



Hamburgisches  
WeltWirtschafts  
Institut

# Biokraftstoffe – Option für die Zukunft? Ziele, Konzepte, Erfahrungen

Michael Bräuninger, Leon Leschus, Henning Vöpel

HWWI Policy

Report Nr. 1  
des

HWWI-Kompetenzbereiches  
Wirtschaftliche Trends und Hamburg

**Michael Bräuninger**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Neuer Jungfernstieg 21 | 20354 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 31 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 76  
braeuninger@hwwi.org | www.hwwi.org

**Leon Leschus**  
Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA)  
Neuer Jungfernstieg 21 | 20347 Hamburg  
Tel +49 (0)428 34 - 323 | Fax +49 (0)428 34 - 451  
leon.leschus@hwwa.de | www.hwwa.de

**Henning Vöpel**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Neuer Jungfernstieg 21 | 20354 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 34 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 76  
voepel@hwwi.org | www.hwwi.org

**HWWI Policy Report**  
Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)  
Neuer Jungfernstieg 21 | 20354 Hamburg  
Tel +49 (0)40 34 05 76 - 0 | Fax +49 (0)40 34 05 76 - 76  
info@hwwi.org | www.hwwi.org  
ISSN 1862-4944 | ISSN (Internet) 1862-4952

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

**© Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI) | April 2006**

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 – Option für die Zukunft? Ziele, Konzepte, Erfahrungen

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>Fiskalischer Effekt und Emissionsziele der Kraftstoff- besteuerung</b>	<b>7</b>
2.1	Entwicklung und Prognose des Kraftstoffsteueraufkommens	7
2.2	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Verkehrssektor	8
2.3	Das CO <sub>2</sub> -Reduktionspotential von Biokraftstoffen	9
<b>3</b>	<b>Konzepte zur kosteneffizienten Förderung von Biokraft- stoffen</b>	<b>11</b>
3.1	Ansatzpunkte, Instrumente für und Anforderungen an eine effiziente Förderung	11
3.2	Förderung von Biokraftstoffen im internationalen Vergleich	12
3.3	Ein Vorschlag zur effizienten Förderung von Biokraftstoffen	16
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerungen</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Literatur</b>	<b>20</b>

# Abbildungs- verzeichnis

Abbildung 1	Entwicklung von Verbrauch und Steueraufkommen	7
Abbildung 2	Prognose Mineralölsteueraufkommen	8
Abbildung 3	Entwicklung des verkehrsbedingten CO <sub>2</sub> -Ausstoßes	9
Abbildung 4	CO <sub>2</sub> -Ausstoß von Biokraftstoffen im Verhältnis zu mine- ralischem Kraftstoff	10
Abbildung 5	Biokraftstoffverwendung in Europa	13
Abbildung 6	Verteilung der Produktionskapazitäten von Biodiesel 2005 in der EU-25	14
Abbildung 7	Anteile and Ethanolproduktion 2005	15
Abbildung 8	Nachhaltigkeitsquoten	17

Um die deutschen Verpflichtungen im Rahmen des Burden Sharings der Europäischen Union (EU) oder noch anspruchsvollere Klimaschutzziele zu erreichen, sind besondere Anstrengungen notwendig. Zwar ist der Ausstoß von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) des Straßenverkehrs in Deutschland seit 1999 um etwa 6% zurückgegangen. Aufgrund des Anstieges in den 1990er Jahren und der weiterhin hohen Mobilitätsnachfrage sind die verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen aber noch deutlich über dem Niveau von 1990. Damit der Verkehr künftig einen größeren Beitrag zum deutschen Klimaschutzziel leisten kann, müssen alle Optionen in Betracht gezogen werden. Einen wichtigen Beitrag könnten hier Biokraftstoffe leisten.

Zur Optimierung des Klimaschutzbeitrages von Biokraftstoffen ist es unabdingbar, die Emissionen über den gesamten Prozess – von der Herstellung bis zur Verbrennung – zu betrachten. Neuere Untersuchungen zeigen, dass in einer solchen Öko-Gesamtbilanz erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Biokraftstoffen bestehen. Während das Einsparpotential bei konventionellen Biokraftstoffen eher gering ist, haben Biokraftstoffe der zweiten Generation CO<sub>2</sub>-Vorteile bis zu 90%. Auch international gibt es große Unterschiede in der Effizienz, mit der Biokraftstoffe produziert werden.

In Anbetracht der angespannten öffentlichen Haushalte sind Fördermittel in Deutschland begrenzter denn je. Das gilt auch für den Klimaschutz. Deshalb sollte die Förderung von Biokraftstoffen so effizient wie möglich durchgeführt werden. Dies erfordert, dass den unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Reduktionspotentialen verschiedener Biokraftstoffe angemessen Rechnung getragen wird.

In dem vorliegenden Report wird vorgeschlagen, Biokraftstoffe in Abhängigkeit von ihren Öko-Gesamtbilanzen in drei Nachhaltigkeitsklassen einzuteilen. Die so klassifizierten Biokraftstoffe könnten dann in einem Quotensystem unterschiedlich berücksichtigt werden. Sofern die Quoten handelbar wären, würde dies Kosteneffizienz sicherstellen. Als zweitbeste Lösung könnten Biokraftstoffe mit besseren Nachhaltigkeitsklassen steuerlich gefördert werden.

# 1 | Einleitung

EU-weit verursacht der Verkehr ca. 20% aller Treibhausgasemissionen, in Deutschland sind es ca. 19%. Für den langfristigen Erfolg der Klimapolitik ist es daher wichtig, auch die verkehrsbedingten Emissionen zu senken. Eine wesentliche Bedeutung für eine zukunftsorientierte Verkehrs- und Energiepolitik können dabei Biokraftstoffe übernehmen, da sie im Bereich des Verkehrs die fossilen Kraftstoffe zumindest teilweise ersetzen können. Trotz umfassender Förderung und hoher Rohölpreise sind Biodiesel und Bioethanol beim derzeitigen Stand der Technik allerdings immer noch nicht wettbewerbsfähig. Für die Politik stellt sich daher die Frage, inwieweit und durch welche Maßnahmen und Instrumente Biokraftstoffe effizienter gefördert werden können.

Am 15. März 2006 hat das Bundeskabinett im Rahmen des Energiesteuergesetzes beschlossen, zum 1. August 2006 die bisherige Steuerbefreiung von Biokraftstoffen aufzuheben. Biokraftstoffe werden dann mit einem gegenüber fossilen Kraftstoffen reduzierten Satz besteuert. Hintergrund für diese Entscheidung ist eine EU-Richtlinie, die eine Überkompensation der Mehrkosten in der Erzeugung von Biokraftstoffen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen nicht zulässt. Zum 1. Januar 2007 ist angestrebt, gemäß Koalitionsvertrag die Steuerbegünstigung von Biokraftstoffen vollständig abzuschaffen. Die bisherige steuerliche Förderung von Biokraftstoffen soll dann durch eine Zwangsbeimischung ersetzt werden.

Die Zwangsbeimischung von Biokraftstoffen führt aufgrund der höheren Einkaufspreise und Beimischungskosten von Biokraftstoffen zu Mehrkosten, die sich in erhöhten Preisen widerspiegeln werden. Hinzu kommt die gestiegene Steuerbelastung. Vor dem Hintergrund steigender Preise für die Verbraucher und der haushaltspolitischen Konsolidierung stellt der vorliegende Report möglichst kosteneffiziente Optionen zur Förderung der Marktfähigkeit von Biokraftstoffen dar. Eine solche Förderung sollte dabei die Schadstoffbelastung über den gesamten Produktionsprozess, d.h. vom Anbau über den Konversionsprozess bis zum Verbrauch, berücksichtigen sowie kohärent mit anderen Nachhaltigkeitszielen sein.

In diesem Report werden zunächst das fiskalische Ziel und das Lenkungsziel der Kraftstoffbesteuerung diskutiert. Dann wird das CO<sub>2</sub>-Einsparpotential von verschiedenen Biokraftstoffen untersucht. Im Anschluss werden Optionen zur politischen Förderung von Biokraftstoffen dargestellt. Dabei werden Vor- und Nachteile der Grundkonzepte behandelt. Hier wird einerseits die Zwangsbeimischung, andererseits die steuerliche Förderung angesprochen. Dann wird die Entwicklung im internationalen Querschnitt analysiert, um so zu untersuchen, ob es Vorbilder geben könnte. Abschließend wird ein Vorschlag für eine kosteneffiziente Förderung von Biokraftstoffen präsentiert.

## 2 | Fiskalischer Effekt und Emissionsziele der Kraftstoffbesteuerung

### 2.1 | Entwicklung und Prognose des Kraftstoffsteueraufkommens

Ein wesentliches Ziel der Mineralölsteuer besteht in der Generierung von staatlichen Einnahmen. Die Steuereinnahmen sind zum einen von den Steuersätzen, zum anderen vom Verbrauch der verschiedenen Kraftstoffe abhängig. Abbildung 1 zeigt, dass seit 1990 der Verbrauch von Benzin kontinuierlich zurückgeht, während der von Diesel steigt. Der gesamte inländische Absatz von Kraftstoffen ist seit 1999 rückläufig und liegt 2005 unter dem Niveau von 1990.

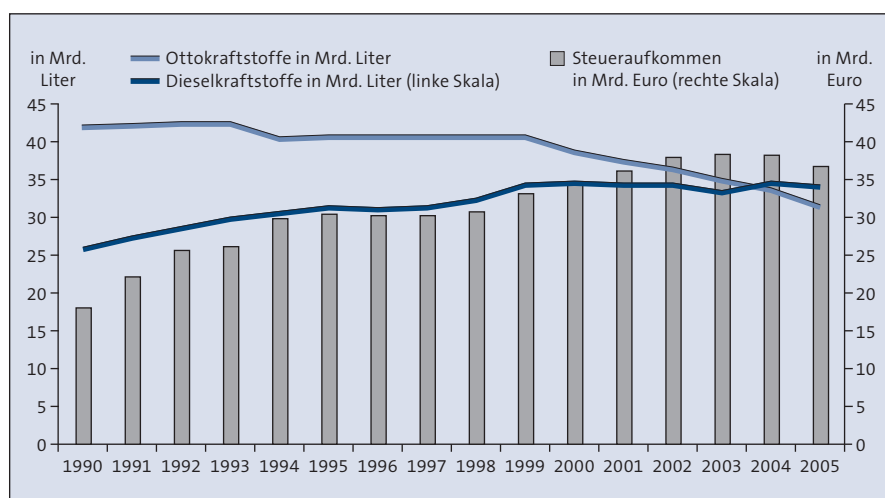


Abbildung 1:  
Entwicklung von Verbrauch und Steueraufkommen

Quelle: Mineralölwirtschaftsverband (2006a), eigene Berechnungen

Insgesamt ist das Steueraufkommen von 1990 bis 2004 um 110% gestiegen. Der Anstieg des Steueraufkommens ist dabei auf die Erhöhung der Steuersätze zurückzuführen. Wären diese auf dem Niveau von 1990 konstant geblieben, wäre das Steueraufkommen aufgrund der Mengenentwicklung zurückgegangen.<sup>1</sup>

Nach der Prognose des Mineralölwirtschaftsverbandes (MWV 2005) wird es zukünftig zu verstärkten Einsparungen beider Kraftstoffe kommen. Gleichzeitig wird sich der Trend zum Diesel weiter fortsetzen. In Abbildung 2 wird die aus der Prognose resultierende Entwicklung des Mineralölsteueraufkommens dargestellt. Entsprechend der Prognose wird das Aufkommen der Mineralölsteuer auf Diesel um 12,7% sinken, das aus Benzin um 34,8%. Damit gehen die Einnahmen um annähernd 10 Mrd. Euro zurück. Eine weitere Erhöhung der Steuersätze würde die Steuerbasis weiter erodieren lassen, da es zu Substitution, Einsparungen und Ausweichreaktionen kommen würde. In Abbildung 2 wird auch gezeigt, welche fiskalischen Kosten eine Steuerbefreiung von Biokraftstoffen verursachen könnte. Bis 2010 wird ein Anteil von Biokraftstoffen 5% angenommen. Es wird unterstellt, dass diese Quote bis 2020 auf 10% steigt. Die Steuerbefreiung würde 2010 zu einer Reduktion des Steueraufkommens um 1,8 Mrd. Euro führen. In 2020 würde dieser Ausfall sogar auf fast 3 Mrd. Euro steigen. Insofern würde eine Steuerbefreiung bis 2020 zu einem kumulierten Steuerausfall von 34 Mrd. Euro führen.

1 Bei konstanten Steuersätzen wäre der Verbrauchsrückgang geringer gewesen. Vgl. Adolf (2003).

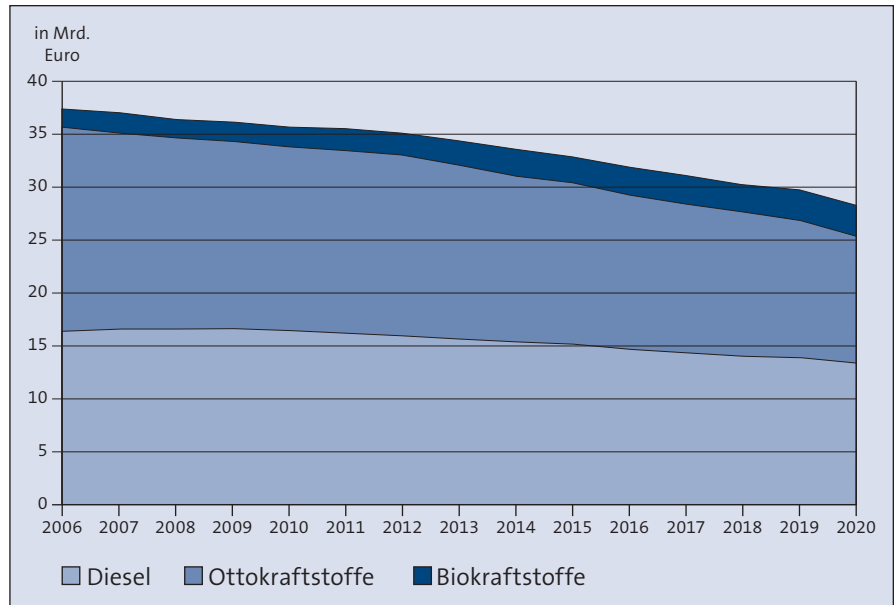


Abbildung 2:  
Prognose Mineralölsteueraufkommen

Quelle: Mineralölwirtschaftsverband (2005), eigene Berechnungen

## 2.2 | CO<sub>2</sub>-Emissionen im Verkehrssektor

Ziel der Politik ist die Reduktion auch der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Wie Abbildung 1 zeigt, hat der Verbrauch von Otto-Kraftstoffen in den letzten 15 Jahren deutlich abgenommen, der von Diesel jedoch zugenommen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß wird im Wesentlichen durch den Kraftstoffverbrauch bestimmt. Bis 1999 hat der straßenverkehrsbedingte CO<sub>2</sub>-Ausstoß zugenommen. Seit 1999 beträgt der Rückgang ca. 15 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Die Ursache für die insgesamt geringe Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission im Verkehr liegt in erster Linie im Verkehrszuwachs. So hat der Straßenverkehr von 1994 bis 2003 um 12% zugenommen.<sup>2</sup> Auch zukünftig werden steigende Einkommen verbunden mit einem steigenden Mobilitätsbedürfnis zu deutlichen Zuwächsen des Verkehrsaufkommens führen.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Kloas / Kufeldt / Kunert (2004).

<sup>3</sup> Vgl. z.B. Umweltbundesamt (2003), Kloas / Kufeldt / Kunert (2004), Deutsche Shell (2004).

Im EU-Burden-Sharing hat sich Deutschland bis 2008/12 zu einer Reduktion der Treibhausgase um 21% gegenüber 1990 verpflichtet. Um dieses oder darüber hinausgehende Ziele zu erreichen, muss auch der Verkehrssektor einen Beitrag leisten. Hier ist besonders der Straßenverkehr, der einen Anteil von über 95% am CO<sub>2</sub>-Aufkommen des Verkehrssektors hat, gefragt. Weniger Emissionen bei steigendem Verkehrsaufkommen können nur durch verbesserte Fahrzeugtechnologie und/oder CO<sub>2</sub>-ärmere Kraftstoffe erreicht werden. Im Folgenden soll aufgezeigt werden, wie Biokraftstoffe zu einer weiteren Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emission beitragen können.

Bei den Einsparzielen für den Verkehrssektor wird in der Regel nur der direkte Verbrauch im Straßenverkehr betrachtet. Für die Beurteilung von Kraftstoffen greift diese Bewertung des Verbrauchs (Tank to Wheels) jedoch zu kurz. Sehr viel sinnvoller ist eine Gesamtbilanz der Emissionen, die so genannte Well to Wheels-Analyse, bei der die CO<sub>2</sub>-Emission im gesamten Prozess, von der Gewinnung über den Konversionsprozess bis zum Verbrauch, berücksichtigt werden.

Bei konventionellen Energieträgern fallen bei der Gewinnung nur relativ geringe Energiekosten und damit verbundene CO<sub>2</sub>-Emissionen an. Beim Verbrauch entstehen hingegen relativ hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der vollständige Ge-



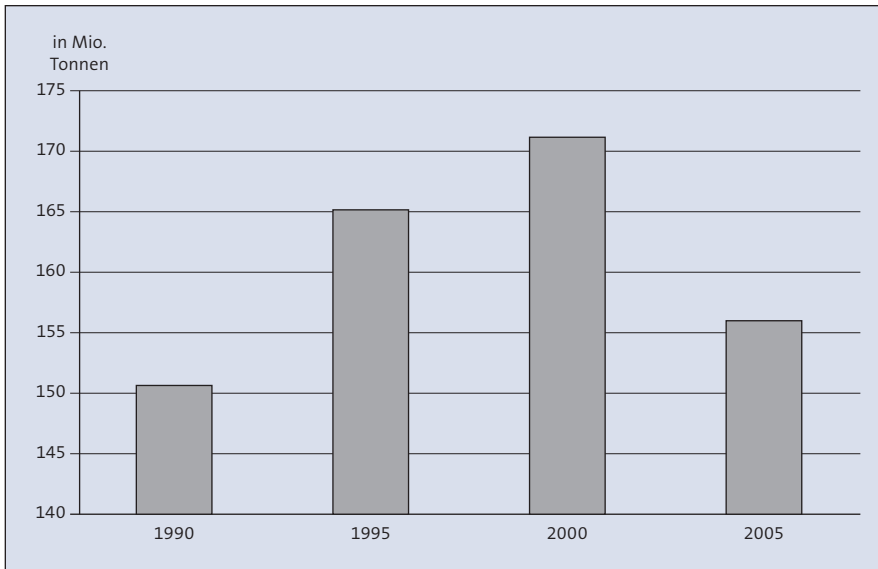


Abbildung 3:  
Entwicklung des verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes

Quelle: Ziesing (2006). Der Wert für 2005 ist eine Schätzung.

gensatz dazu ist der Wasserstoffantrieb. Bei diesem finden beim direkten Verbrauch keinerlei CO<sub>2</sub>-Emission statt. Allerdings ist die Herstellung von Wasserstoff sehr energieintensiv und deshalb auch entsprechend CO<sub>2</sub>-emissionsträchtig. Biokraftstoffe liegen zwischen diesen beiden Beispielen. Allerdings gibt es auch bei Biokraftstoffen sehr große Unterschiede in den CO<sub>2</sub>-Folgen ihrer Herstellung, die berücksichtigt werden müssen.

### 2.3 | Das CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential von Biokraftstoffen

Bei Biokraftstoffen werden Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation unterschieden. Biokraftstoffe der ersten Generation verwenden Früchte traditioneller Nahrungsmittelpflanzen wie Zuckerrüben, Weizen oder Raps. Da die Produktion in direkter Konkurrenz zu Nahrungsmitteln erfolgt, ist sie relativ kostenintensiv. Deshalb können nur beschränkte Mengen produziert werden. Für diese Biokraftstoffe ist allenfalls ein Einsatz als Beimischung innerhalb bestehender Kraftstoffnormen sinnvoll. Insgesamt entstehen dabei jedoch hohe Kosten für die Vermeidung einer Tonne CO<sub>2</sub>.

Die Produktion von Biodiesel und Ethanol der zweiten Generation verwendet dagegen die gesamte Pflanze oder Pflanzenreste. Damit steigt das CO<sub>2</sub>-Minderungspotential erheblich an. Außerdem wird eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion vermieden.<sup>4</sup> Werden Pflanzenreste verwendet, sind Energierohstoffe sogar ein Kuppelprodukt der Nahrungsmittelerzeugung. Insofern fallen auch keine gesonderten Energiekosten für Düngung, Ernte und Transport an. Gleichzeitig nehmen die Pflanzen im Wachstum etwa soviel CO<sub>2</sub> auf wie bei ihrer Verbrennung entsteht. Biokraftstoffe der zweiten Generation können in deutlich größerem Umfang als Substitut für konventionelles Mineralöl dienen. Zwei Beispiele sollen dies verdeutlichen:

- Die kanadische „Iogen Corporation“<sup>5</sup> hat ein Verfahren zur industriellen Gewinnung von Bio-Kraftstoff aus Zellulose-Ethanol entwickelt. Dabei wird das Ethanol aus Stroh gewonnen. Insgesamt kann bei diesem Verfahren eine Reduktion der Treibhausgas-Emissionen um 90% erreicht werden.
- CHOREN Industries<sup>6</sup> in Freiberg/Sachsen hat ein umweltfreundliches Verfahren zur Produktion von Biodiesel der zweiten Generation entwickelt. Dabei wird Biomasse aus Waldrestholz oder auch Energiepflanzen zu synthetischem

4 Die Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Energierohstoffproduktion wird in FAO (2002) und in Bräuninger/Stiller (2005) besprochen.

5 Internetseite: <http://www.iogen.ca/>

6 Internetseite: <http://www.choren.com/de/>

Kraftstoff verarbeitet.

Die Konversion von Biomasse zu Kraftstoffen ist ausgesprochen energieaufwendig. Vielfach wird dabei preiswert vorhandene Braun- oder Steinkohle eingesetzt. In diesen Fällen entsteht bei der Herstellung des Biokraftstoffs  $\text{CO}_2$  in erheblichem Ausmaß, so dass die Biokraftstoffe letztlich sogar mehr  $\text{CO}_2$  verursachen als konventionelle mineralische Kraftstoffe. Wird die Prozess-Wärme jedoch in Gas betriebenen Kraft-Wärme-Koppelungs-Systemen erzeugt, fällt die Energiebilanz deutlich besser aus.

In Abbildung 4 sind die  $\text{CO}_2$ -Einsparpotentiale unterschiedlicher Biokraftstoffe dargestellt.<sup>7</sup> Es wird deutlich, dass insbesondere bei den Biokraftstoffen der zweiten Generation erhebliche  $\text{CO}_2$ -Einsparpotentiale vorhanden sind. So kommt auch die von der europäischen Kommission zur Evaluierung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Automobilindustrie eingesetzte CARS 21-Gruppe zu dem Schluss, dass Biokraftstoffe der zweiten Generation wesentlich zur  $\text{CO}_2$ -Reduktion beitragen können und deshalb besonders gefördert werden sollten. Aus Zuckerrohr hergestellter Biokraftstoff kommt im  $\text{CO}_2$ -Einsparpotential auf ähnlich gute Werte. Der Anbau von Zuckerrohr führt aber häufig zu Monokulturen und geht zu Lasten von Naturflächen.

7 Die Analyse der Biokraftstoffe wurde durch eine EU-Arbeitsgruppe, bestehend aus dem Joint Research Centre of the European Commission (JRC), dem European Council for Automotive R&D (EUCAR) und CONCAWE, der Forschungseinrichtung europäischer Ölgesellschaften, vorgenommen. Vgl. EUCAR/JRC/CONCAWE (2005). Eine Diskussion dieser Resultate findet auch in MWV (2006b) statt. Ähnliche Untersuchungen werden in Baitz u.a. (2004), Lücke (2005) und Farrell u.a. (2006) dargestellt.

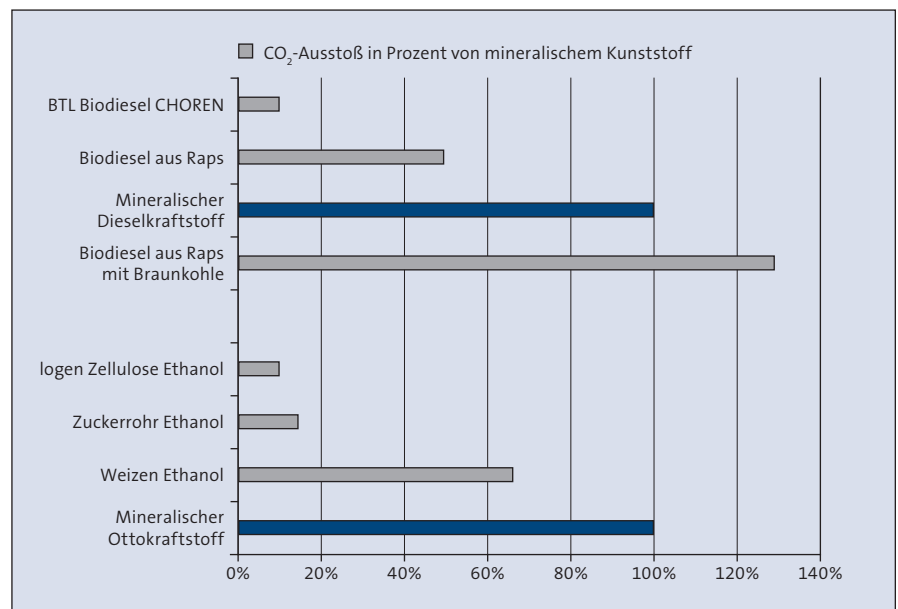


Abbildung 4:  $\text{CO}_2$ -Ausstoß von Biokraftstoffen im Verhältnis zu mineralischem Kraftstoff

Quelle: EUCAR/JRC/CONCAWE (2005)

# 3 | Konzepte zur kosteneffizienten Förderung von Biokraftstoffen

## 3.1 | Ansatzpunkte, Instrumente für und Anforderungen an eine effiziente Förderung

Die CARS 21-Expertengruppe kommt zu dem Schluss, „dass künftige Strategien den unterschiedlichen Klimaschutzvorteilen der verschiedenen Technologien und Produktionsverfahren im Bereich der Biokraftstoffe Rechnung tragen und diese widerspiegeln sollten.“<sup>8</sup> Im Wesentlichen gibt es in Bezug auf die Instrumente und Maßnahmen vier Ansatzpunkte zur Förderung von Biokraftstoffen:

- a) Forschung und Entwicklung, um kosteneffizientere Biokraftstoff-Technologien zu entwickeln und in ihren Anwendungsmöglichkeiten zu erweitern,
- b) anlagenbezogene Förderung, d.h. produktionstechnisch bedingte Anlage-Investitionen für die Erzeugung und Nutzung von Biokraftstoffen zu fördern,
- c) anbaubezogene Förderung, bei der die Produktion der Energiepflanzen gefördert wird und
- d) kraftstoffbezogene Förderung, d.h. gegenüber fossilen Kraftstoffen emissionsgünstigere Biokraftstoffe zu fördern.

FuE-Förderungen sind eher langfristig im Rahmen einer strategischen Diversifizierung der Energiequellen im Verkehr zu sehen. Die anlagenbezogene Förderung richtet sich in der Regel allein nach regional- oder strukturpolitischen Überlegungen als nach Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien. Die anbaubezogene Förderung lokaler Produktion ist für das führende Industrieland Europas in mittleren Breiten mit sehr hohen volkswirtschaftlichen Kosten verbunden. Gegenüber den anderen Ansätzen erweist sich die kraftstoffbezogene Förderung als geeignet, Biokraftstoffe auch kurzfristig marktfähig zu machen. Hinzu kommt, dass eine flankierende FuE- und anlagenbezogene Förderung nur dann greift, wenn auch auf der Verbrauchsseite direkte Anreize zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung gesetzt werden.

Neben einer steuerlichen Begünstigung von Biokraftstoffen gegenüber fossilen Kraftstoffen ist hier die Festlegung von Quoten für Biokraftstoffe als Instrument zu nennen. Aus ökonomischer Sicht ist es jedoch grundsätzlich effizienter, Marktprozesse über den Preis wirken zu lassen als über mengenmäßige Auflagen zu steuern. Preise sind unmittelbar anreizwirksam. Im Gegensatz dazu sind gesetzliche Auflagen und Bestimmungen mit einem erheblichen bürokratischen Kontroll- und Sanktionierungsaufwand verbunden.

Da fossile und Biokraftstoffe vollständig gegeneinander substituierbar sind, existiert für den Endverbraucher für das homogene Gut „Kraftstoff“ an der Tankstelle nur ein Preis.<sup>9</sup> Eine marktgestützte, über Preise gesteuerte Förderung von Biokraftstoffen muss demzufolge am Produkt ansetzen. Anreizkompatible Instrumente und Maßnahmen zur Förderung von Biokraftstoffen sollten ferner in Bezug auf die unterschiedlichen Emissionsvorteile der verschiedenen Biokraftstoffe differenziert, d.h. an die Umweltverträglichkeit einzelner Kraftstoffe gekoppelt sein. Eine sach- und verursachungsgemäße Förderung von Biokraftstoffen sollte sich auf die gesamten „Well-To-Wheel“-Emissionen beziehen.<sup>10</sup>

8 Vgl. EU-Kommission (2006).

9 Der Verbrauch von Biokraftstoffen ist höher als von mineralischen Kraftstoffen.

10 Ob einzelne Biokraftstoffe förderungswürdig sind, hängt jedoch nicht allein von deren Emissionsvorteilen ab, sondern auch davon, inwieweit sie andere Nachhaltigkeitskriterien, wie z.B. Schutz des Regenwaldes, erfüllen.

Derzeit besteht für die Biokraftstoffe eine Befreiung von der Mineralölsteuer. Bei Biodiesel ist die gewährte Steuerbefreiung von 47 ct/l größer als die Differenz zu den Produktionskosten von Mineralöldiesel. Dies stellt eine Überkompensation dar, die auf Basis der EU-Richtlinie zur Energiebesteuerung nicht zulässig ist. Deshalb wird mit der Wirkung zum 1. August 2006 eine Steuer von 10 ct/l erhoben. Für den 1. Januar 2007 ist eine vollständige Abschaffung der Steuerbegünstigung von Biokraftstoffen geplant. Gleichzeitig soll eine „Zwangsbeimischung“ eingeführt werden. Neben der Besteuerung führt auch die Beimischung zu zusätzlichen Kosten, die wiederum zu Preissteigerungen führen. Die Beimischkosten entstehen zum einen durch Umrüstungen und Zusatzinvestitionen für Mischeinrichtungen und Tanks. Außerdem entstehen laufende Kosten durch Lagerung, Qualitätskontrolle etc.<sup>11</sup> Die Kosten müssen bei der Förderung von Biokraftstoffen berücksichtigt werden.

11 Vgl. Henke, J. M. / Klepper, G. (2006).

### 3.2 | Förderung von Biokraftstoffen im internationalen Vergleich

Der vermehrte Einsatz von Biokraftstoffen wird weltweit diskutiert und einige Länder haben bereits Förderprogramme umgesetzt. Im Folgenden soll dargelegt werden, wie die Förderung von Biokraftstoffen in ausgewählten Ländern in Europa und Amerika erfolgt. Dabei wird untersucht, in welchem Umfang und mit welchem Erfolg die folgenden Maßnahmen zur Förderung von Biokraftstoffen eingesetzt werden:

- Förderung von Forschung und Entwicklung,
- Förderung von Investitionen,
- Mindestverwendungsquoten,
- Steuerermäßigungen.

#### *Europa*

12 Richtlinie 2003/30/EC.

Die EU-Richtlinie zur Förderung von Biokraftstoffen<sup>12</sup> hat dazu beigetragen, dass weitere EU-Mitgliedstaaten Förderprogramme umsetzen. Durch zwei Richtlinien zur Förderung von Biokraftstoffen und zur Besteuerung von Energieerzeugnissen (Richtlinie 2003/30/EC und 2003/96/EC) hat die EU ihre Biokraftstoffpolitik festgelegt. Ziel ist es, den Anteil von Biokraftstoffen am Gesamtkraftstoffverbrauch zu erhöhen.

Zur Erreichung dieser Vorgaben ist eine steuerliche Förderung von Biokraftstoffen vorgesehen, die bis zu 100% der Verbrauchssteuer betragen kann. In verschiedenen europäischen Ländern sind daraufhin Steuervergünstigungen für die Produktion und Verbrauch von Biokraftstoffen eingeführt worden. Neben Deutschland<sup>13</sup> führten Belgien, Österreich und Spanien eine vollständige Verbrauchssteuerbefreiung auf Biokraftstoffe ein. Auch Frankreich, Irland, Italien, Schweden und Spanien haben Steueranreize gesetzt, die jedoch nicht auf eine Verbrauchssteuerbefreiung von 100% hinausliefen.

13 Wie oben beschrieben, ist es in Deutschland geplant, die vollständige Verbrauchssteuerbefreiung auf Biokraftstoffe abzuschaffen und dafür zum 1. Januar 2007 einen Beimischungszwang einzuführen.

In Finnland setzte die Regierung schon ab dem Jahre 2002 ein Projekt um, bei dem die Beimischung von Ethanol zum fossilen Benzin gefördert wurde. Jedoch war die Beimischung unwirtschaftlich, weil die Steuerbefreiung zu gering ausfiel. Dies hatte zur Folge, dass das Projekt nach zwei Jahren nicht mehr fortgeführt wurde. Die Niederlande, England, Griechenland und Portugal entschlossen sich 2005 dazu, die EU-Richtlinien zu befolgen und verabschiedeten dafür Gesetze zur Förderung von Biokraftstoffen.

In den Niederlanden und England ist es vorgesehen, ab 2007 bzw. 2008 einen Beimischungszwang für Biodiesel gesetzlich für die Mineralölwirtschaft vorzuschreiben. Aller Voraussicht nach sollen die Steuervergünstigungen auf Biodiesel ab 2007 in den Niederlanden wegfallen, zugleich ist aber auch geplant, Forschungsprojekte im Bereich der Biokraftstoffe zu unterstützen. Großbritannien hat im November 2005 den Beimischungszwang von Biokraftstoffen angekündigt. Dieser soll nach der Renewable Transport Fuels Obligation (RTFO) im Jahre 2008 in Kraft treten. Ziel ist es, bis zum Jahre 2010 den Anteil der Biokraftstoffe am gesamten Kraftstoffverbrauch auf 5% zu steigern. In England erhofft man sich durch diese Maßnahme eine Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von einer Million Tonnen.

Beim Thema der Biokraftstoffförderung nimmt Dänemark unter den EU-Ländern eine Sonderrolle ein. Es lehnt wegen der zu hohen Produktionskosten der Biokraftstoffe im Vergleich zum fossilen Benzin den Einsatz ab. Zudem, so die Ansicht, würden die zu erwartenden hohen Steuerausfälle infolge der Förderung nicht durch besonders positive Umwelteffekte gerechtfertigt. Eine konträre Position zu Dänemark nimmt Schweden ein: Es will als erste Industrienation bis zum Jahr 2020 eine vollständige Unabhängigkeit vom fossilen Öl erreichen. Im September 2005 hat Schwedens Ministerpräsident Göran Persson in einer Rede vor dem Parlament angekündigt, regenerative Energien verstärkt zu fördern. Es soll eine Expertenkommission gebildet werden, an der auch Vertreter aus der Energie- und Automobilindustrie teilnehmen, um Lösungen zu finden, wie Biokraftstoffe zunehmend fossiles Benzin und Diesel ersetzen können.

Ende 2005 wurde deutlich, dass die EU-Mitgliedstaaten weder das für das Jahr 2005 festgelegte Ziel, noch das für 2010 gesteckte Ziel im Bereich der Förderung von Biokraftstoffen erreichen werden, wenn die EU keine neuen Maßnahmen ergreift. Während 2005 der Anteil der Biokraftstoffe am gesamten Kraftstoffverbrauch 2% betragen sollte, war für das Jahr 2010 schon 5,75% Energiegehalt vorgesehen. Wenn der aktuelle Trend zur Biokraftstoffverwendung in Europa so bleibt, wird das Ziel, bis 2010 18 Millionen Tonnen Biokraftstoffe einzusetzen, mit 9,4 Millionen Tonnen klar verfehlt (vgl. Abbildung 5).

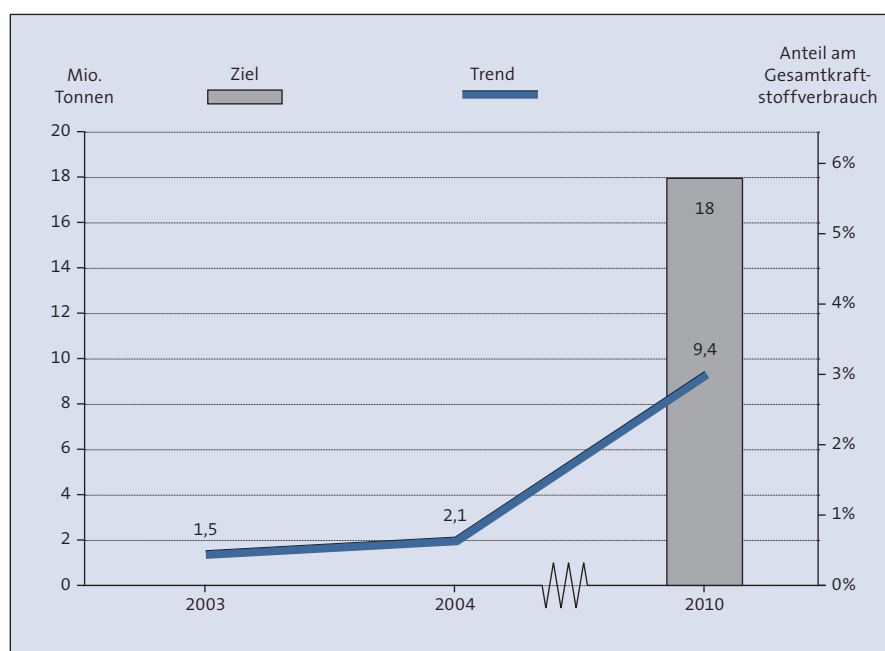


Abbildung 5:  
Biokraftstoffverwendung in Europa

Quelle: Europäische Kommission – Generaldirektion Energie und Verkehr (2006)

Vor dem Hintergrund steigender Ölpreise, der Diskussion über die Sicherheit der Energieversorgung und dem Druck, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, sieht die Europäische Kommission verstärkten Handlungsbedarf. So hat sie am 7. Dezember 2005 den Aktionsplan für Biomasse präsentiert (Kom(2005) 628), der am 8. Februar 2006 durch die Mitteilung zur EU-Strategie für Biokraftstoffe (Kom(2006)34) ergänzt wurde. Danach sollen die 2003 empfohlenen Richtwerte durch bindende Zielvorgaben ersetzt werden.

Die EU-Mitgliedstaaten haben Probleme, ihre gesetzten Ziele bei der Verwendung von Biokraftstoffen zu realisieren. Sie sind aber zusammen dennoch mit Abstand der größte Produzent von Biodiesel der Welt. Die gesamte europäische Biodieselproduktionskapazität betrug im Jahre 2005 3,7 Millionen Tonnen, wovon allein 2 Millionen Tonnen auf Deutschland entfielen. Mit Abstand folgen dann Italien, Frankreich und Großbritannien, die über Kapazitäten in Höhe von 0,6, 0,42 und 0,25 Millionen Tonnen verfügen (vgl. Abbildung 6).

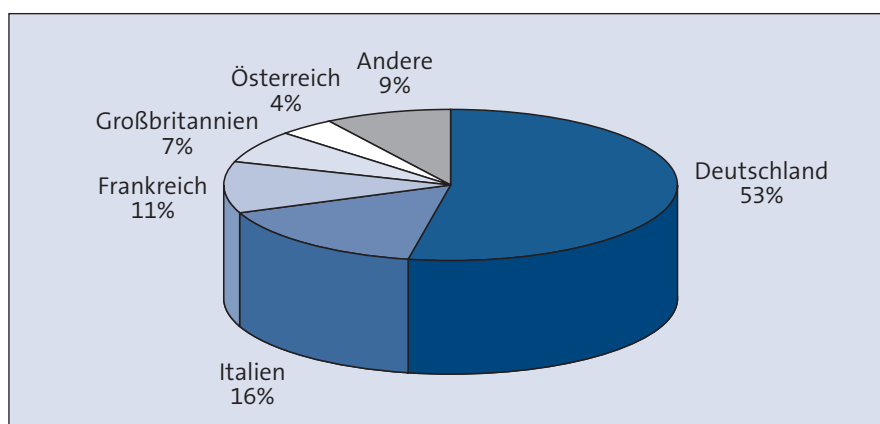


Abbildung 6:  
Verteilung der Produktionskapazitäten  
von Biodiesel 2005 in der EU-25

Quelle: UFOP (2006)

### *Lateinamerika*

Eine Vorreiterrolle bei der Förderung von Biokraftstoffen nimmt Brasilien ein. Hier wurde schon nach der ersten Ölkrise im Jahr 1975 ein Programm zur Förderung von Biokraftstoffen ins Leben gerufen, welches nach der zweiten Ölkrise noch ausgedehnt wurde. Besonders der Aufbau von Produktionskapazitäten für die Herstellung von Ethanol wurde vom Staat gefördert. Auch wurde die Entwicklung und Markteinführung von Fahrzeugen unterstützt, die sich mit Ethanol betanken lassen. Diese Förderung zeigte Wirkung, so dass schon Mitte der 80er Jahre schätzungsweise 80% der neuzugelassenen Fahrzeuge mit Ethanol fahren konnten. Eine weitere Maßnahme, die den Absatz anregte, war die Steuerbefreiung von Ethanolfahrzeugen. Außerdem wurde eine Beimischungsquote von 20 bis 25% von Bioethanol zu Benzin gesetzlich verankert.

Heute sind die intensiven Fördermaßnahmen ausgelaufen und nicht mehr notwendig, da sich inzwischen ein wettbewerbsfähiger Bioethanolmarkt gebildet hat. Der Ethanolverbrauch ist stark gestiegen, was auch damit zusammenhängt, dass die Preise für fossiles Benzin kräftig angezogen haben. Zu diesem verstärkten Trend hat zudem die zunehmende Anzahl so genannter Flexible-Fuel Vehicles (FFV) beigetragen, die mit sämtlichen Ethanol-Benzin-Mischungen betankt werden können. Im Jahre 2004 fand ihre Markteinführung statt und heute nutzen 30% der neuzugelassenen Fahrzeuge diese Technologie.<sup>14</sup> Durch ihre Einführung ist es in Brasilien gelungen, das Ver-

14 Es dauert lange, bis durch Neuzulassungen eine signifikante Änderung des Bestands an Fahrzeugen erreicht wird.

trauen in den Kraftstoff Bioethanol zu festigen, weil die Konsumenten nun die Möglichkeit haben, auf Preis- und Angebotsschwankungen von Benzin und Ethanol flexibel zu reagieren.

Durch sein staatliches Förderprogramm, wegen seines tropischen Klimas und der erheblichen Landfläche ist Brasilien zu einem der weltweit größten Produzenten von Bioethanol geworden. Dabei hat es die technologische Führerschaft bei der Herstellung von Bioethanol übernommen und kann deshalb am kostengünstigsten produzieren. Damit ist es Brasilien gelungen, die höchste Reduktion von Treibhausgasen pro verwendeter Einheit Bioethanol als Substitut für Benzin zu erzielen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es in Brasilien durch die Massenproduktion von Bioethanol möglich wurde, dieses wettbewerbsfähig zu den traditionellen Kraftstoffen zu machen.

#### Nordamerika

In den USA startete die staatliche Förderung von Bioethanol im Jahre 1978, wobei man sich auf E10 Kraftstoff konzentrierte. Bei diesem handelt es sich um einen Kraftstoff mit einem 10%igen Bioethanolanteil. Einzelne Bundesstaaten setzten Anreize für die Herstellung von Bioethanol. Ab dem Jahre 1990 wurde die Förderung von Bioethanol durch die Verabschiedung des Clean Air Act Amendments noch weiter intensiviert. In diesem wird geregelt, dass Städte mit einer hohen Luftverschmutzung sauerstoffhaltige Komponenten beizumischen haben. Von einigen Städten wurde diese Vorschrift sogar freiwillig umgesetzt. Dies hatte zur Folge, dass die Nachfrage nach Bioethanol für sauerstoffhaltige Kraftstoffkomponenten stark zulegte. Darüber hinaus wurde ein nationales Bioenergie Förderprogramm verabschiedet, welches vorsieht, Bioethanolherstellern beim Aufbau von Produktionskapazitäten zu unterstützen.

Damit ist es im Jahre 2005 gelungen, Brasilien bei der Produktion von Ethanol zu überholen. Die USA produzierten 16,1 Mrd. Liter, dies entspricht 35,1% von der gesamten Weltethanolproduktion in Höhe von 46,0 Mrd. Litern, während Brasilien 16,0 Mrd. Liter herstellte. Es folgen China mit 3,8 Mrd. Litern und Indien mit 1,8 Mrd. Litern, (vgl. Abbildung 7). Für die EU wird die Produktion im Jahr 2005 auf 3 Mrd. Liter geschätzt. (vgl. EU-Kommission 2006).

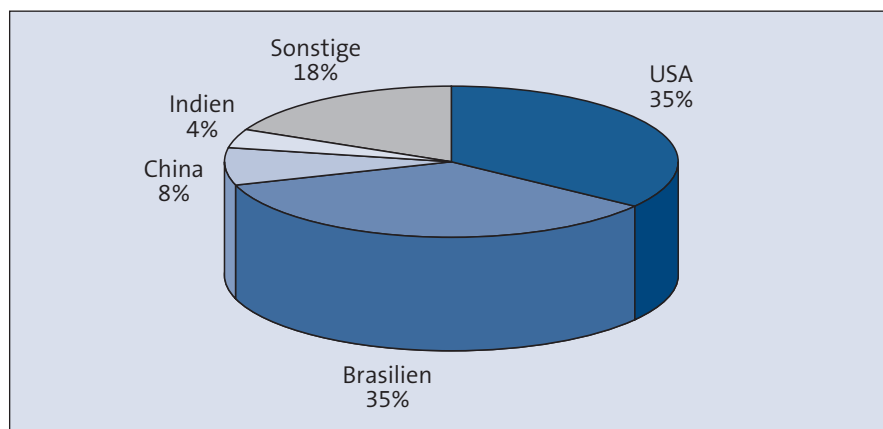


Abbildung 7:  
Anteile an der Weltethanolproduktion 2005

Quelle: RFA (2006)

Die amerikanische Regierung fördert aber nicht nur den Aufbau von Produktionsanlagen, sondern vergibt auch Steueranreize auf die Verwendung von Bioethanol in Höhe von 13,59 US-Cent pro Liter und hat dies im 2004 über-

arbeiteten Energy Tax Act bis zum Jahre 2010 festgeschrieben. Zudem ist im Jahre 2005 als Bestandteil des neuen Energiegesetzes der Renewable Fuels Standard (RFS) eingeführt worden. Dieser sieht für 2006 vor, dass der Einsatz von Bioethanol 15,4 Milliarden Liter betragen soll. Bis zum Jahre 2012 soll dieser auf 28,38 Milliarden Liter steigen. Außerdem sind im Energiegesetz Ziele für die Verwendung von Zellulose-Ethanol festgeschrieben worden: Ab dem Jahr 2013 soll ein Marktvolumen von mindestens 940 Millionen Liter pro Jahr erzielt werden und die Produktion soll bis zum Jahre 2015 bis auf 4 Milliarden Liter pro Jahr mit Hilfe von Investitionsförderprogrammen und Beihilfen ausgedehnt werden. Zudem wurde bestimmt, dass Zellulose-Ethanol die 2,5fache Förderung von konventionell hergestellten Biokraftstoffen erhält. Damit findet in den USA eine zielgerichtete Steuerung hin zum Klima schonenderen Zellulose-Ethanol statt. Ein Problem besteht in den USA darin, dass die verschiedenen Bundesstaaten keine einheitlichen Standards bei den Biokraftstoffen gesetzt haben. Dies erschwert die Distribution und erhöht damit die Kosten.<sup>15</sup> Zudem hat sich die amerikanische Regierung entschlossen, die Nachfrage nach FFVs anzuregen, indem sie diese steuerlich begünstigt.

15 Siehe hierzu die Internetseite der NPR: [http://www.npra.org/issues/fuels/state\\_bb/](http://www.npra.org/issues/fuels/state_bb/) und Chakravorty / Nauges (2005).

In Kanada wird die Verbreitung von Bioethanol durch niedrigere Steuern und durch Investitionsförderprogramme vorangetrieben. Es hat die Führungsrolle bei der Entwicklung von Bioethanol der zweiten Generation übernommen. Außerdem hat sich Kanada zum Ziel gesetzt, dass bis 2010 der Anteil von Bioethanol 3,5% des gesamten Kraftstoffverbrauches betragen soll, wobei in der Provinz Ontario bis 2007 sogar 5% angestrebt werden. Außerdem ist es in Ontario einem Großhändler, der nicht die 5% Beimischung erreicht, gestattet, Anteile von einem Großhändler zu erwerben, der mehr als 5% an Biokraftstoffen beimischt. Damit können die Großhändler mit „Beimischungsgutschriften“ untereinander handeln.

### 3.3 | Ein Vorschlag zur effizienten Förderung von Biokraftstoffen

Biokraftstoffe können erheblich zur Reduktion des verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beitragen. Wesentlich ist dabei, dass die Verfahren zukunftsorientiert und effizient sind. Die Erfahrungen aus Amerika zeigen, dass eine zielgerichtete Förderung hierzu wesentlich beitragen kann. Die Zielsetzung muss dabei ein ganzheitliches, marktwirtschaftlich orientiertes Anreizsystem zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes sein. Dabei muss die CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz der verschiedenen Kraftstoff-Optionen berücksichtigt werden. Außerdem sind neben dem Ziel der CO<sub>2</sub>-Vermeidung auch andere Nachhaltigkeitskriterien bedeutsam. So sollte der Biokraftstoff nicht zur Zerstörung des Regenwalds führen und zum Erhalt der Biodiversität beitragen. Deshalb sind international gültige Zertifikate zum Nachweis der nachhaltigen Herstellung von Biokraftstoffen notwendig.

Die Agrarrohstoffe von Biokraftstoffen können in den Weltregionen zu sehr unterschiedlichen Kosten und mit sehr unterschiedlichen Konsequenzen für die CO<sub>2</sub>-Emission hergestellt werden. Eine konsistente Klimaschutzpolitik erfordert eine international einheitliche Zertifizierung und Bewertung der Produktion von Energierohstoffen. Gleichzeitig sollte ein unverzerrter internationaler Handel mit den Bioenergierohstoffen stattfinden, damit die Vorteile der internationalen Arbeitsteilung genutzt werden können. Deshalb sollten Handelsschranken abgebaut und rohstoffbezogene Subventionen einge-



schränkt werden. Die Förderung muss ferner richtige Verhaltensanreize bei den Verbrauchern setzen. Die Förderung sollte anreizkompatibel sein, d.h. die Biokraftstoffe müssen in Abhängigkeit von ihrem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential auch unterschiedlich gefördert werden.

Biokraftstoffe können nach unterschiedlichen Verfahren aus unterschiedlichen Rohstoffen erstellt werden. Dabei entsteht ein homogenes Endprodukt. Zwar führen unterschiedlich hergestellte Biokraftstoffe bei der Endverwendung zu vergleichbaren CO<sub>2</sub>-Emissionen, aber bei der Herstellung entstehen große Unterschiede. Da weitere Kriterien für die Nachhaltigkeit der Produktion entscheidend sind, bietet es sich an, eine Klassifikation der Nachhaltigkeit vorzunehmen und eine Förderung anhand dieser Klassifikation vorzunehmen.

Im Folgenden wird ein Förderprogramm für die Nachhaltigkeit des Kraftstoffverbrauchs entwickelt.<sup>16</sup> Jedes Unternehmen muss eine bestimmte vom Gesetzgeber festgelegte Nachhaltigkeitsquote erfüllen. Dies kann in unterschiedlicher Form geschehen. Entweder es wird ein geringer Anteil von Biokraftstoffen mit sehr hohem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential und deshalb hohem Nachhaltigkeitsfaktor beigemischt oder es wird ein größerer Anteil mit geringem Reduktionspotential beigefügt. Für Biokraftstoff der mit Braunkohle erzeugt wurde und deshalb eine schlechtere CO<sub>2</sub>-Gesamtbilanz hat als mineralischer Kraftstoff wird keine Quote angerechnet. Dies soll durch ein Beispiel verdeutlicht werden. Es wird angenommen, dass eine Nachhaltigkeitsquote von 5% vorgeschrieben wird und die Biokraftstoffe in drei Nachhaltigkeitsklassen unterteilt werden. In jedem Fall wird den Kraftstoffen 5% biologischer Anteil beigemischt. Damit ist die Homogenität des Endprodukts gewährleistet. Von Biokraftstoff der Nachhaltigkeitsklasse 2 werden auch die vollen 5% Beimischung auf die Quote angerechnet. Bei der höherwertigen Nachhaltigkeitsklasse 3 werden 7,5% angerechnet. Bei der niedriger bewerteten Nachhaltigkeitsklasse 1 werden hingegen nur 2,5% angerechnet.<sup>17</sup>

Wesentlich ist weiter, dass die Nachhaltigkeitsquote für den Gesamtmarkt erfüllt werden muss. Jedes einzelne Unternehmen muss die Quote formal erfüllen. Dabei sind die Quoten handelbar. Sofern ein Unternehmen die Nachhaltigkeitsquote übererfüllt, kann es den Überschuss an andere Unternehmen verkaufen. Diese können durch den Zukauf ihre Quoten erfüllen. Die Handelbarkeit sorgt dafür, dass die Quote zu den geringst möglichen Kosten erreicht wird.

16 Dabei werden die bisher vorliegenden Vorschläge von Volkswagen (VW) und dem Mineralölwirtschaftsverband aufgegriffen und erweitert.

17 Für eine optimale CO<sub>2</sub>-Reduktion wäre es wünschenswert, wenn die Anrechenbarkeit kontinuierlich mit dem CO<sub>2</sub>-Reduktionspotential steigt. Dies würde jedoch erhebliche administrative Kosten nach sich ziehen. Deshalb wird hier die Klasseneinteilung vorgeschlagen.

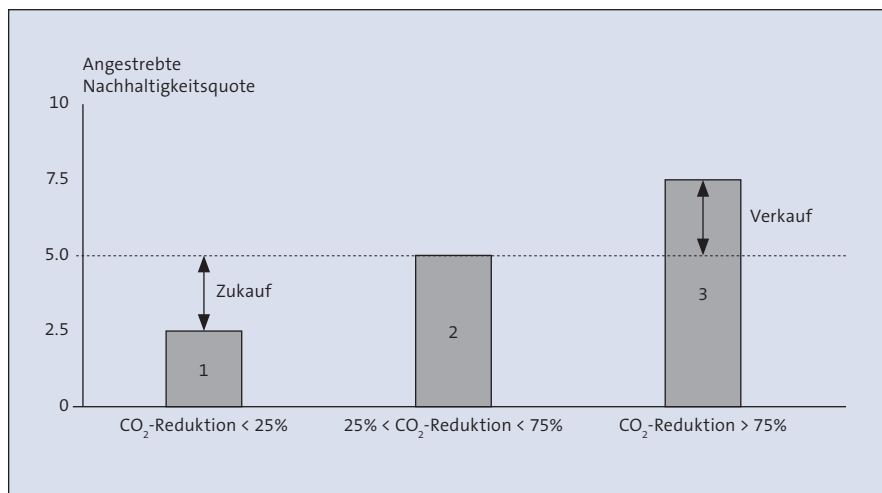


Abbildung 8: Nachhaltigkeitsquoten

Quelle: Eigene Darstellung

Die gesetzliche Nachhaltigkeitsquote würde die Aufgabe der Zwangsbeimischung erfüllen und auch keinen Steuerausfall bedeuten. Die Handelbarkeit der Nachhaltigkeitsquote hat aber den Vorteil, dass die Quote kosteneffizient erfüllt wird und die Differenzierung in Nachhaltigkeitsstufen impliziert, dass sehr unterschiedlich vorteilhafte Biokraftstoffe auch differenziert gefördert werden. Sofern die Förderung eher über die Steuern als durch Quoten erfolgen soll, wäre es eine zweitbeste Option, für die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsstufen unterschiedliche Steuersätze festzulegen. So würde die Nachhaltigkeitsklasse 1 nicht gefördert, für die Nachhaltigkeitsklasse 2 gäbe es eine Steuerreduktion von 50% und für die Nachhaltigkeitsklasse 3 eine von 100%.

Die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen ist ein zentrales Ziel des Klimaschutzes. Der Beitrag, den der Verkehr hierzu leistet, ist zurzeit noch sehr begrenzt. Biokraftstoffe können jedoch ein wirksames Instrument zur Reduzierung der verkehrsinduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen sein. Angesichts haushaltspolitisch begrenzter Möglichkeiten des Staates und einer ohnehin schon hohen Belastung der Verbraucher stellt sich daher die Frage nach einer möglichst kosteneffizienten Förderung von Biokraftstoffen, um deren Markt- und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Erfahrungen aus anderen Ländern wie z.B. Brasilien, USA oder Kanada zeigen, dass eine langfristig angelegte staatliche Förderung von Biokraftstoffen zur Verbreitung und Anwendung entsprechender Technologien und einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in diesen Ländern geführt hat. Die Fördermaßnahmen und -instrumente umfassen dabei sowohl steuerliche Begünstigungen und direkte Subventionen als auch gesetzlich auferlegte Quoten in Bezug auf den Anteil verwendeter Biokraftstoffe.

Neben der Kosteneffizienz sollten Maßnahmen und Instrumente zur Förderung von Biokraftstoffen deren CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenzial berücksichtigen. Eine kosteneffiziente Option, die direkt auf die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen gerichtet ist, stellt die Einführung von „Nachhaltigkeitsquoten“ dar. Eine Differenzierung nach Nachhaltigkeitsklassen erlaubt es zudem, mengenmäßige Beimischungsanteile und CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale von Biokraftstoffen kosteneffizient zu kombinieren. Zugleich können durch eine solche Nachhaltigkeitsquote Emissionsziele zu geringst möglichen Kosten politisch wirksam durchgesetzt werden.

## 5 | Literatur

*Adolf, Jörg (2003)* Mineralölsteuer – Stütze unseres Steuersystems oder Auslaufmodell? In: Wirtschaftsdienst, Heft 7, S. 462-468.

*Alternative Fuel Contact Group (2003)* Market Development of Alternative Fuels.

*Chakravorty, Ujjayant; Nauges, Céline (2005)* Boutique Fuels and Market Power, Working Paper, Department of Economics, Emory University (Atlanta).

*Congress of the United States Of America (2005)* Energy Policy Act of 2005, H.R.6.

*Baitz, M.; Binder, M.; Degen, W.; Deimling, S.; Krinke, S.; Rudloff, M. (2004)* Vergleichende Ökobilanz von SunDiesel (Choren Verfahren) und konventionellem Dieselkraftstoff, im Auftrag von der Volkswagen AG und der Daimler-Chrysler AG.

*Bräuningner, Michael; Stiller, Silvia (2005)* Ernährung und Wasser, Teil 2 der Studienreihe „Strategie 2030 – Vermögen und Leben in der nächsten Generation“, HWWI und Berenberg Bank, Hamburg, S. 7-42.

*Bundesfinanzministerium* Steuererhöhungen auf Diesel- und Ottokraftstoffe Historie, [www.bundesfinanzministerium.de](http://www.bundesfinanzministerium.de).

*Bundesministerium für Verbraucherschutz (2003)* Ernährung und Landwirtschaft, Bioethanol in Deutschland, Hrsg.: Schmitz, Norbert, Aus der Zeitschriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 21, Münster.

*Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006)* Energieversorgung für Deutschland – Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006, Berlin.

*Department for Transport, United Kingdom (2005)* Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO), feasibility report.

*Deutsche Shell (2004)* Flexibilisierung bestimmt Motorisierung. In: Shell PKW-Szenarien bis 2030.

*Energieversorgung in Deutschland (2006)* Statusbericht für den Energiegipfel am 3. April 2006.

*Energiewirtschaftliche Referenzprognose (2005)* Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. In: Energiereport IV, Köln/Basel, S. 260-263.

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

*European Commission, Directorate-General for Energy and Transport (2006)* Bioenergy: Objectives – Technology, [http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/bioenergy\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/energy/res/sectors/bioenergy_en.htm) (6.4.2006).

*European Commission Joint Research Centre (2005) Summary of WTW Energy and GHG balances.*

*European Commission Joint Research Centre (2005) Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and Powertrains in the European context.*

*European Commission Joint Research Centre (2005) Cost calculations.*

*European Commission Joint Research Centre (2005) Well to Wheels of Future Automotive Fuels and Powertrains in The European Context.*

*Europäisches Parlament und Europäischer Rat (2003) Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor, Nr.: 2003/30/EG.*

*Farrell, Alexander E.; Plevin, Richard J.; Turner, Brian T.; Jones, Andrew D.; O'Hare, Michael; Kammen, Daniel M. (2006) Ethanol can contribute to energy and environmental goals. In: Science; Vol. 311, S. 506-508.*

*Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) (2002) World Agriculture: Towards 2015/2030, Summary Report, Rom.*

*Henke, Jan M. (2005) Biokraftstoffe – Eine weltwirtschaftliche Perspektive, Kieler Arbeitspapier Nr. 1236, Kiel.*

*Klepper, Gernot; Henke, Jan M. (2006) Bioethanol und Biodiesel als Kraftstoffkomponenten, erscheint in: Kieler Diskussionsbeiträge.*

*Kloas, Jutta; Kuhfeld, Hartmut; Kunert, Uwe (2004) Straßenverkehr: Eher Ausweichreaktionen auf hohe Kraftstoffpreise als Verringerung der Fahrleistungen. In: Wochenbericht des DIW Berlin 41/04, S. 606f.*

*Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006) Mitteilung der Kommission – Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe, Nr.: Kom(2006) 34.*

*Lüke, H. Wolfgang (2005) BTL Kraftstoffe – eine vielversprechende Option für die Zukunft. In: Erdöl Erdgas Kohle, Sonderdruck aus 121. Jahrgang 2005 Heft 1 von Shell.*

*Mineralölwirtschaftsverband (2006a) Aktueller Jahresbericht Mineralölwirtschaftsverband, www.mwv.de.*

*Mineralölwirtschaftsverband (2006b) Das Einsparungspotenzial von Biokraftstoffen an Treibhausgasen im Straßenverkehr: In: MWV-Aktuell.*

*Mineralölwirtschaftsverband (2005) MWV-Prognose 2020 für die Bundesrepublik Deutschland, Hamburg.*

*Nitsch, Manfred; Giersdorf, Jens (2005) Biokraftstoffe in Brasilien, Diskussionsbeiträge des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin, Nr. 2005/12.*

*RFA – Renewable Fuels Association (2006) Annual World Ethanol Production by Country, <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E> (04.04.2006).*

*The Council of the European Union (2003) Directive – restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity, Nr.: 2003/96/EC.*

*The European Parliament and the Council (2003) Directive on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Nr. 2003/30/EC.*

*Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP) (2006) Statusbericht Biodiesel – Biodieselproduktion und Vermarktung in Deutschland 2005, Berlin.*

*Umweltbundesamt (2005) Die Zukunft in unseren Händen, Dessau.*

*Umweltbundesamt (2003) CO<sub>2</sub>-Minderung im Verkehr, Berlin.*

*Umweltbundesamt (2002) Langfristszenarien für eine nachhaltige Energienutzung in Deutschland, Berlin.*

*Yacobucci, Brent D. / Womach, Jasper (2003) Fuel Ethanol: Background and Public Policy Issues, CRS Report for Congress.*

*Ziesing, Hans-Joachim (2006) CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland im Jahre 2005 deutlich gesunken. In: Wochenbericht des DIW Berlin, Nr. 12/2006, S. 153-162.*

**Das Hamburgische WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)** ist ein gemeinnütziger, unabhängiger Think Tank mit den zentralen Aufgaben:

- die Wirtschaftswissenschaften in Forschung und Lehre zu fördern,
- eigene, qualitativ hochwertige Forschung in Wirtschafts- und Sozialwissenschaften zu betreiben,
- sowie die Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und die interessierte Öffentlichkeit über ökonomische Entwicklungen unabhängig und kompetent zu beraten und zu informieren.

Das HWWI betreibt interdisziplinäre Forschung in den folgenden Kompetenzbereichen: Wirtschaftliche Trends und Hamburg, Internationaler Handel und Entwicklung, Migration – Migration Research Group sowie Internationale Klimapolitik.

Gesellschafter des im Jahr 2005 gegründeten Instituts sind die Universität Hamburg und die Handelskammer Hamburg.

Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut (HWWI)

Neuer Jungfernstieg 21 | 20354 Hamburg

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

infowww.hwwi.org