.de/>*

*Roundtable on Responsible Soy (01.11.2007) <http://www.responsiblesoy.org/eng/index.htm>*

*Roundtable on Sustainable Biofuels (13.11.2007) <http://cgse.epfl.ch/page65660.html>*

*Roundtable on Sustainable Palm Oil (01.11.2007) <http://www.rspo.org/>*

*Sustainable Agriculture Network (10.10.2007) <http://www.sare.org/>*

*World Wildlife Fund (02.11.2007) [http://www.panda.org/about\\_wwf/what\\_we\\_do/](http://www.panda.org/about_wwf/what_we_do/)*

## Internetquellen

# Abkürzungs- verzeichnis

BMF	Bundesministerium der Finanzen
BSI	Better Sugercane Initiative
BTL	Biomass to Liquids
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EEA	European Environment Agency
EUREGAP	European Good Agricultural Practice
FAO	Food and Agriculture Organization
FSC	Forest Stewardship Council
FT	Financial Times
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IFAT	International Fair Trade Association
IMF	International Monetary Fund
IMO	International Maritime Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
N <sub>2</sub> O	Distickstoffmonoxid
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PEFC	Pan European Forestry Certificate
RSPO	Roundtable on Sustainable Palm Oil
RTFCs	Renewable Transport Fuel Certificates
RSB	Roundtable on Sustainable Biofuels
RTFO	Renewable Transport Fuel Obligation
RTRS	Roundtable on Responsible Soy
SAN	Sustainable Agriculture Network
USDA	United States Department of Agriculture
WWF	World Wildlife Fund

**Das Hamburgische WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)** ist eine unabhängige Forschungseinrichtung, die zukunftsrelevante wirtschaftliche, gesellschaftliche und politische Themen erkennt und analysiert.

Das HWWI nutzt Grundlagen- und angewandte Forschung, um wissenschaftlich fundierte und praxisnahe Beratungsdienstleistungen zu erbringen. Darüber hinaus engagiert sich das Institut in der wirtschaftswissenschaftlichen Lehre sowie in der weiterführenden Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Das HWWI besteht aus vier Kompetenzbereichen:

- Wirtschaftliche Trends,
- Hamburg und regionale Entwicklungen,
- Weltwirtschaft und
- Migration Research Group.

Neben dem Hauptsitz in Hamburg ist das Institut mit einer Zweigniederlassung in Thüringen präsent.

Das HWWI ist eine gemeinnützige GmbH. Gesellschafter des Instituts sind die Universität Hamburg und die Handelskammer Hamburg.



Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)

Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg

Tel +49 (0)40 34 05 76 - 0 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 776

infowww.hwwi.org