

Kurz zum Klima: Biokraftstoffe holen weltweit auf

38

Johann Wackerbauer und Jana Lippelt

Negative Schlagzeilen für Biokraftstoffe gab es in jüngster Zeit nicht nur wegen der Probleme bei der Einführung von E10, dem Superbenzin mit 10% Ethanolanteil, sondern vor allem auch im Rahmen der Diskussion um die Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion – Stichwort »Teller oder Tank«. Im weltweiten Maßstab befindet sich der aus Pflanzen hergestellte Kraftstoff jedoch weiterhin auf dem Vormarsch. So hat sich die weltweite Ethanolproduktion bis 2009 binnen zehn Jahren vervierfacht (vgl. BP Statistical Review of World Energy 2010), die weltweite Biodieselproduktion verzehnfachte sich allein im Zeitraum zwischen 2001 und 2007 (vgl. Global Subsidies Initiative 2007) und stieg zwischen 2004 und 2009 um 51% (vgl. REN21 2010). Biokraftstoffe tragen heute etwa 3% zum globalen Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr bei und könnten – Szenarien der Internationalen Energieagentur zufolge – bis 2050 einen Anteil von 27% am Kraftstoffverbrauch aller Verkehrsarten erreichen, allerdings nur bei großtechnischem Einsatz heute noch nicht kommerziell verfügbarer Verfahren (vgl. IEA 2011).

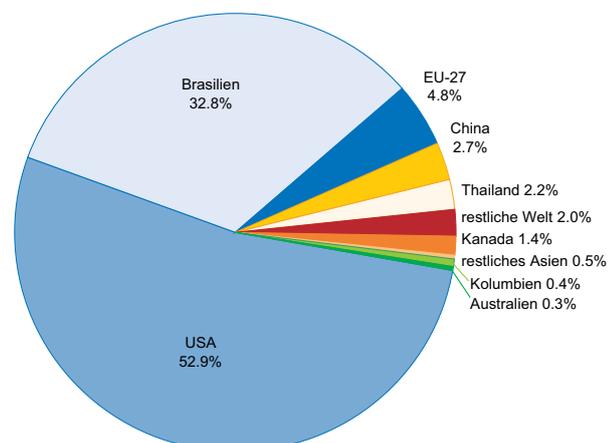
Biokraftstoffe gelten als klimaneutrale Alternative zu fossilen Kraftstoffen, da bei ihrer Verbrennung genau die Menge an CO₂ frei wird, die der Atmosphäre zuvor über die Photosynthese der Pflanzen entzogen wurde (vgl. IFEU 2004). Je nach technologischer Verfügbarkeit unterscheidet man Biokraftstoffe der ersten und der zweiten Generation. Bei der ersten Generation von Biokraftstoffen sind vor allem Biodiesel und Bioethanol von Bedeutung. Biodiesel wird vor allem in Europa und hier überwiegend aus Raps und in geringerem Umfang auch aus Sonnenblumen hergestellt. In Nordamerika werden in erster Linie Sojabohnen und in Südostasien vor allem Palmöl verwendet. In Österreich und Deutschland wird Biodiesel auch aus Tierfett bzw. Altspeisefetten und -ölen und in Großbritannien aus recyceltem Pflanzenöl hergestellt. Reines Pflanzenöl wird auch direkt als Kraftstoff genutzt, bislang aber nur in relativ geringen Mengen (in Deutschland überwiegend Rapsöl, in den USA Sojaöl) und ist daher wirtschaftlich weniger von Bedeutung. Im weltweiten Maßstab spielt Bioethanol derzeit die größte Rolle und wird vor allem in Brasilien aus Zuckerrohr und in den USA aus Mais produziert, in Europa dagegen hauptsächlich aus Weizen und Zuckerrüben. Zur sogenannten zweiten Generation der Biokraftstoffe zählen heute noch nicht großtechnisch hergestellte, synthetische Biokraftstoffe wie Biomethanol, Biomass-to-Liquid (BtL), Pyrolyse-Diesel, Biogas und Wasserstoff aus Biomasse (vgl. IFEU 2004). Im Gegensatz zur ersten Generation wird bei ihrer Herstellung nicht nur die Frucht der entsprechenden Energiepflanze verwendet, sondern deren gesamtes Lignocellulosegerüst. Außerdem kann jede Form von in der

Land- und Forstwirtschaft anfallenden Biomasse, also auch Holz, Stroh, Gras und Ähnliches als Eingangsstoff verwendet werden, wodurch sich die Energieausbeute erhöht und sich die Konkurrenzsituation zur Nahrungsmittelproduktion im Vergleich zur ersten Generation abmildert (vgl. Gattermayer 2006). Allerdings befinden sich die einschlägigen Verfahren zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation noch im Pilotstadium.

Nach den aus verschiedenen Quellen zusammengestellten Statistiken über die Produktionsmengen summierte sich die Erzeugung von Bioethanol im Jahr 2009 weltweit auf rund 75 Mrd. Liter, das war viermal so viel wie die globale Biodieselproduktion von rund 18 Mrd. Litern. Dieser Abstand verringert sich ein wenig in Bezug auf die Kraftstoffäquivalenz, da der Heizwert von Bioethanol wesentlich niedriger ist als der von Biodiesel: Während ein Liter Biodiesel den Energiegehalt von 0,91 Liter Diesel aufweist, ersetzt ein Liter Bioethanol nur 0,65 Liter Benzin (vgl. FNR 2009). An dem Energiegehalt gemessen betrug die weltweite Bioethanolproduktion 38 Mill. Tonnen Öleinheiten (Mtoe) und die Biodieselproduktion 14 Mtoe, also etwas mehr als ein Drittel der Ethanolproduktion (vgl. Earth Policy Institute 2011; EurObserv'ER 2010; Renewable Fuels Association 2011).

Im Jahr 2009 waren die USA der mit Abstand bedeutendste Bioethanolproduzent mit 40 Mrd. Liter bzw. 53% Anteil an der weltweiten Produktion, gefolgt von Brasilien mit 25 Mill. Liter bzw. 33% Anteil. Auf die Europäische Union entfiel mit einer Ethanolproduktion von 3,7 Mrd. Liter nur knapp 5% Anteil, davon auf Deutschland mit 750 Mill. Litern lediglich 1% der weltweiten Produktion. Weitere nennenswerte Produzenten waren China (2,7%), Thailand (2,2%), Frankreich

Abb. 1
Weltweite Bioethanolproduktion 2009



Quelle: EurObserv'ER (2010); Renewable Fuels Association (2011); Berechnungen ifo Instituts.

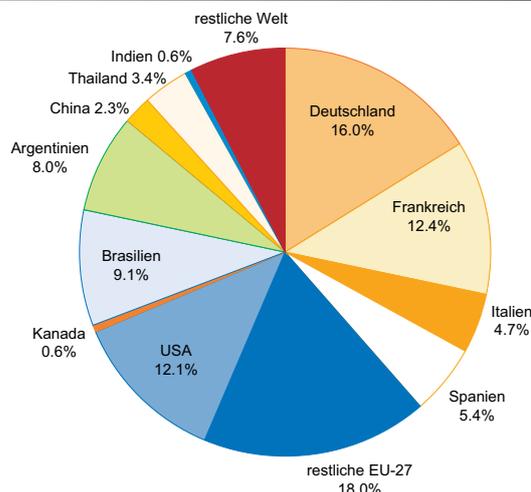
Tab. 1
Weltweite Biokraftstoffproduktion 2009

	Bioethanol (in Mill. Liter)	Biodiesel (in Mill. Liter)
USA	40 124	2 124
Brasilien	24 900	1 600
Argentinien	–	1 400
Kanada	1 100	100
Kolumbien	315	200
Australien	216	–
China	2 050	400
Thailand	1 647	600
Indien	–	100
Restliches Asien	346	–
Deutschland	750	2 884
Frankreich	1 250	2 225
Italien	72	837
Spanien	437	976
Portugal	–	284
Belgien	143	473
Polen	166	377
Niederlande	–	367
Schweden	175	265*
Ungarn	150	151
Großbritannien	70	155
Irland	2	19
Österreich	180	352
Tschechien	113	186
Slowakei	118	115
Slowenien	–	10
Griechenland	–	87
Zypern	–	10
Malta	–	1
Rumänien	–	33
Bulgarien	–	28
Litauen	30	111
Lettland	15	50
Estland	–	27
Finnland	4	250
Rest der Welt	935	1 330
Welt	75 308	18 127

–: Keine Produktion oder Wert unbekannt. – * Einschließlich Dänemark.

Quelle: Für EU: EurObserv'ER, (2010), für sonstige Länder: Renewable Fuels Association (2011); Earth Policy Institute (2011); REN21 (2010); Zusammenstellung des ifo Instituts.

Abb. 2
Weltweite Biodieselpromotion 2009



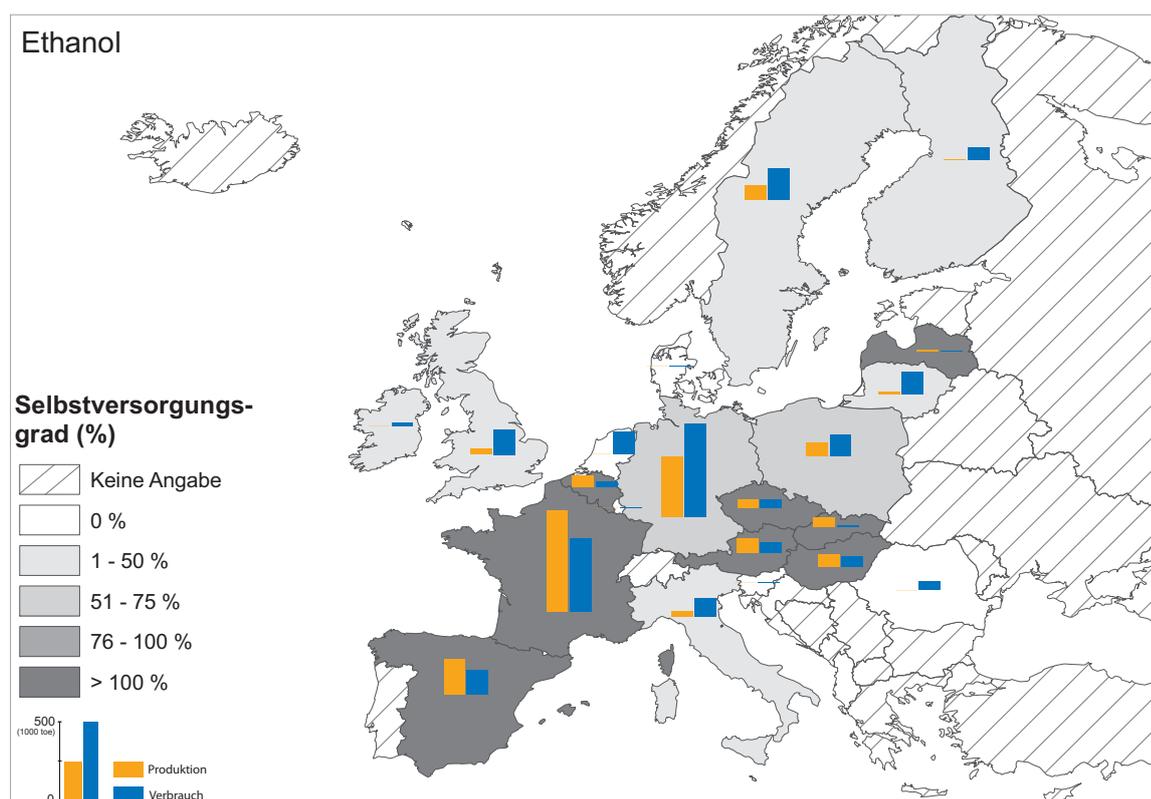
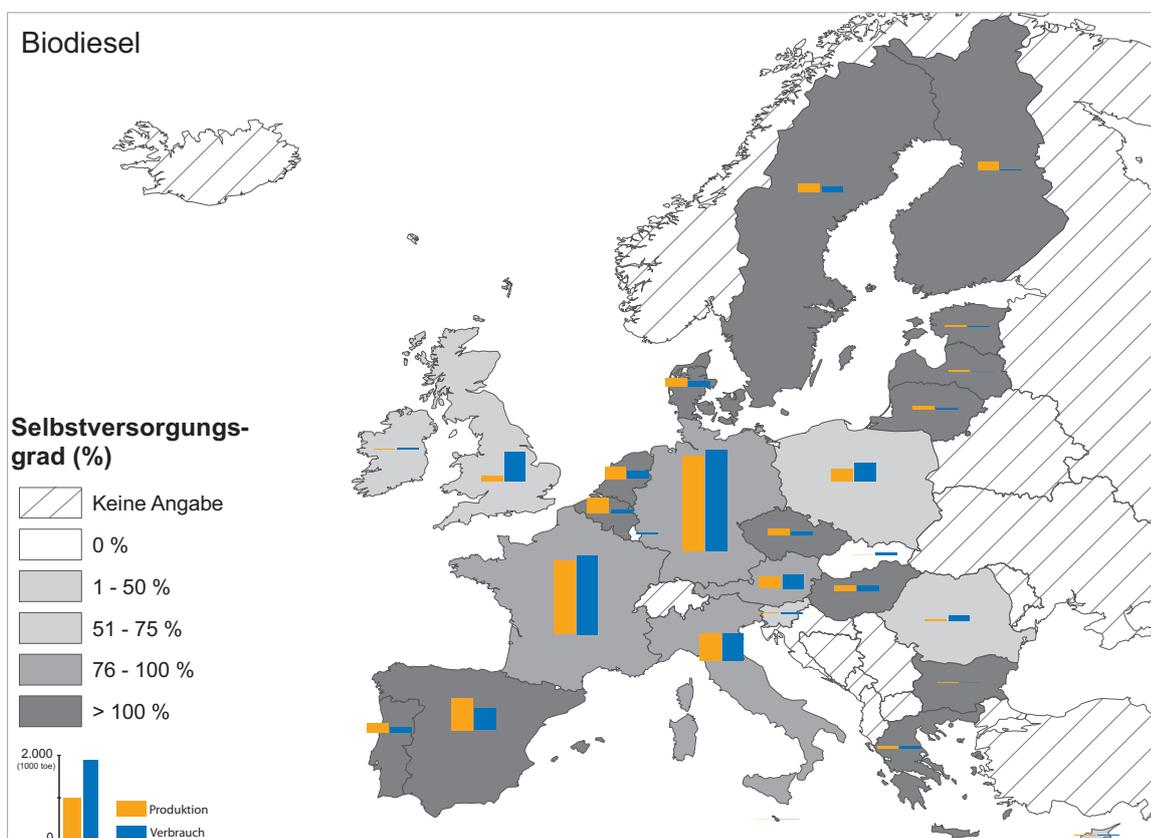
Quelle: EurObserv'ER (2010); Earth Policy Institute (2011); REN21 (2010); Berechnungen ifo Instituts.

(1,6%) und Kanada (1,4%) (vgl. Abb. 1 und Tab. 1). Die Erklärung für das Übergewicht Amerikas liegt in den unterschiedlichen Ertragsraten der verwendeten Energiepflanzen und den damit einhergehenden Herstellungskosten. Während der Kraftstofftertrag pro Hektar bei dem in Brasilien verwendeten Zuckerrohr 2007 bei 4 160 Liter lag und beim in den USA dominierenden Mais bei 2 440 Liter, kam das in Deutschland verwendete Getreide auf nur 1 650 l/ha. Als Alternative stünde zwar auch die Zuckerrübe mit 4 080 l/ha zur Verfügung, sie findet allerdings weniger Verwendung. Die Herstellungskosten für Bioethanol aus Zuckerrüben lagen 2007 bei 0,53 Euro pro Liter und bei Verwendung von Getreide bei 0,55 Euro/l, wogegen die Produktion aus brasilianischem Zuckerrohr nur 0,20 Euro/l kostete und bei Verwendung von Mais wie in den USA 0,34 Euro/l (vgl. FNR 2009).

Der in Deutschland überwiegend aus Raps erzeugte Biodiesel ist bei einem relativ geringen Ertrag von 1 440 l/ha und mit Herstellungskosten von 0,78 Euro/l (vgl. FNR 2009) bezogen auf den Energiegehalt ähnlich teuer wie Ethanol aus Zuckerrüben oder Getreide. Trotzdem bestritt Deutschland im Jahr 2009 mit 2,9 Mrd. Litern 16% der weltweiten Produktion. Der weltweit zweitgrößte Produzent war Frankreich mit 2,2 Mrd. Litern bzw. 12% Anteil, fast gleichauf mit den USA, die 2,1 Mrd. Liter produzierten. An vierter Stelle folgte Brasilien mit 9% und an fünfter Stelle Argentinien mit 8% der Weltproduktion. In Europa entfielen weitere 5,4% Anteil auf Spanien und 4,7% auf Italien. Die restlichen EU-Staaten vereinigten 18% der weltweiten Produktion auf sich (vgl. Abb. 2 und Tab. 1). Der Grund für die vorherrschende Stellung der europäischen und insbesondere der deutschen Biodieselpromotion liegt zum einen in der höheren Verbreitung von Dieselfahrzeugen v.a. bei Pkw und zum anderen auch in den unterschiedlichen staatlichen Förderschwerpunkten. Während in den USA die Fördermittel überwiegend in die Bioethanolproduktion gesteckt wurden, ist es in Europa gerade umgekehrt: Hier fließen die meisten Mittel in den Biodiesel (vgl. Global Subsidies Initiative 2007).

Beim Biodiesel lag der Selbstversorgungsgrad im EU-Durchschnitt 2009 bei 98,7%,

Abb. 3
Biodiesel und Bioethanol 2009



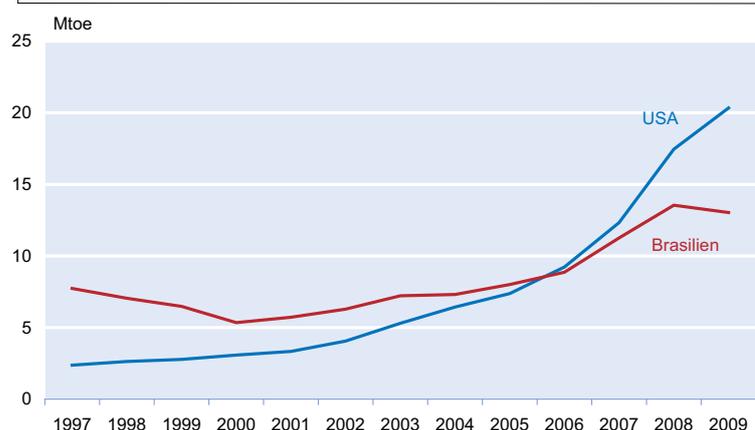
Quelle: EurObserv'ER (2010); Renewable Fuels Association (2011).

d.h. es wurde kaum mehr Biodiesel verbraucht, als innerhalb der Europäischen Union produziert wurde. Deutschland produzierte 94,3% des eigenen Verbrauchs, Frankreich 93,2%, Österreich 83,0% und Italien sogar 99,1%. Die skandinavischen und baltischen Länder, Belgien, die Niederlande, Spanien, Portugal und die meisten südosteuropäischen Länder stellten mehr Biodiesel her, als sie selbst benötigten. Deutlich importabhängig waren dagegen das Vereinigte Königreich, Irland, Polen und Rumänien. Beim Bioethanol lag der Selbstversorgungsgrad im EU-Durchschnitt dagegen nur bei 75%, für Deutschland bei 65%. Auch das Vereinigte Königreich, Irland, Polen, Italien, Litauen und die skandinavischen Länder waren beim Ethanol stark von Einfuhren abhängig (vgl. Abb. 3).

Aufgrund der niedrigen Produktionskosten von Bioethanol aus brasilianischem Zuckerrohr war Brasilien bei der Herstellung von Bioethanol lange weltweit führend (vgl. Global Subsidies Initiative 2007). Erst im Jahr 2006 überrundeten die USA Brasilien bei der Bioethanolproduktion (vgl. Abb. 4). Brasilien bestritt bereits 2008 21% des Kraftstoffverbrauchs im Straßenverkehr mit Biokraftstoffen. In den USA lag der Anteil des Biosprits bei 4% und in der Europäischen Union bei rund 3% (vgl. IEA 2011). Brasilien hat bereits in den 1970er Jahren ein staatliches Förderprogramm aufgelegt. In Folge der Erdölkrise 1973/74 entstand 1975 das sogenannte PROÁLCOOL-Programm zur Senkung der Abhängigkeit vom Erdöl, das als Zusammenarbeit zwischen Staat und Privatwirtschaft konzipiert war. Darüber hinaus besteht eine offiziell vorgeschriebene Beimischungsquote zu Benzin von 20 bis 25%. Zusätzlich werden weitere Beihilfen als Kredite und Steuererleichterungen gewährt. Im Jahr 2007 hatte die brasilianische Regierung rund 42 Mill. US-Dollar für Beihilfen und Kredite budgetiert. Der Import von Ethanol wurde mit einem 20%-igen Ad-valorem-Zoll belegt (vgl. Gattermayer 2006). Brasilien ist ebenfalls Vorreiter bei der Einführung der sogenannten Flexible Fuel (FFV)-Fahrzeuge. Diese Fahrzeuge können Benzin und Bioethanol in jedem beliebigen Mischungsverhältnis fahren, weil durch einen Sensor im Motor der Zündzeitpunkt angepasst wird. Diese Fahrzeuge können neben der in Brasilien verpflichtenden Beimischung zum Benzin von 20 bis 25% Ethanolanteil auch reines Ethanol (E 100) tanken. Aus diesem Grunde gibt es ein flächendeckendes E-100-Tankstellennetz (in Brasilien als Gasolina Tipo C gekennzeichnet). Mittlerweile sind ca. 90% aller Neufahrzeuge FFVs – im Jahr 2008 wurden insgesamt 2,4 Millionen davon verkauft. Mittlerweile besteht die Hälfte des gesamten Fahrzeugbestands aus FFVs (vgl. Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft 2011).

Auch die USA stellen seit Jahrzehnten eine Reihe von Förderprogrammen der Bundesstaaten und Subventionen in Gestalt nationaler Steuererleichterungen (51 US-Cent pro Gallone; Subventionsvolumen 4 Mrd. US-Dollar im Jahr 2007) nach dem Energy Tax Act von 1978 für die Bioethanolproduktion bereit (vgl. Brazil Institute 2007). Der 2006 verabschiedete »Renewable Fuels Standard« sieht vor, dass bis zum Jahr 2012 jährlich 28,4 Liter Ethanol für die Beimischung produziert werden. Daneben gibt es einen Importzoll von 54 Cent pro Gallone. Die Anzahl der Bioethanolanlagen ist von 50 im Jahr 1999 auf 143 Mitte 2008 gestiegen. Die amerikanischen Produktionskapazitäten für Bioethanol haben sich mit 50,9 Mill. t zur Mitte des Jahres 2008 gegenüber ca. 16,1 Mill. t Ende 2006 mehr als verdreifacht, sie waren im Bezug auf die Produktion des Jahres 2007 von 19,4 Mill. t Bioethanol für Kraftstoffzwecke aber nur zu rund 40% ausgelastet. Das Benzin-Alkohol-Gemisch wird in den USA als Gasohol bezeichnet. Nach der Ölkrise 1973 wurde mit dem sogenannten »Energy Tax Act« aus dem Jahr 1978, der eine Befreiung der Verbrauchssteuer für Biokraftstoffe erlaubte, die Entwicklung einer Kraftstoff-Ethanol-Industrie forciert. Mit dem »Clean Air Act« wurde in den 1990er Jahren die mit Bioethanol erreichbare Verbesserung der Luftqualität in Großstädten durch Senkung der Schadstoffemissionen aus dem Straßenverkehr gefördert. Seit dem Jahr 2004 gibt es mit dem »Volumetric Ethanol Excise Tax Credit« (VEETC) Steuererleichterungen für alle Beimischungsquoten von Bioethanol zu Benzin. Mit dem »Energy Policy Act« gibt es seit 2005 das politische Ziel, die Ethanol-Beimischung zu Benzin zu steigern, um die Abhängigkeit vom Rohöl zu minimieren. Die Umweltbehörde EPA hatte für 2006 eine Quotenvorgabe von 2,78% und für 2007 von 3,71% Biokraftstoffen am Gesamtkraftstoffverbrauch gemacht (12,25 Mill. t). Die Quote steigt bis zum Jahr 2017 auf 15%; im Jahr 2022 sollen dann 110 Mill. t Bioethanol abgesetzt werden, davon ca. die Hälfte aus Lignozellulose. Auch der amerikanische Präsident Bush hat in seiner Rede zur Lage der Nation im Januar 2007 ambitionierte Ziele zum Ein-

Abb. 4 Ethanolproduktion in Brasilien und in den USA



Quelle: BP (2010).

satz erneuerbarer Energien genannt, die mit dem »Energy Independence and Security Act 2007« (kurz Energy Bill 2007) dann im Dezember in Gesetzesform gebracht wurden. Bis zum Jahr 2017 soll der Verbrauch fossiler Treibstoffe um 20% gesenkt werden – unter anderem durch den vermehrten Ersatz von Benzin durch Bioethanol. In vielen Bundesstaaten werden dem Benzin bereits 10% Ethanol beigemischt. Auch der Markt für E 85 entwickelt sich positiv. Im Jahr 2008 führten ungefähr 2000 Tankstellen E85 für über 7 Mill. FFV-Fahrzeuge. (vgl. Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft 2011).

In der EU forderte die Richtlinie 2003/30/EG von den Mitgliedstaaten, den Mindestanteil an Biokraftstoffen von 2% im Jahr 2005 auf 5,75% im Jahr 2010 bezogen auf die Gesamtmenge (energetisch) an Benzin- und Dieselmotorkraftstoffen zu erhöhen. Allerdings handelt es sich dabei um eine rechtlich nicht bindende Zielsetzung. In der neuen EU-Richtlinie 2009/28/EG wird erstmals als verbindliches Ziel ein Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen – also inklusive aus erneuerbaren Ressourcen erzeugter Strom und Wasserstoff – für alle Verkehrsträger von mindestens 10% des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor postuliert. In Deutschland liegen die entsprechenden Anteilswerte nach dem 2006 vom Bundestag verabschiedeten Biokraftstoffquotengesetz ab 2007 bei 4,4% für Dieselmotorkraftstoff und für Benzin beginnend bei 1,2% im Jahr 2007 ansteigend über 2,0% (2008) auf 2,8% ab 2009. Zusätzlich gibt es noch eine Gesamtquote für Kraftstoffe, die ursprünglich 6,25% im Jahr 2009 betrug und 2010 auf 6,75% und danach in jährlichen Schritten von jeweils 0,25% auf schließlich 8% 2015 ansteigen sollte. Mit dem Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 15. Juli 2009 wurde allerdings beschlossen, diese Quote 2009 bei 5,25% zu belassen und ab 2010 bei 6,25% einzufrieren.¹ Ob dieser Gesamtanteil durch mehr Biodiesel oder mehr Ethanol erreicht wird, bleibt allerdings offen. Bereits seit 2004 darf herkömmlicher (Mineralöl-) Diesel mit bis zu 5% Biodiesel vermischt werden (DIN EN 590), seit Februar 2009 erlaubt eine neue Dieselnorm die Beimischung von bis zu 7% Biodiesel (B7) (DIN EN 14214). Seit Anfang des Jahres 2011 bietet die Mineralölwirtschaft in Deutschland Ottokraftstoffe mit 10% Ethanolbeimischung (E10) an, um die EU-Quote zu erreichen.² Zudem wurde nach dem am 29. Juni 2006 vom Bundestag verabschiedeten Energiesteuergesetz für reinen Biodiesel eine deutliche Ermäßigung der Energiesteuer auf 9 Cent/l 2007 gewährt, die ab 2008 in jährlichen Schritten von 6 Cent auf 33 Cent/l im Jahr 2011 und schließlich auf 45 Cent/l 2013

erhöht werden sollte.³ Mit dem Wachstumsbeschleunigungsgesetz vom 22. Dezember 2009 wurde dieses Stufenmodell allerdings wieder zurückgenommen und die Energiesteuer ab 2010 bis 2012 für Biodiesel auf 18,6 ct/l und für Pflanzenölkraftstoff auf 18,5 ct/l festgeschrieben. Ab 2013 soll dann der endgültige Steuersatz von 45 ct/l eingeführt werden.⁴

Damit ist der Absatz von Biokraftstoffen in Deutschland im Gegensatz zur globalen Entwicklung ins Stocken gekommen. Noch 2007 erreichte die Biokraftstoffquote 7,2%, womit der Zielwert für 2009 schon deutlich übererfüllt wurde. 2008 hatte Biodiesel einen Anteil am Kraftstoffverbrauch in Deutschland von 4,5%, Pflanzenöl von 0,7% und Bioethanol von 0,8%, alle Biokraftstoffe zusammen also rund 6%. 2009 lag der Anteil von Biokraftstoffen mit 5,5% nur noch knapp über der anvisierten Quote. Der Rückgang seit 2008 erklärt sich mit dem Abbau des Steuerprivilegs für Biokraftstoffe. Zwar hat sich der Absatz von Biodiesel für die Beimischung zu fossilem Diesel durch die Zulassung von B7 erhöht, jedoch konnte dadurch der massive Rückgang des Absatzes im Reinkraftstoffmarkt (B100) bei weitem nicht aufgefangen werden. Vielmehr hat die steigende Besteuerung von Biodiesel dazu geführt, dass der Absatz von 1,84 Mill. Tonnen 2007 auf 1,17 Mill. Tonnen 2008 zurückgegangen ist. 2009 ist mit der nochmaligen Erhöhung der Besteuerung der Absatz an Reinkraftstoff vollständig zusammengebrochen. Mit der Absenkung der Biokraftstoffquote auf 5,25% 2009 und dem Einfrieren bei 6,25% ab 2010 kann der Absatzrückgang im Reinkraftstoffmarkt nicht mehr durch die Quotenerfüllung kompensiert werden. (vgl. Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie 2010).

Literatur

- BAFA/FNR (2010), <http://www.bio-kraftstoffe.info/daten-und-fakten/mengen-und-potenziale>.
- BP Statistical Review of World Energy (2010), online verfügbar unter: <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>.
- Brazil Institute (2007), *The Global Dynamics of Biofuels*, Brazil Institute Special Report, Issue No. 3, April 2007.
- Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft (2011), *Bioethanol – weltweit*, online verfügbar unter: <http://www.bdbe.de/Bioethanol-weltweit.html>.
- Earth Policy Institute (2011), *Climate, Energy, and Transportation*, http://www.earth-policy.org/data_center/C23.
- EurObserv'ER (2010), *Biofuels Barometer*, July 2010.
- FNR, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2009), *Biokraftstoffe – Eine vergleichende Analyse*, Gülzow.
- Gattermayer, F. (2006), *Ethanol – Ein weltweiter Überblick*, in: I. Darnhofer, C. Walla und H. Wytrens (Hrsg.): *Alternative Strategien für die Landwirtschaft*, Wien.
- Global Subsidies Initiative (2007), *Biofuels – at what a Cost*, September 2007.
- IEA, International Energy Agency (2010), *Technology Roadmap, Biofuels for Transport*, Paris.
- IFEU Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (2004), *CO₂-neutrale Wege zukünftiger Mobilität durch Biokraftstoffe: Eine Bestandsaufnahme*, Frankfurt am Main.
- Renewable Fuels Association (2011), *Ethanol Industry Outlook, Renewable Fuels Association*, online verfügbar unter: <http://www.ethanolrfa.org/page/-/2011%20RFA%20Ethanol%20Industry%20Outlook.pdf?nocdn=1>.
- REN21 (2010), *Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Renewables 2010 Global Status Report*, September 2010.
- Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie (2010), *Informationen: Biokraftstoffe in Deutschland*, Stand: März 2010.

¹ Diese Quote wurde 2009 mit 5,5% Biokraftstoffanteil (energetisch) erreicht (vgl. BAFA/FNR 2010).

² Vgl. Internetfundstelle: <http://www.adac.de/infotestrat/tanken-kraftstoffe-und-antrieb/benzin-und-diesel/e10/default.aspx?tabid=tab4>.

³ Da der Brennwert von Biodiesel unter dem von Mineralöl liegt, bleibt der volumenbezogene Steuersatz um 2 Cent unter dem regulären Energiesteuersatz auf fossilen Dieselmotorkraftstoff von 47 ct/l.

⁴ Vgl. Internetfundstelle <http://www.bio-kraftstoffe.info/gesetzeslage/energiesteuergesetz/>.