Biokraftstoffe

Jan Henke*

* Dr. Jan Henke, Meo Carbon Solutions, Köln

13 Biokraftstoffe

Übersicht

13.1 Marktbeschreibung 2011 ... 987
13.1.1 Rechtliche Bestimmungen und Einflussfaktoren ... 991
13.1.2 Marktsegmente und Produkte ... 1003
13.1.3 Rohstoffe und Zwischenprodukte ... 1009
13.1.4 Technologie und Konversionsverfahren ... 1015
13.1.5 Angebot und Nachfrage, Preise ... 1019
13.1.5.1 Dieselkraftstoffsubstitute ... 1020
13.1.5.2 Ottokraftstoffsubstitute ... 1029
13.1.5.3 Gassubstitute ... 1036
13.1.5.4 Kerosinsubstitute ... 1039
13.1.5.5 Schiffskraftstoffsubstitute ... 1041
13.1.6 Einflussparameter auf die Marktentwicklung ... 1041
13.1.7 Rechtliche Rahmenbedingungen und Marktsituation in EU-Ländern ... 1043
13.1.7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Einflussparameter ... 1043
13.1.7.2 Entwicklung des Marktes ... 1045
13.1.7.3 Schlussfolgerungen ... 1059
13.1.8 Relevante Internationale Erfahrungen ... 1061
13.1.8.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Einflussparameter ... 1061
13.1.8.2 Entwicklung des internationalen Marktes ... 1064
13.1.8.3 Schlussfolgerungen ... 1073
13.2 Vergleich mit 2004 ... 1075
13.2.1 Beschreibung des Marktes in 2004 ... 1075
13.2.2 Wesentliche Änderungen und ihre Treiber ... 1076
13.2.3 Erklärung der Marktentwicklung ... 1078
13.3 Vergleich mit der Prognose aus 2004 für 2010 ... 1080
13.3.1 Aufbereitung der Prognosedaten und Annahmen ... 1080
13.3.2 Vergleich mit Ist-Situation und Abweichungsanalyse ... 1081
13.3.3 Schlussfolgerungen für das Prognosemodell ... 1085

13.4 Prognose für das Jahr 2020 1086
13.4.1 SWOT Analyse 1086
13.4.2 Ziele der Bundesregierung 1087
13.4.3 Grundannahmen für die Entwicklung der Szenarien 1087
13.4.4 Szenarien 1091
13.5 Zusammenfassende Bewertung und strategische Optionen 1097
13.6 Quellenverzeichnis 1100

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 540: Entwicklung fossiler Kraftstoffmarkt in Deutschland 987
Abb. 541: Tankstellenpreise Dieselkraftstoff..... 988
Abb. 542: Tankstellenpreise Ottokraftstoff (Superbenzin)..... 988
Abb. 543: Anteil Biokraftstoffe in Deutschland..... 989
Abb. 544: Biokraftstoffabsatz in Deutschland 990
Abb. 545: Biokraftstoffanteile am Gesamtkraftstoffabsatz 991
Abb. 546: Übersicht Entwicklung EU-Biokraftstoffpolitik 992
Abb. 547: Nachhaltigkeitsanforderungen gemäß Erneuerbare Energien Richtlinie..... 993
Abb. 548: Treibhausgaseinsparungsanforderungen gemäß Erneuerbare Energien Richtlinie..... 994
Abb. 549: Anerkannte Zertifizierungssysteme 995
Abb. 550: Dekarbonisierung gemäß Kraftstoffqualitätsrichtlinie..... 996
Abb. 551: Vorschlag von IFPRI zu land use change Faktoren..... 997
Abb. 552: THG-Einsparungspotenziale inkl. iLUC-Faktor 998
Abb. 553: Übersicht Biokraftstoffpolitik in Deutschland..... 999
Abb. 554: Entwicklung Biokraftstoffpolitik in Deutschland.....1000
Abb. 555: Entwicklung Beimischungs- und Klimaschutzquote in Deutschland.....1002
Abb. 556: Übersicht Biokraftstoffmärkte 1004
Abb. 557: Ottokraftstoffsubstitute 1005
Abb. 558: Dieselkraftstoffsubstitute 1006
Abb. 559: Gassubstitute.....1007
Abb. 560: Schiffskraftstoffsubstitute 1008
Abb. 561: Kerosinsubstitute 1009
Abb. 562: Vereinfachte Wertschöpfungskette Biokraftstoffe 1009
Abb. 563: Rohstoffbasis Bioethanol 1010
Abb. 564: Rohstoffbasis Bioethanol 1011
Abb. 565: Rohstoffbasis Biodiesel.....1012
Abb. 566: Rohstoffbasis Biodiesel.....1013
Abb. 567: Rohstoffbasis verschiedener Biokraftstoffe 1014
Abb. 568: Inlandsverbrauch Biokraftstoffe.....1020
Abb. 569: Marktrelevanz DK-Substitute.....1021
Abb. 570: Inlandsverbrauch Biodiesel und Pflanzenöl.....1022
Abb. 571: Wettbewerbsfähigkeit von B100.....1023
Abb. 572: Markt für DK-Substitute.....1024
Abb. 573: Biodiesel – Produktion, Absatz und Kapazität 1025

Abb. 574: Standorte Biodieselanlagen 1026
Abb. 575: Außenhandel Biodiesel 1027
Abb. 576: Biodieselimport und -export nach Ländern 1028
Abb. 577: Biodieselpreise Deutschland 1028
Abb. 578: Pflanzenölpreise 1029
Abb. 579: Marktrelevanz OK-Substitute 1030
Abb. 580: Inlandsverbrauch Ethanol 1031
Abb. 581: Produktion Bioethanol 1032
Abb. 582: Importbedarf Bioethanol 1033
Abb. 583: Markt für OK-Substitute 1034
Abb. 584: Preise Bioethanol 1035
Abb. 585: Produktionsstandorte und -kapazitäten Bioethanol für den Kraftstoffsektor ..1036
Abb. 586: Marktrelevanz Gassubstitute 1038
Abb. 587: Passagierflüge mit Biokraftstoffen 1040
Abb. 588: Testflüge mit Biokraftstoffen 1040
Abb. 589: Einflussfaktoren Biokraftstoffmärkte 1043
Abb. 590: Beimischungsquoten in der EU 1044
Abb. 591: Rahmenbedingungen ausgewählter EU-Märkte 1045
Abb. 592: Produktionskapazität Biodiesel in der EU 1046
Abb. 593: Entwicklung Produktionskapazität Biodiesel in der EU 1047
Abb. 594: Produktion Biodiesel in der EU 1048
Abb. 595: Entwicklung Biodieselproduktion in der EU 1049
Abb. 596: Kapazitätsauslastung Biodieselproduzenten in der EU 1050
Abb. 597: Markt für Dieselkraftstoffsubstitute 1050
Abb. 598: Außenhandel Biodiesel EU 1051
Abb. 599: Biodiesel Produktions- und Handelsbilanz der EU 1052
Abb. 600: Bioethanol Produktionskapazität in der EU 1053
Abb. 601: Bioethanolproduktion in der EU 1054
Abb. 602: Entwicklung Bioethanolproduktion in der EU 1055
Abb. 603: Marktvolumen Ottokraftstoffsubstitute in der EU 1057
Abb. 604: Importbedarf der EU bei Bioethanol 1058
Abb. 605: Biomethan als Kraftstoff 1059
Abb. 606: Biokraftstoffmengen gemäß Renewable Fuels Standard 1062
Abb. 607: Fahrzeugverkäufe in Brasilien 1063
Abb. 608: Globale Biokraftstoffproduktion 1064

Abb. 609: Globale Biodieselproduktion.....1065
Abb. 610: Biodieselmarkt Argentinien.....1066
Abb. 611: Biodieselmarkt Malaysia 1067
Abb. 612: Biodieselmarkt Indonesien 1068
Abb. 613: Biodieselmarkt Brasilien.....1069
Abb. 614: Bioethanolproduktion USA 1070
Abb. 615: Entwicklung Bioethanolproduktion in Brasilien 1071
Abb. 616: Entwicklung Außenhandel.....1072
Abb. 617: Produktionskapazität und Auslastungsgrad Bioethanol Brasilien 1073
Abb. 618: Markteinfluss der Biokraftstoffförderung in Deutschland.....1078
Abb. 619: Tatsächliche Entwicklung Biodieselmarkt vs. Prognose 1082
Abb. 620: Abweichungsanalyse Biodiesel 1083
Abb. 621: Tatsächliche Entwicklung Bioethanolmarkt vs. Prognose.....1084
Abb. 622: Abweichungsanalyse Bioethanol.....1085
Abb. 623: SWOT-Analyse Biokraftstoffe.....1087
Abb. 624: Treiber und Hindernisse bei der zukünftigen Entwicklung 1088
Abb. 625: Einflussfaktoren auf die Marktentwicklung.....1090
Abb. 626: Ableitung der vier Szenarien für die Marktentwicklung 1090
Abb. 627: Übersicht Szenarien.....1091
Abb. 628: Marktszenarien für 2020 1095
Abb. 629: Marktszenarien für 2020 1096
Abb. 630: Mengenbedarf in den verschiedenen Szenarien 1097

Tabellenverzeichnis:

Tab. 95: Entwicklung Steuerentlastung – Beispiel B100.....1001
Tab. 96: Produktionsanlagen für fortschrittliche Biokraftstoffe in der EU 1018
Tab. 97: Produktionsanlagen für fortschrittliche Biokraftstoffe in den USA, Canada und Brasilien 1019
Tab. 98: Kapazitätsaufbau Bioethanol in der EU 1056

13.1 Marktbeschreibung 2011

Kurzüberblick Gesamtmarkt

Der Inlandsabsatz von fossilen Kraftstoffen für den Straßenverkehr lag in 2011 bei ca. 30,6 Mio. t Dieselkraftstoff (DK) und 18,4 Mio. t Ottokraftstoff (OK). Damit liegt der Dieselkraftstoffverbrauch auf einem ähnlichen Niveau wie vor zehn Jahren, während der Ottokraftstoffverbrauch in diesen zehn Jahren um ca. 10 Mio. t gesunken ist (s. folgende Abb.).

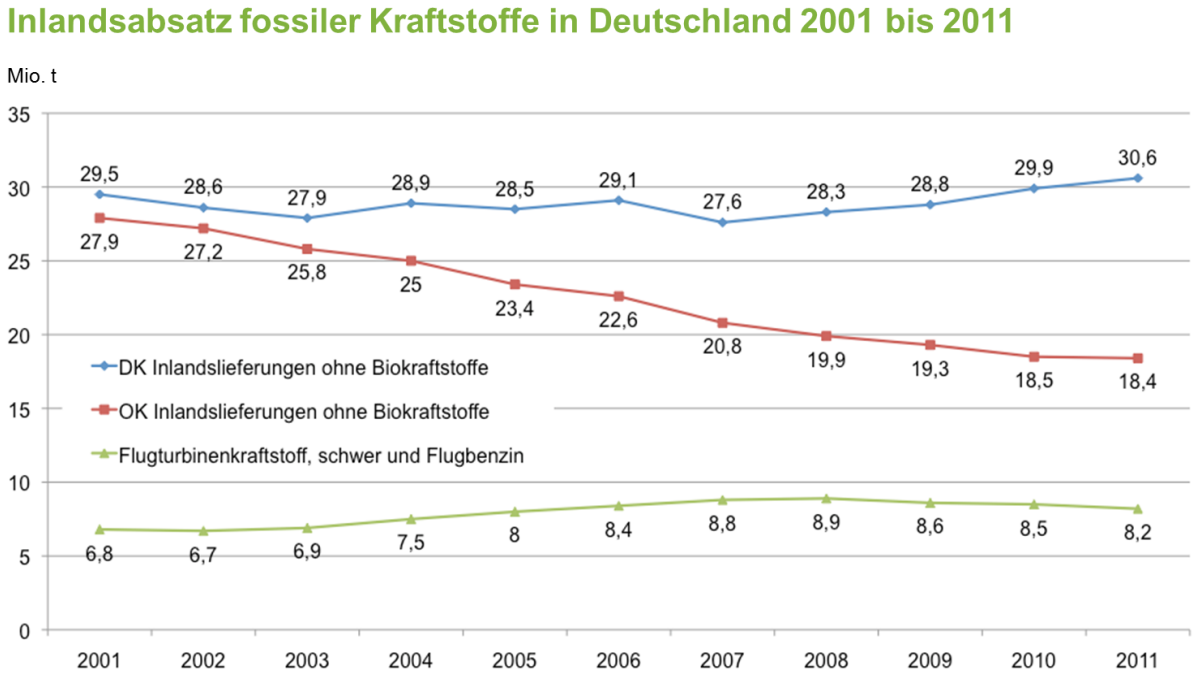


Abb. 540: Entwicklung fossiler Kraftstoffmarkt in Deutschland[1544]

Die Tankstellenpreise für fossile Kraftstoffe in Euro je Liter und inklusive aller Steuern sind mit Ausnahme des Jahres 2009 kontinuierlich gestiegen, wobei die Preissteigerungen beim Dieselkraftstoff prozentual stärker ausfielen (s. nächsten zwei Abb.). Die sinkenden fossilen Kraftstoffpreise (Otto- und Dieselkraftstoff) im Jahr 2009 waren konjunkturell bedingt und korrelieren mit deutlich gesunkenen Rohölpreisen für das Jahr 2009. Die fossilen Kraftstoffpreise an der Tankstelle sind die Referenzgröße für die Wettbewerbsfähigkeit der reinen Biokraftstoffe, die außerhalb der verpflichtenden Quoten für den Einsatz von Biokraftstoffen verkauft werden. Besonders in den Jahren 2006 und 2007 waren Biodiesel und Pflanzenöl als reine Biokraftstoffe (B100 und P100) durch die deutliche Steuerentlastung wettbewerbsfähig und haben so relevante Marktanteile erreicht.

[1544] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) 2011: Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland, http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloeldaten/2011/index.html (Abruf 10.12.2012).

Entwicklung Tankstellenpreise Dieselkraftstoff 2000 bis 2011 in €/Liter inkl. aller Steuern

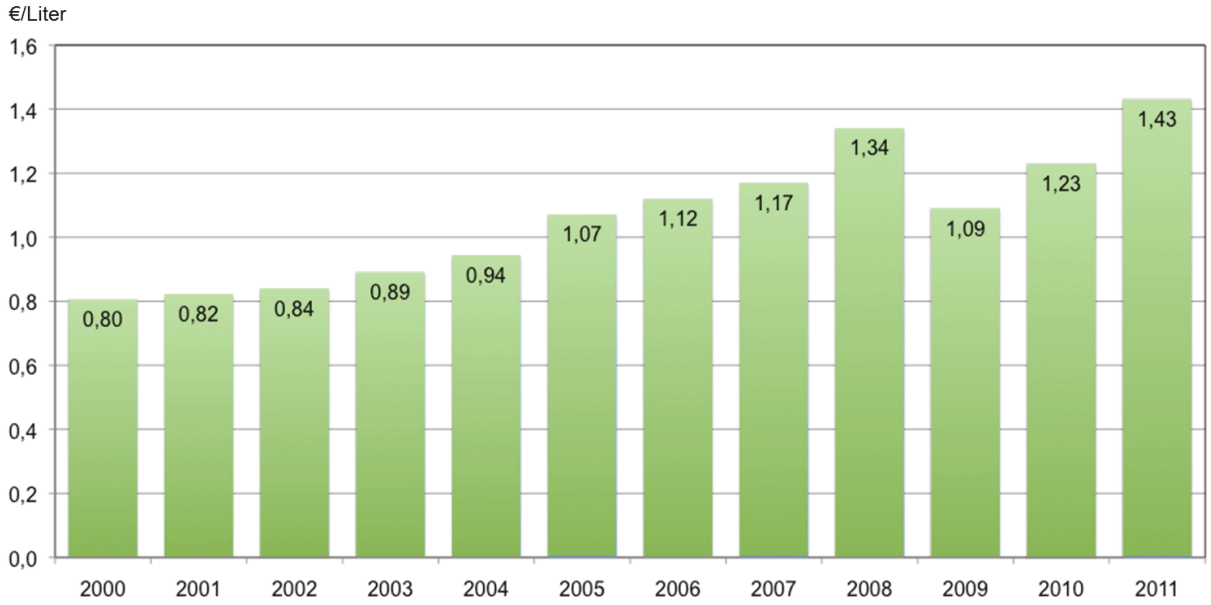


Abb. 541: Tankstellenpreise Dieselkraftstoff[1545]

Entwicklung Tankstellenpreise Ottokraftstoff (Superbenzin) 2000 bis 2011 in €/Liter inkl. aller Steuern

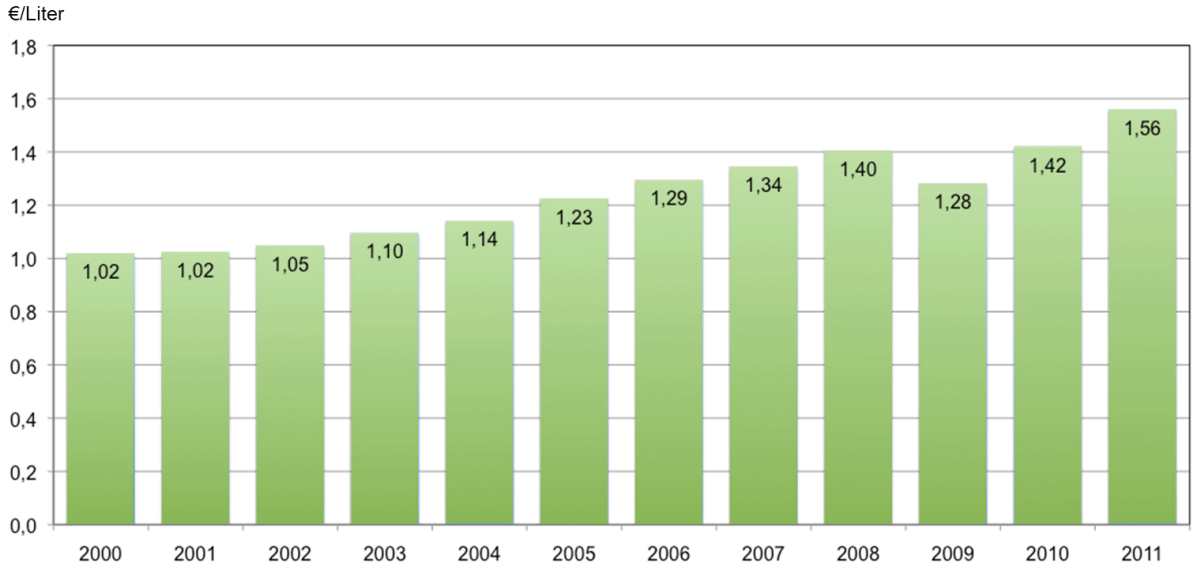


Abb. 542: Tankstellenpreise Ottokraftstoff (Superbenzin)[1546]

[1545] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 2012: Energiedaten. Zahlen und FAkten. Nationale und Internationale Entwicklung. http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten/gesamtausgabe.html (Abruf: 10.12.12).

[1546] BMWi 2012 a.a.O.

Der energetische Anteil der Biokraftstoffe am Gesamtkraftstoffverbrauch ist in Deutschland zwischen 2000 und 2011 von ca. 0,4 Prozent auf 5,9 Prozent gestiegen. Dabei gab es vor allem zwischen 2004 und 2007 erhebliche Steigerungen. Diese sind in erster Linie auf den Anstieg der Reinkraftstoffmärkte für Biodiesel (B100) und Pflanzenöle (P100) zurückzuführen. In 2007 erreichte der Biokraftstoffanteil mit über acht Prozent seinen bisherigen Höhepunkt. Der Einbruch nach 2007 hängt mit der zunehmenden Besteuerung der Biokraftstoffe und dem dadurch sinkenden Einsatz von B100 und P100 zusammen, der durch die festgelegten Beimischungsquoten nicht kompensiert werden konnte.

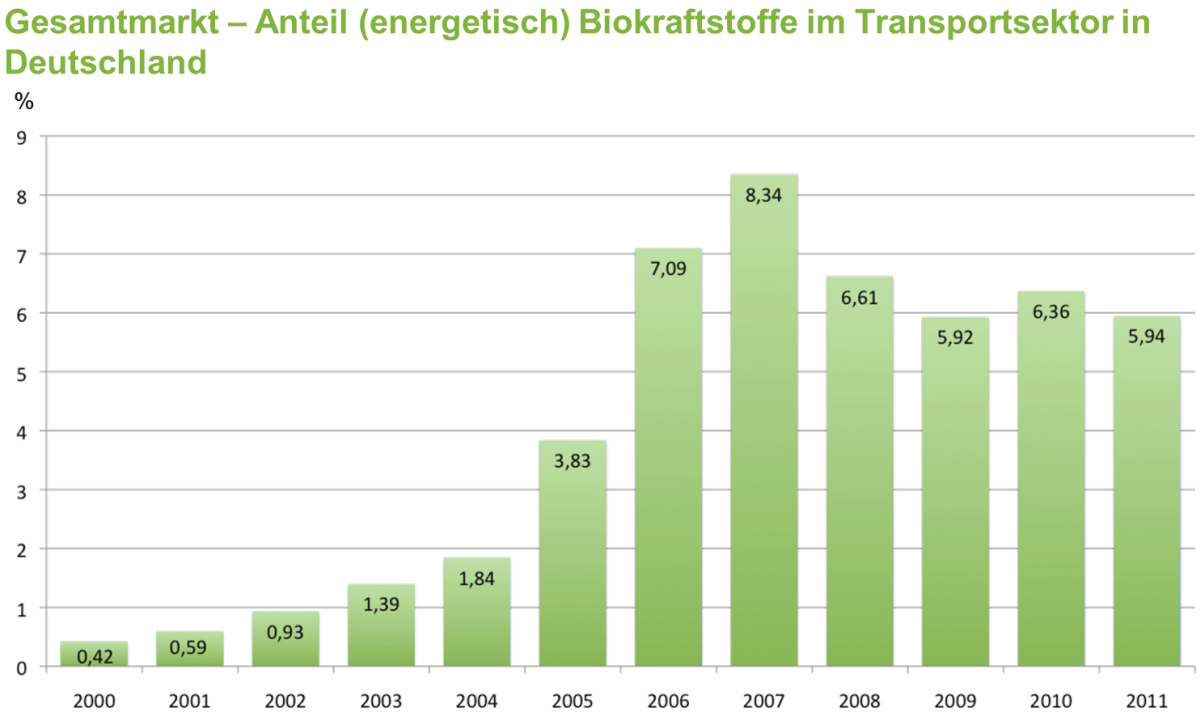


Abb. 543: Anteil Biokraftstoffe in Deutschland[1547]

Insgesamt wurden in 2011 in Deutschland ca. 3,7 Mio. t Biokraftstoffe abgesetzt (s. folgende Abb.). Der überwiegende Teil wurde im Dieselmarkt abgesetzt. Der Biodieselabsatz ist für 66% des gesamten Biokraftstoffabsatzes verantwortlich (ca. 2,4 Mio. t). Der Pflanzenölanteil beträgt 0,5 % (ca. 20.000 t) und der Bioethanolanteil 34% (ca. 1,24 Mio. t).

[1547] BMWi 2012 a.a.O.

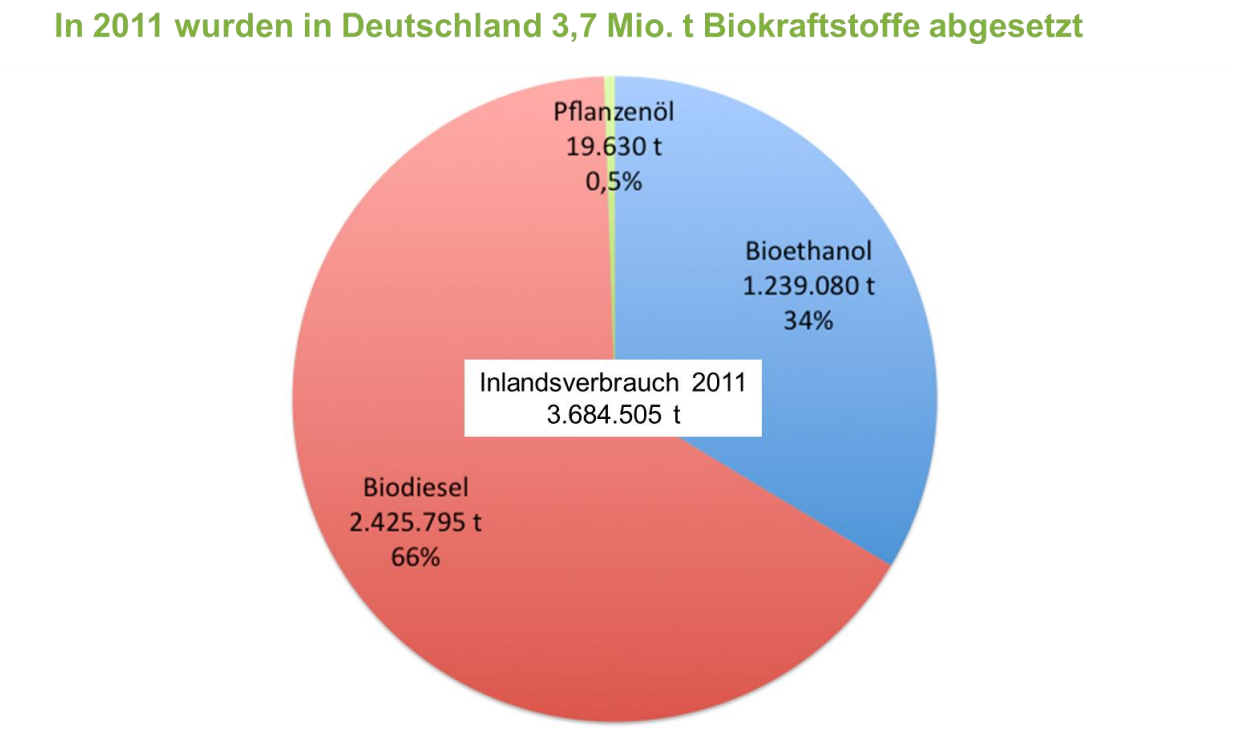


Abb. 544: Biokraftstoffabsatz in Deutschland[1548]

In den letzten Jahren hat der Anteil von Bioethanol im Vergleich zum Anteil von Dieselsubstituten an Bedeutung gewonnen. Der Bioethanolanteil ist seit 2004 kontinuierlich gestiegen, während der gemeinsame Anteil von Pflanzenölen und Biodiesel seit 2007 rückläufig ist (s. folgende Abb.).

[1548] BAFA 2012: a.a.O. (Abruf: 17. April 2012).

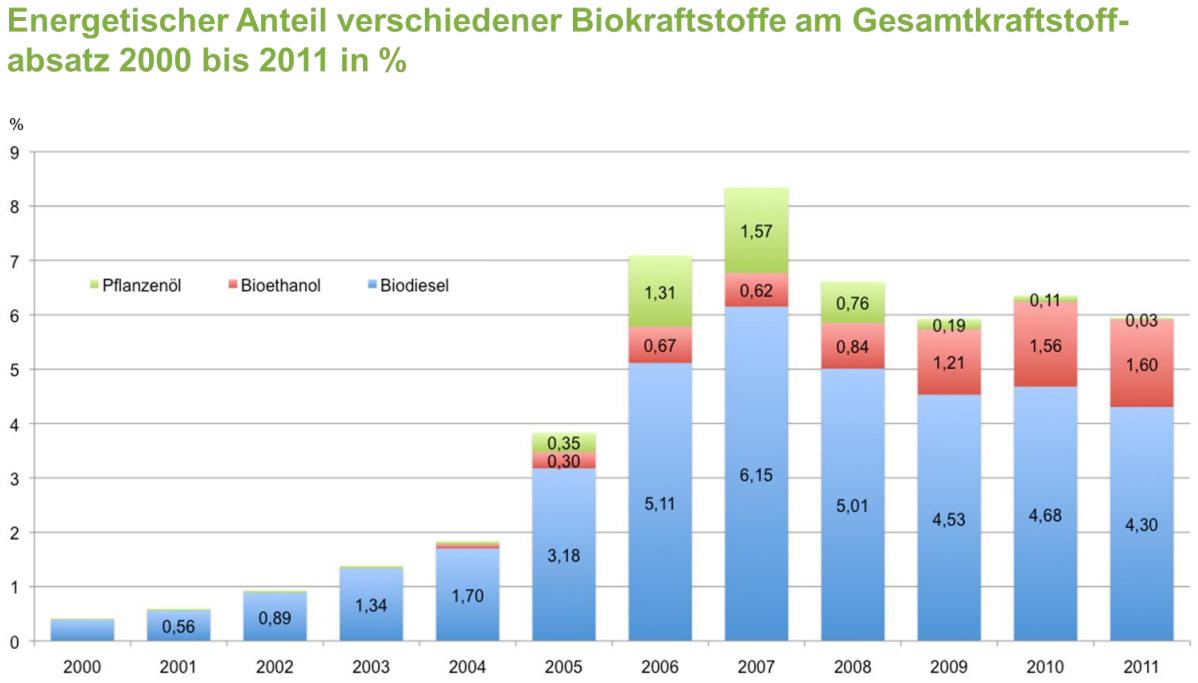


Abb. 545: Biokraftstoffanteile am Gesamtkraftstoffabsatz[1549]

13.1.1 Rechtliche Bestimmungen und Einflussfaktoren

Die Politik der Europäischen Kommission und der Bundesregierung hat entscheidenden Einfluss auf die Biokraftstoffmärkte. Ohne die Vorgabe der politischen Rahmenbedingungen, die über verschiedene Maßnahmen Biokraftstoffe gezielt fördern, würde es bis heute in Deutschland und der EU keinen nennenswerten Biokraftstoffmarkt geben. Die politische Diskussion hat bei den Biokraftstoffen grundsätzlich eine wesentliche Bedeutung, die auch höher ist als in den anderen energetischen Märkten.

Die grundsätzlichen Vorgaben für die Biokraftstoffpolitik und die generelle Förderung des Einsatzes von erneuerbaren Energien im Transportsektor werden von der Europäischen Kommission gesetzt (s. folgende Abb.). Für die konkrete nationale Umsetzung sind jedoch die einzelnen Mitgliedstaaten verantwortlich. Die aktive **Biokraftstoffpolitik der Europäischen Union** begann in 2003 durch die Verabschiedung der Energiesteuerrichtlinie (2003/96/EG)[1550] und der Biokraftstoffrichtlinie (2003/30/EG)[1551].

[1549] BMWi 2012 a.a.O.
[1550] Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschrften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom.
[1551] Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor.

Abb. 546: Übersicht Entwicklung EU-Biokraftstoffpolitik

Die Energiesteuerrichtlinie hat in 2003 die Möglichkeit für die Mitgliedstaaten geschaffen, Biokraftstoffe steuerlich im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen gezielt zu fördern. Allerdings darf es bei einer solchen Förderung gemäß der Vorgaben der Europäischen Kommission zu keiner Überkompensation des Kostennachteils der Biokraftstoffe im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen kommen. In Deutschland beispielsweise wird dies jährlich geprüft und in den Überkompensationsberichten festgehalten.

Die Biokraftstoffrichtlinie der Europäischen Kommission hat erstmals Biokraftstoffziele und eine Berichtspflicht bezüglich der Erreichung dieser Ziele und der Biokraftstoffpolitik für die EU-Mitgliedstaaten festgelegt. Allerdings sind die in der Richtlinie genannten energetischen Ziele von 2% Biokraftstoffen und anderen erneuerbaren Kraftstoffen bis Ende 2005 und 5,75% bis Ende 2010 nicht verbindlich. Sie wurden von den meisten Mitgliedstaaten auch nicht erreicht. Lediglich Deutschland, Österreich, Schweden und die Slowakei hatten dieses Ziel frühzeitig erreicht. Die meisten anderen Mitgliedstaaten sind weit davon entfernt.[1552]

[1552] ECOFYS et al. 2011: Biofuels Baseline 2008. Tender No. TREN/D1/458/2009, 18.10.2011.
European Commission 2011: Commission Staff Working Document. Recent progress in developing renewable energy sources and technical evaluation of the use of biofuels and other renewable fuels in transport in accordance with aRticle 3 of Directive 2001/77/EC and Article 4(2) of Directive 2003/30/EC (COM(2011) 31 final).

In 2009 wurden dann die Erneuerbare Energien Richtlinie (RED; (2009/28/EG))[1553] und die Kraftstoffqualitätsrichtlinie (FQD; (2009/30/EG))[1554] verabschiedet. Beide Richtlinien müssen von den Mitgliedstaaten national implementiert werden. Die RED hat einen enormen Einfluss auf die Biokraftstoffmärkte. Sie setzt ein einheitliches und verbindliches Ziel von 10% energetisch in 2020 für die Verwendung erneuerbarer Energien im Transportsektor für alle EU-Mitgliedstaaten. Außerdem schreibt sie die Einhaltung verbindlicher Nachhaltigkeits- und Treibhausgasanforderungen fest.

Im Bereich der Nachhaltigkeit muss die Einhaltung bestimmter flächenbezogener Kriterien überprüft werden und die Cross-Compliance Anforderungen (Einhaltung von Umweltstandards als Voraussetzung für Prämienzahlungen) müssen bei einer Produktion in der EU erfüllt sein (s. Abb.).

Verbindliche Nachhaltigkeitsanforderungen wurden in der Erneuerbare Energien Richtlinie festgelegt

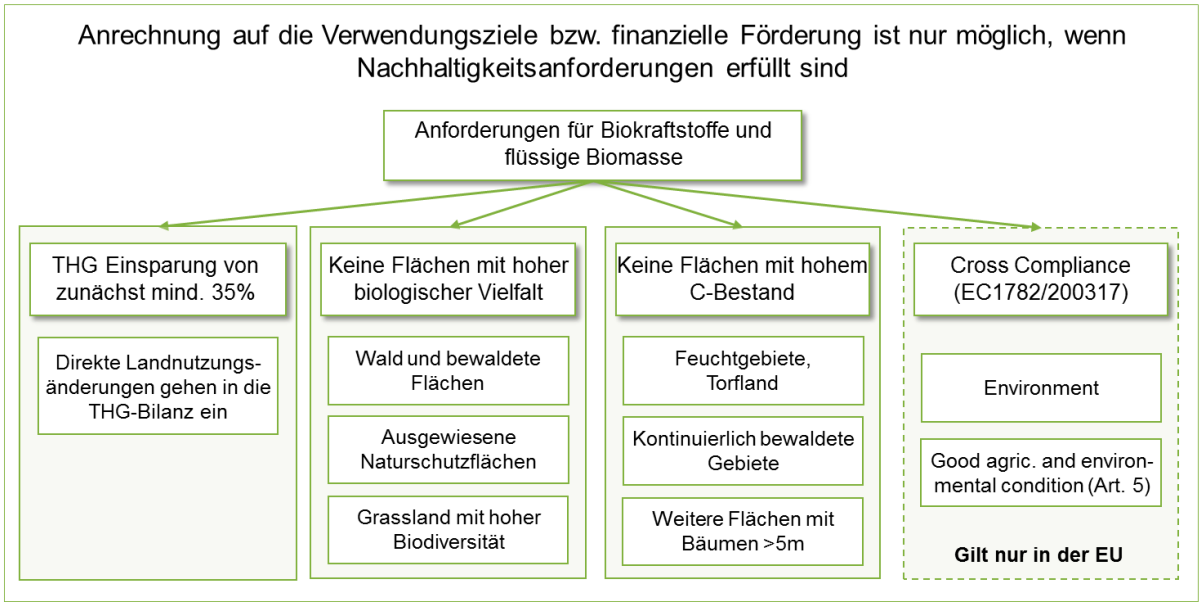


Abb. 547: Nachhaltigkeitsanforderungen gemäß Erneuerbare Energien Richtlinie

Die Erneuerbare Energien Richtlinie setzt verbindliche Mindestziele für die durch eingesetzte Biokraftstoffe zu erreichenden Treibhausgasreduktionen (s. folgende Abb.). Diese steigen von 35% auf 50% in 2017 und für Neuanlagen auf 60% in 2018. Sogenannte Altanlagen, die schon vor dem 23. Januar 2008 in Betrieb waren, sind von diesen Anforderungen ausgenommen. Jedoch gilt dies nur bis zum 1. April 2013. Die Richtlinie ermöglicht die Verwendung von Standardwerten für Treibhausgasemissionen bestimmter Biokraftstoffe und die Berechnung individueller Werte gemäß der von der Richtlinie vorgegebenen Methodik.

[1553] Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.

[1554] Richtlinie 2009/30/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Spezifikationen fur Otto-, Diesel- und Gasölkraft-stoffe und die Einfuhrung eines Systems zur Überwachung und Verringerung der Treibhausgasemissionen sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/32/EG des Rates im Hinblick auf die Spezifikationen für von Binnenschiffen gebrauchte Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 93/12/EWG.

Die Erneuerbare Energien Richtlinie setzt verbindliche Treibhausgas-reduktionsanforderungen für Biokraftstoffe fest

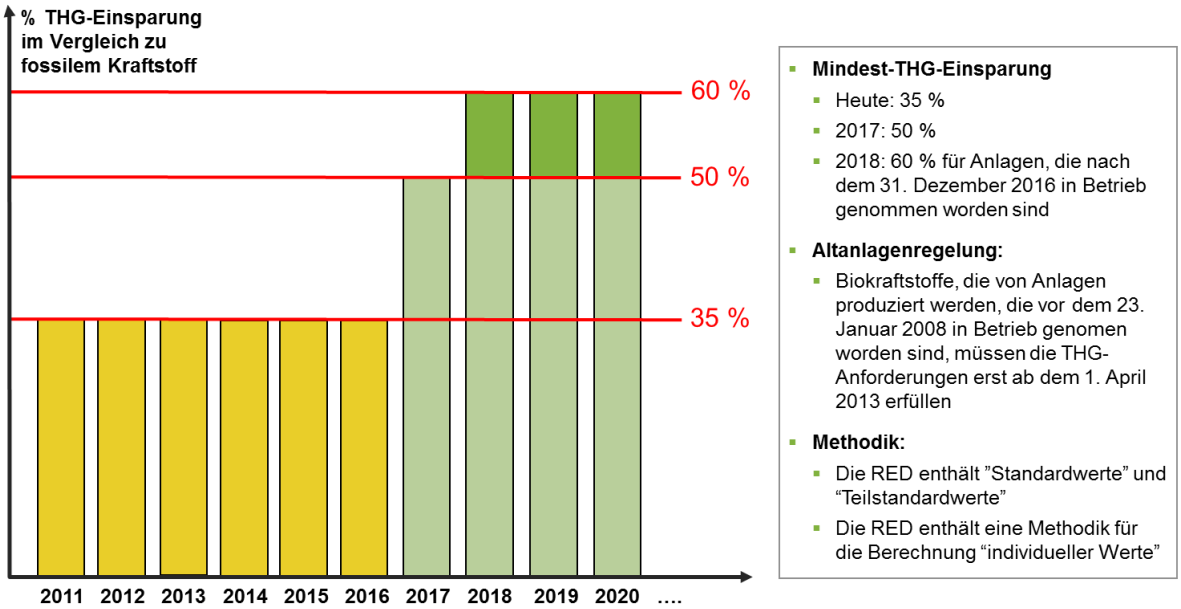


Abb. 548: Treibhausgaseinsparungsanforderungen gemäß Erneuerbare Energien Richtlinie

Die Erneuerbare Energien Richtlinie ermöglicht den Nachweis der Einhaltung durch von der Europäischen Kommission anerkannte Zertifizierungssysteme oder durch nationale Systeme der Mitgliedstaaten. Ab Juli 2011 hat die Europäische Kommission die ersten freiwilligen Zertifizierungssysteme hierfür anerkannt (s. folgende Abb.). Darüber hinaus schafft die Erneuerbare Energien Richtlinie die Möglichkeit der doppelten Anrechnung bestimmter Biokraftstoffe auf die verbindlichen Ziele für erneuerbare Energien im Transportsektor. Diese Möglichkeit besteht für aus Abfällen und Reststoffen sowie aus Lignozellulose hergestellte Biokraftstoffe. Dadurch soll die Rohstoffbasis diversifiziert und die Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen gefördert werden, die keine indirekten Landnutzungseffekte auslösen, nicht aus Nahrungsmittelpflanzen produziert werden und eine bessere THG-Bilanz aufweisen.

Die Europäische Kommission hat mittlerweile 13 Zertifizierungssysteme anerkannt. Die Anerkennungen gelten in allen 27 Mitgliedstaaten

Zertifizierungssystem	Unterschiedliche Eigenschaften
1. ISCC (International Sustainability and Carbon Certification) 2. Bonsucro EU 3. RTRS EU RED (Round Table on Responsible Soy EU RED) 4. RSB EU RED (Roundtable of Sustainable Biofuels EU RED) 5. 2BSvs (Biomass Biofuels voluntary scheme) 6. RBSA (Abengoa RED Bioenergy Sustainability Assurance) 7. Greenergy (Brazilian Bioethanol verification programme) 8. Ensus vluntary schee under RED for ensus bioethanol production 9. Red Tractor (Red Tractor Farm Aussurance Combinable Crops & Sugar Beet Scheme) 10. SQC (Scottish Quality Farm Assured Combinable Crops scheme) 11. Red Cert EU 12. 12. NTA 8080 13. RSPO RED (Roundtable on Sustainable Palm Oil RED)	Die anerkannten Systeme weisen sehr unterschiedliche Eigenschaften auf. Dies gilt insbesondere bzgl. der folgenden Kriterien: • Unternehmenssysteme vs. multi-stakeholder Systeme • Vollständig vs. nur teilweise anerkannte Systeme (hoch biodiverses Grassland, THG) • Multi vs. single Rohstoff Systeme • Globale vs. nationale/ regionale Systeme • Systeme nur für Biokraftstoffe vs. Systeme für alle Endverwendungen • Massenbilanzperiode

Stand: Dezember 2012

Abb. 549: Anerkannte Zertifizierungssysteme[1555]

Die Kraftstoffqualitätsrichtlinie umfasst die gleichen Nachhaltigkeitsanforderungen wie die Erneuerbare Energien Richtlinie. Zusätzlich schreibt sie aber eine sogenannte Dekarbonisierung vor. Die Anbieter fossiler Kraftstoffe müssen demnach ihre Treibhausgasemissionen je abgesetzter Energieeinheit bis Ende 2020 um mindestens 6 % reduzieren (s. folgende Abb.). Eine wichtige Möglichkeit für die Mineralölindustrie zur Erreichung dieser Vorgaben ist der Einsatz von Biokraftstoffen. Diese Richtlinie hat zusätzlichen Einfluss auf die Bio-kraftstoffmärkte, da die Treibhausgasemission einzelner Biokraftstoffe für die Mineralölindustrie ein wichtiges Kriterium wird und auch einen Einfluss auf die Preiswürdigkeit von Biokraftstoffen haben wird.

[1555] Nach European Commission 2012a: Renewable Energy. Sustainability schemes for biofuels, http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/sustainability_schemes_en.htm (Abruf: 11. April 2012).

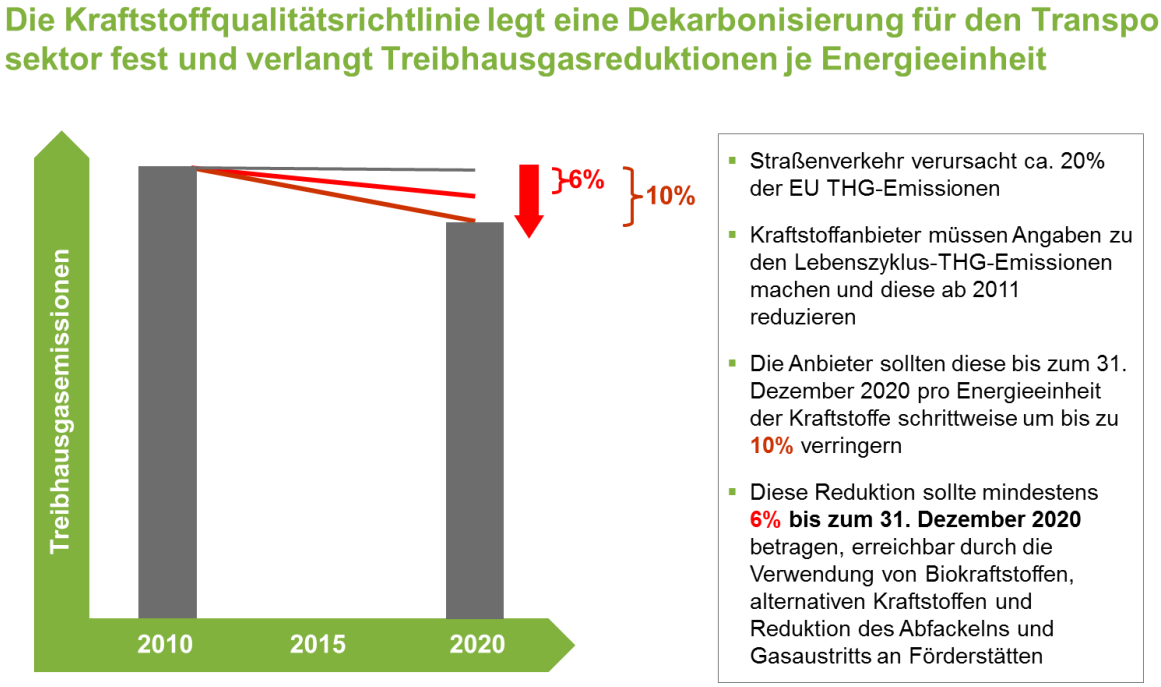


Abb. 550: Dekarbonisierung gemäß Kraftstoffqualitätsrichtlinie

In 2010 hat die Europäische Kommission als Ergänzung zur Erneuerbaren Energien Richtlinie zwei Mitteilungen veröffentlicht, die einzelne Anforderungen der Richtlinie weiter spezifizieren und Hinweise zur Doppelgewichtung von einzelnen Biokraftstoffen und zur Anerkennung von Zertifizierungssystemen durch die Europäische Kommission geben.[1556]

In 2011 wurde dann ein Bericht der Europäischen Kommission zu indirekten Landnutzungsänderungen (indirect land use change, iLUC) und Möglichkeiten der Berücksichtigung von indirekten Landnutzungsänderungen veröffentlicht.[1557] Bisher wurde nicht festgelegt, in welcher Form iLUC zukünftig berücksichtigt wird. Möglich wäre beispielswiese das Vorziehen des 50% Treibhausgas-Einsparungsziels, die Berücksichtigung pauschaler Faktoren für die zusätzlichen Treibhausgasemissionen aus der Landnutzungsänderung oder auch die Anwendung rohstoffspezifischer Faktoren für zusätzliche Emissionen aus der Landnutzungsänderung. Vor allem der letzte Vorschlag für die Berücksichtigung der indirekten Effekte, würde die THG-Bilanz von Biokraftstoffen dramatisch verschlechtern und wäre eine massive Bedrohung für einen Großteil der Biokraftstoffindustrie, insbesondere die Biodieselbranche (s. folgende Abb.).

[1556] European Commission 2010a: Communication from the Commission on voluntary schemes and default values in the EU biofuels and bioliquids sustainability scheme (2010/C 160/01).
EC 2010b: Communication from the Commission on the practical implementation of the EU biofuels and bioliquids sustainability scheme and on counting rules for biofuels.

[1557] Europäische Kommission 2010: Bericht der Kommission über indirekte Landnutzungsänderungen im Zusammenhang mit Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen, Brüssel, 22.12.2010. KOM(2010) 811 endgültig.
David Laborde (IFPRI) 2011: Assessing the Land Use Change Consequences of European Biofuel Policies. Final Report. October 2011.

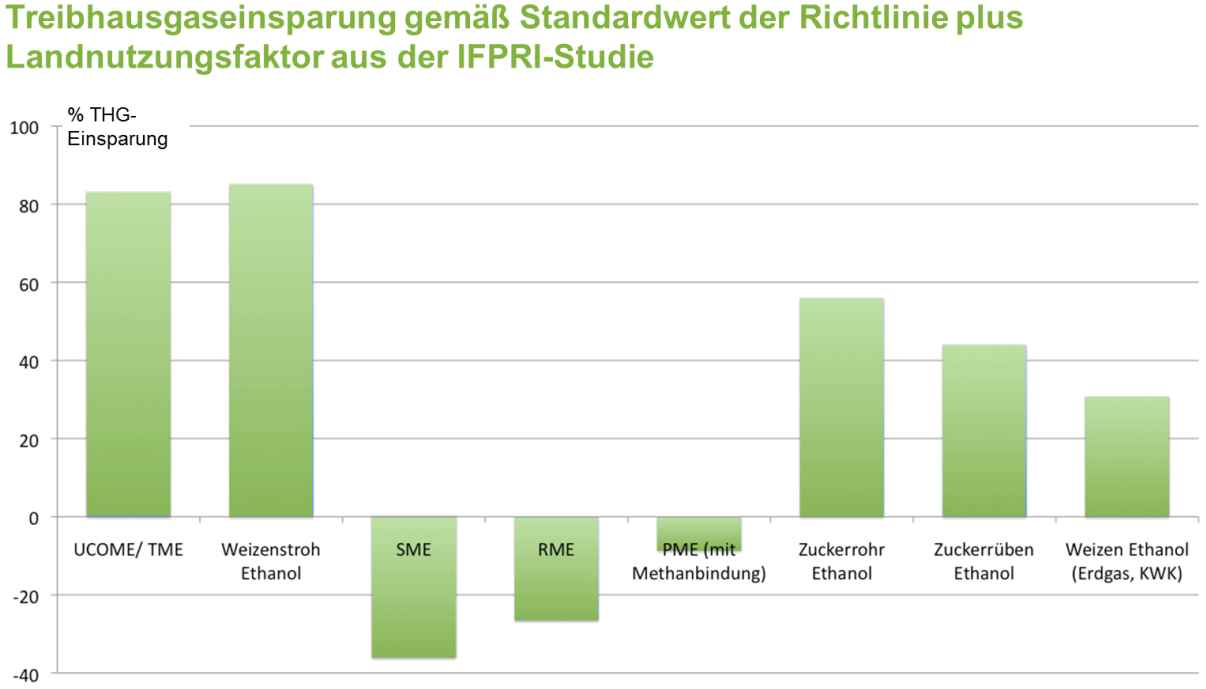


Abb. 551: Vorschlag von IFPRI zu land use change Faktoren[1558]

Seit Oktober 2012 gibt es einen neuen Vorschlag der Europäischen Kommission für die Erneuerbare Energien Richtlinie und die Kraftstoffqualitätsrichtlinie.[1559] Der Vorschlag zielt in erster Linie darauf ab, die Unterstützung der konventionellen Biokraftstoffe nach 2020 zu beenden und die indirekten Landnutzungsänderungen anzugehen. Die Kommission ist der Ansicht, dass nach 2020 nur noch Biokraftstoffe gefördert werden sollten, die zu substanziellen THG-Einsparungen führen (inklusive iLUC-Effekt) und nicht aus Lebensmittel- oder Futtermittel-Rohstoffen produziert werden. Der Beitrag der konventionellen Biokraftstoffe zum 10%-Ziel der RED soll begrenzt (der Vorschlag nennt eine Begrenzung auf 5%) und die THG-Mindesteinsparung für neue Anlagen auf 60 % angehoben werden. Zudem soll die Marktdurchdringung von Biokraftstoffen mit einem geringen iLUC-Effekt (sogenannte „advanced biofuels“) gefördert werden. Hierfür ist eine doppelte bzw. sogar vierfache Anrechnung auf die Ziele für erneuerbare Energien im Transportsektor vorgesehen. Eine Vierfachanrechnung ist auch vorgesehen für erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs. Für die iLUC-Emissionen selbst ist bisher nur eine Berichtspflicht vorgesehen. Die entsprechenden iLUC-Faktoren für zucker-, stärke- und pflanzenölbasierte Biokraftstoffe sind in dem Vorschlag benannt. Werden diese jedoch zu den heutigen THG-Standardwerten aus der RED hinzuaddiert, verfehlen die meisten Biokraftstoffe die THG-Mindesteinsparungsziele (vgl. folgende Abb.). Bei den pflanzenölbasierten Biokraftstoffen führt der Einsatz von Biokraftstoffen bei Verwendung der in dem Vorschlag genannten iLUC-Faktoren sogar zu höheren Emissionen als bei fossilen Kraftstoffen. Der fossile Referenzwert für Kraftstoffe beträgt 83,8 g CO_2-äquivalente je

[1558] Basierend auf David Laborde (IFPRI) 2011 a.a.O.

[1559] European Commission 2012: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC relating to quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of nergy form renewable sources. COM(2012) 595 final. Brussels, 17.10.2012.

MJ Kraftstoff, während alleine die iLUC-Faktoren für pflanzenölbasierte Biokraftstoffe 55 g CO_2-äquivalente je MJ und für Zucker bzw. Getreide und andere stärkehaltigen Pflanzen 13 bzw. 12 g CO_2-äquivalente je MJ betragen.

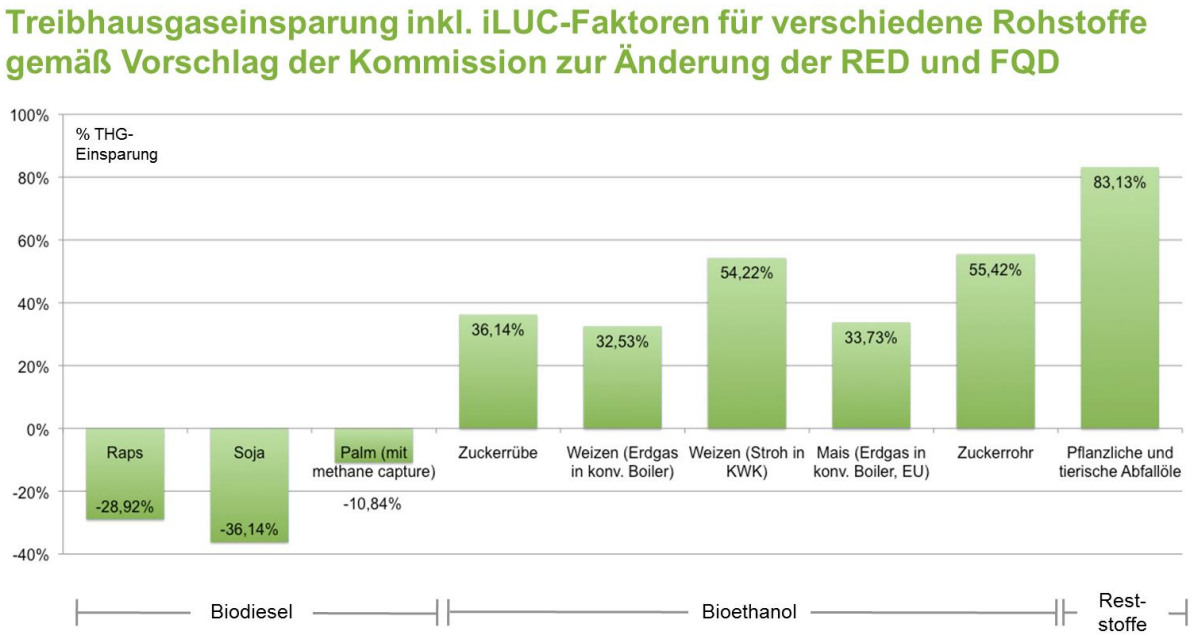


Abb. 552: THG-Einsparungspotenziale inkl. iLUC-Faktor[1560]

Die heutige **deutsche Biokraftstoffpolitik** reflektiert die Vorgaben auf europäischer Ebene. Drei wesentliche Elemente setzen dabei den übergeordneten Rahmen (s. folgende Abb.).

1. Das Energiesteuergesetz (EnergieStG) mit Regelungen zur Besteuerung von Kraftstoffen und Steuerentlastungen für Biokraftstoffe.[1561]
2. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)[1562] in dem durch das Biokraftstoffquotengesetz (BiokraftQuG)[1563] Mindestquoten und Beimischungspflichten für Biokraftstoffe integriert worden sind. Später wurden über das Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen die Beimischungsquoten reduziert und außerdem die Dekarbonisierung (Klimaschutzquote) ab 2015 in das Bundesimmissionsschutzgesetz integriert.[1564]

[1560] Basierend auf Standardwerten aus der RED und geschätzten Emissionen aus indirekten Landnutzungsänderungen gemäß European Commission 2012 a.a.O.
[1561] Energiesteuergesetz (EnergieStG) vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534; 2008 I S. 660; 1007), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 1. März 2011 (BGBl. I S. 282) geändert worden ist.
[1562] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.
[1563] Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorschriften. (Biokraftstoffquotengesetz – BioKraftQuG).
[1564] Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 15. Juli 2009.

3. Die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV), die die Nachhaltigkeitsanforderungen, Mindestanforderungen an das Treibhausgas-Einsparungspotential und Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit festlegt.[1565] Zudem schafft die Biokraft-NachV den Rahmen für die nationale Anerkennung von Zertifizierungssystemen, die zur Überprüfung und zum Nachweis der Einhaltung der Anforderungen verwendet werden müssen. Bei den Nachhaltigkeitskriterien und Mindest-Treibhausgaseinsparungen folgt die Biokraft-NachV den Vorgaben der Erneuerbare Energien Richtlinie.
4. Die Biokraftstoffpolitik in Deutschland war in den letzten Jahren Gegenstand erheblicher Änderungen und Anpassungen (s. folgende Abb.). Zunächst wurde als Reaktion auf die oben beschriebenen Energiesteuer- und Biokraftstoffrichtlinien in 2004 das Mineralölsteuergesetz geändert. Es wurden erstmals Biokraftstoffe als Steuergegenstand aufgenommen. Jedoch wurden sie gleichzeitig als Reaktion auf die Energiesteuerrichtlinie vollständig von der Steuer befreit. Diese Steuerbefreiung führte aufgrund der schnellen Ausdehnung des Reinkraftstoffmarktes (B100, P100) zu erheblichen Steuerausfällen im Bereich der Mineralölsteuer.[1566]

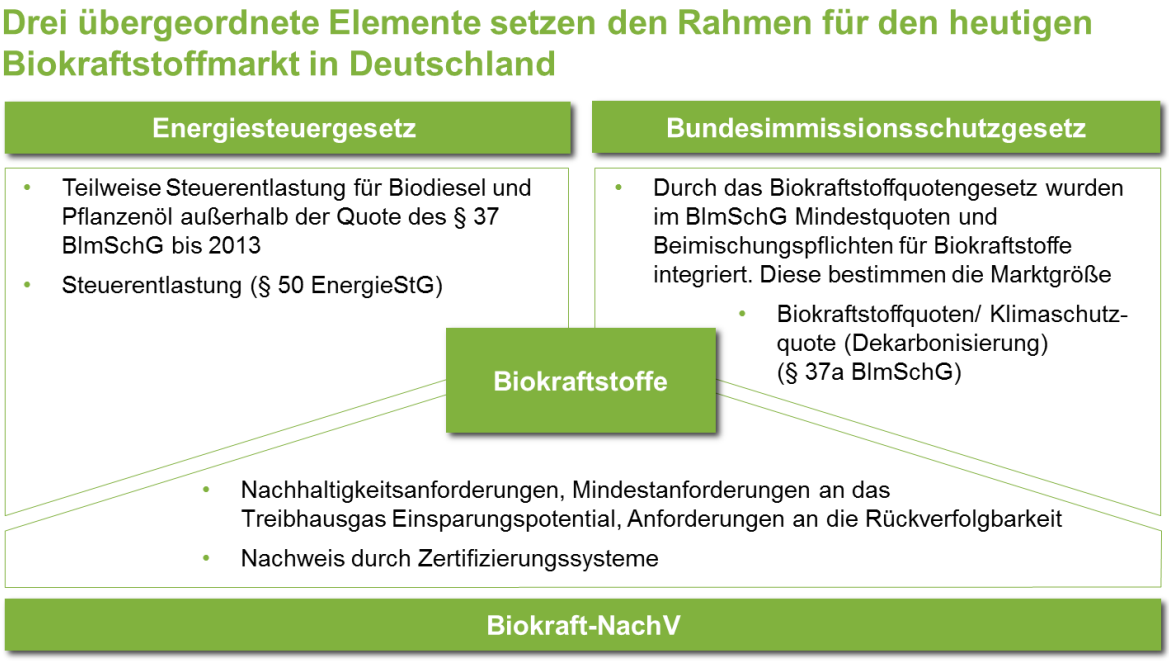


Abb. 553: Übersicht Biokraftstoffpolitik in Deutschland

[1565] Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV vom 30. September 2009, die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 71 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 geändert worden ist.

[1566] In der Landwirtschaft, wo insbesondere der Einsatz von P100 eine Rolle spielt, wird die Wett-bewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen durch die Agrardieselrückvergütung, die auch Mineralölsteuerausfälle verursacht, geschwächt.

Entwicklung der rechtlichen Bestimmungen und Einflussfaktoren in Deutschland

2004

Änderung Mineralölsteuergesetz (MinöStG)

- Bis 2004 waren reine Biokraftstoffe nicht Steuergegenstand nach dem MinöStG und daher vollständig von der Mineralölsteuer befreit. Mischungen wurden entsprechend des fossilen Anteils besteuert
- Ab 2004 Aufnahme in das MinöStG. Als Reaktion auf die EU Biokraftstoff-Richtlinie wurden sie aber gleichzeitig vollständig entlastet
- Dies führte durch die Ausdehnung des Reinkraftstoffmarktes (B100, P100) zu erheblichen Verlusten bei den Mineralölsteuereinnahmen

2006

Energiesteuergesetz

- Zur Konsolidierung des Bundeshaushaltes Umstellung der Förderung von Biokraftstoffen
- Reduziert steuerliche Anreize für Biokraftstoffe der 1. Generation. Biokraftstoffe der 2. Generation werden bis 2015 steuerbefreit (auch E85)
- Einführung Teilbesteuerung zum 1.08.2006
- Volle Besteuerung der Beimischungen
- Verursacht erhebliche Reduktion der Wettbewerbsfähigkeit der Reinkraftstoffe im Vergleich zu fossilem Kraftstoff

Steuerrechtliche Förderung

2007

Änderung BImSchG I

- Das Biokraftstoffquotengesetz implementiert und bestimmt Beimischungsquoten (Mindestanteil an Biokraftstoffen bezogen auf jährliche Gesamtabsatzmenge) für die Mineralölindustrie
- Ab 1.1.2007 keine steuerliche Förderung mehr im Rahmen der Quote

Ordnungsrechtliche Förderung

2009

Biokraft-NachV

- Festlegung von Nachhaltigkeits- und THG-Anforderungen für Biokraftstoffe
- In 2010 Anerkennung erster Zertifizerungssysteme durch BLE. Ohne Nachhaltigkeitsnachweis ab 2011 keine Quotenanrechnung des Biokraftstoffs mehr

Änderung BImSchG II

- Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen justiert (vermindert) die Beimischungsquote wegen negativer Erfahrungen mit zunehmender Biokraftstoffproduktion
- Einführung einer Klimaschutzquote ab 2015 (Dekarbonisierung) statt Beimischungsquoten

2011

Änderung 36. BImSchV

- § 7 schafft die Möglichkeit der doppelten Gewichtung von Biokraftstoffen aus:
  - Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes Anwendung finden
  - Reststoffen
  - zellulosehaltigem Non-Food-Material
  - lignozellulosehaltigem Material

Abb. 554: Entwicklung Biokraftstoffpolitik in Deutschland

Als Reaktion darauf und als Beitrag zur Konsolidierung des Bundeshaushaltes wurde die Förderung von Biokraftstoffen in Deutschland umgestellt. Die steuerliche Förderung der im Markt befindlichen Biokraftstoffe wurde reduziert. Lediglich fortschrittliche Biokraftstoffe (inklusive E85) wurden bis 2015 weiterhin steuerbefreit. Die Teilbesteuerung von reinen Biokraftstoffen begann und für Beimischungen wurde eine volle Besteuerung eingeführt. Dies führte zu einem erheblichen Verlust der Wettbewerbsfähigkeit für die Biokraftstoffe im Vergleich zu den fossilen Kraftstoffen.

Die folgende Abb. veranschaulicht die Entwicklung der Besteuerung von reinem Biodiesel (B100) mit der Einführung der Teilbesteuerung ab August 2006 und die zurückgehende Steuerentlastung bis 2014.

Die steuerliche Förderung für Biodiesel läuft aus. B100 ist damit nicht mehr wettbewerbsfähig

Jahr	Mineralölsteuer Diesel (Cent/Liter)	Steuerentlastung (Cent/Liter)	Ermäßigter Steuersatz (Cent/Liter)*
2004	47,04	47,04	0
2005	47,04	47,04	0
ab August 2006 Einführung der Teilbesteuerung von Biokraftstoffen**			
2006	47,04	39,94	7,1
ab 2007 Einführung der Biokraftstoffquoten. Steuerentlastung nur noch für Reinkraftstoffe außerhalb der Quote***			
2007	47,04	39,94	7,1
2008	47,04	33,64	13,4
2009	47,04	30,34	16,7
2010	47,04	24,04	23,0
2011	47,04	17,74	29,33
2012	47,04	5,14	41,9
2013	47,04	2,14	44,9
2014	47,04	2,14	44,9

* Die Gesamtbelastung ist etwas höher, weil auch Anbieter von reinen Biokraftstoffen die Quote erfüllen müssen und für diesen Anteil auch unter die Besteuerung innerhalb der Quote fallen.
** Biokraftstoffe in der Land- und Forstwirtschaft sind weiterhin steuerbefreit.
*** Nur noch reine Biokraftstoffe sind steuerbegünstigt. Lediglich Biomethan, BtL-Kraftstoffe und Zellulose-Ethanol können bis Ende 2015 auch als Bestandteile von Mischungen mit fossilen Energieerzeugnissen von der Steuer entlastet werden. Dies gilt auch für den Bioethanolanteil in Kraftstoffen mit einem Bioethanolanteil von mind. 70 vol.%. Alle anderen mit fossilen Kraftstoffen vermischten Biokraftstoffe werden ausschließlich über die Biokraftstoffquote gefördert.

Tab. 95: Entwicklung Steuerentlastung – Beispiel B100

Parallel zu der zunehmenden Besteuerung für Reinkraftstoffe wurde ab 2007 das Quotensystem installiert (s. folgende Abb.) mit einer mindestens zu erreichenden Unterquote für den Biokraftstoffanteil im Ottokraftstoff (OK)- und Dieselkraftstoff (DK)-Markt. Außerdem gibt es seit 2009 eine Gesamtquote, die zusätzlich erreicht werden muss.

Ab 2015 wird das Quotensystem durch die Klimaschutzquote mit einer Treibhausgasreduktionsverpflichtung je Energieeinheit abgelöst.

Das BImSchG legt verbindliche Beimischungs- und ab 2015 Klimaschutzquoten fest

	Quotensystem (energetische Anteile Biokraftstoff am fossilen Kraftstoff)								Klimaschutzquote (Netto-THG-Reduktion je Energieeinheit)		
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017	2020
OK-Markt	1,2%	2,0%	2,8%	Unterquote gilt bis 31.12.2014					3%	4,5%	7%
DK-Markt	4,4%	Unterquote gilt bis 31.12.2014									
Gesamt-quote			5,25%	6,25%	Quote gilt bis 31.12.2014						

- Das Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen reduzierte die bereits durch das BioKraftQuG festgelegten Beimischungsquoten und ersetzte den vorgesehenen Anstieg der Quoten durch feste Quoten von 4,4% für Diesel (2010-2014), 2,8% für Ottokraftstoff (2009-2014) und 6,25% für den Gesamtmarkt (2010-2014); Ursprünglich sollten 3,6% der Ottokraftstoffe in 2010 und 8% des Gesamtkraftstoffmarktes in 2015 durch Biokraftstoffe ersetzt werden
- Ab 2015 erfolgt eine Umstellung der energetischen Biokraftstoffquote auf eine Klimaschutzquote (Reduzierung des THG-Anteils der Gesamtmenge aller Otto- und Dieselkraftstoffe (inkl. Biokraftstoffe)
- Biokraftstoffe mit einem höheren THG-Einsparungspotential sind eher geeignet, die Klimaschutzquoten zu erfüllen
- Sonstige Nachhaltigkeitskriterien bleiben unverändert bestehen.

Abb. 555: Entwicklung Beimischungs- und Klimaschutzquote in Deutschland

Die Beimischungsquoten wurden im Biokraftstoffquotengesetz für die Mineralölindustrie als Mindestanteile an Biokraftstoffen, bezogen auf die jährliche Gesamtabsatzmenge festgelegt. Seit 2007 gab es keine steuerliche Förderung mehr im Rahmen der Biokraftstoffquoten in Deutschland. In 2009 wurde dann die Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) implementiert. Sie legt, basierend auf der Erneuerbare Energien Richtlinie die Nachhaltigkeits- und Treibhausgas Einsparungsanforderungen für Biokraftstoffe fest. Im Rahmen der Biokraft-NachV wurde im Januar 2010 mit ISCC das erste Zertifizierungssystem und später mit REDCert ein zweites System national anerkannt. Beide Systeme können für die Nachweisführung der Einhaltung der Nachhaltigkeits- und Treibhausgasanforderungen verwendet werden. Nach zweifacher Verschiebung war ab Januar 2011 in Deutschland eine Quotenanrechnung oder steuerliche Förderung von Biokraftstoffen ohne einen entsprechenden Nachhaltigkeitsnachweis durch eines der beiden anerkannten Systeme nicht mehr möglich.

Außerdem wurde im Jahr 2009 durch das Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen die Beimischungsquote aufgrund negativer Erfahrungen mit der zunehmenden Biokraftstoffproduktion reduziert. Zusätzlich wurde ab 2015 die Umstellung von der Mengenquote auf eine Klimaschutzquote festgelegt (Dekarbonisierung). Wie diese praktisch umgesetzt werden soll, ist jedoch heute noch unklar.

Durch die Änderung der 36. BImSchV im Jahr 2011 wurden dann für Deutschland die Voraussetzungen für die Doppelgewichtung bestimmter Biokraftstoffe geschaffen. Die Details bezüglich der Kontrolle der Doppelanrechnung und der Verifizierung entlang der Wertschöpfungskette sind noch nicht abschließend festgelegt und die rückwirkende Anerkennung von Biokraftstoffen, die für das Jahr 2011 auf die Quote doppelt angerechnet werden können, ist noch nicht erfolgt. Es zeichnet sich aber ab, dass bisher ausschließlich Biokraftstoffe aus Altspeiseölen und –fetten marktrelevant sind und noch keine Biokraftstoffe aus anderen Materialien mit der Möglichkeit der Doppelanrechnung auf dem Markt sind. Damit kommt die Förderung durch

eine Doppelanrechnung mit dem Ziel der Diversifizierung der Rohstoffbasis und der Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen, die zusätzliche Vorteile bringen in erster Linie UCOME (Used Cooking Oil Methyl Ester)[1567] zu Gute, der allerdings auch vorher schon in relevanten Mengen auf dem Markt war.

Die doppelte Anrechnung bestimmter Biokraftstoffe kann Auswirkungen auf die Preise dieser Biokraftstoffe und auch auf die entsprechenden Rohstoffe (Abfälle/ Reststoffe) haben. Preisprämien auf Grund der Möglichkeit der doppelten Anrechnung gibt es schon heute. Jedoch ist die Unsicherheit im Markt bzgl. der genauen Umsetzung, der Möglichkeit der doppelten Anrechnung für einzelne Biokraftstoffe und der erforderlichen Nachweise in den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten so groß, dass sich der Markt noch nicht voll entwickelt hat. Die doppelte Anrechnung bietet jedoch Anreize, die bei bestimmten Abfall- und Reststoffen, die auch heute schon eine Verwendung haben, zu weiteren, attraktiveren Verwendungsmöglichkeiten führen. So kann es zu Veränderungen bei den Stoffströmen kommen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn tierische Fette doppelanrechnungsfähig sind und somit neben der oleochemischen Industrie ein weiterer attraktiver Absatzmarkt geschaffen wird.

Zu beachten ist, dass mit der Umstellung von der Mengenquote auf die THG-Reduktionsquote ab 2015 in Deutschland die Doppelanrechnung ausläuft, da innerhalb der THG-Reduktionsquote keine Doppelanrechnung vorgesehen ist. Dies kann zu erheblichen Verschiebungen führen, da der Einsatz der doppelt anrechenbaren Biokraftstoffe dann in Deutschland weniger attraktiv wird. Jedoch sind auch auf europäischer Ebene die Ziele aus der RED (10% erneuerbare Energien im Transportsektor) und die Ziele aus der FQD (6% THG-Reduktion) nicht klar erkennbar aufeinander abgestimmt.

Im November 2012 wurde die 36. BImSchV verabschiedet.[1568] Sie umfasst unter anderem Vorgaben zum Umgang mit Abfall und Reststoffen, die doppelt auf die Quote anrechenbar sind. Die Kontrollen und die Zertifizierungsvorgaben für doppelt anrechenbare Biokraftstoffe und deren Wertschöpfungsketten ab der Anfallsstelle des Abfalls bzw. Reststoffs werden erheblich verschärft, um die Sicherheit entsprechend zu erhöhen. Es ist davon auszugehen, dass dies vor allem im Bereich der Altspeiseöle die Aufrechterhaltung einiger bestehender Lieferketten erschweren wird und insbesondere Importe aus einigen Ländern nicht weiter stattfinden werden.

13.1.2 Marktsegmente und Produkte

Die Biokraftstofferzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen wird für die folgende Analyse in fünf verschiedene Marktsegmente unterteilt, die sich aufgrund ihrer Energieträger, fossilen Substituten und eingesetzten Technologien unterscheiden (s. folgende Abb.).

[1567] UCOME wird aus Altspeiseölen hergestellt.

[1568] Sechsunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote) vom 29. Januar 2007 (BGBl. I S. 60), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 26. November 2012 (BGBl. I S. 2363) geändert worden ist.

Der Biokraftstoffmarkt wurde in fünf Marktsegmente unterteilt, in denen fossile Kraftstoffe ersetzt werden können

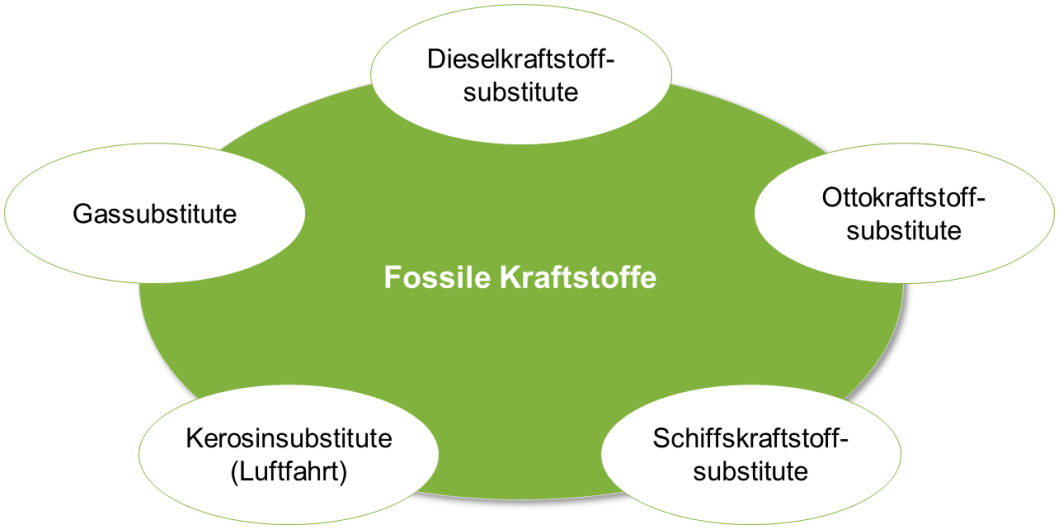


Abb. 556: Übersicht Biokraftstoffmärkte

Dabei sind Biokraftstoffe im Bereich der Diesel- und Ottokraftstoffmärkte die Hauptmärkte mit einer langen Historie und mit Abstand dem größten Biokraftstoffanteil. Bei den **Substituten im Dieselkraftstoff- und Ottokraftstoffbereich** handelt es sich überwiegend um etablierte Märkte.

Ottokraftstoffsubstitute

Im Ottokraftstoffbereich werden bereits große Mengen an **Bioethanol** eingesetzt. In 2011 wurden mehr als 85% des insgesamt im Kraftstoffbereich abgesetzten Ethanols dem Ottokraftstoff beigemischt, ca. 13% werden zur ETBE Produktion verwendet und nur ca. 2% werden als E85 (Ethanolanteil von 70% bis 90%) an ca. 350 Tankstellen, die E85 anbieten abgesetzt.[1569] Allerdings sind auch andere Verwendungsformen möglich. **Biomethanol** und **Biobutanol** spielen als Ottokraftstoffsubstitute bisher nur eine untergeordnete Rolle (s. folgende Abb.), wobei es im Biomethanolbereich mittlerweile ein Unternehmen gibt (BioMCN), das aus dem Reststoff Rohglycerin in einer Anlage mit 200.000 t Jahreskapazität Biomethanol produziert.

[1569] BAFA 2012: Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland. Monat: Dezember 2011, http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloeldten/2011/ index.html (Abruf: 11. April 2012).
E85.biz 2012: E85 Bioethanoltankstellen in Deutschland, Stand 09.03.2012, http://www.e85.biz/media/archive1/ethanol-tankstellen-d.pdf (Abruf: 12. April 2012).

Übersicht Ottokraftstoffsubstitute und Verwendungsformen

Ottokraftstoff-substitute	Verwendungsformen
Bioethanol	• E5 als Standard-OK • E10 unverträglich für sehr kleine Teile der bestehenden Flotte. Wird in weiten Teilen Deutschlands angeboten, allerdings große Akzeptanzprobleme beim Kunden • E85 für Flexible Fuel Vehicles • Einsatz in der Form von ETBE zur Oktanzahlerhöhung im OK
Biomethanol	• Beimischung von 10 bis 20 % Biomethanol in OK möglich • Einsatz in der Form von MTBE zur Oktanzahlerhöhung im OK • Einsatz in der Biodieselproduktion als Substitut für fossiles Methanol • Möglich wäre auch die Produktion von DME als DK-Substitut
Biobutanol	• Höhere Beimischungen als bei Bioethanol möglich (bis zu 15 vol. %) • Verwendung in bestehenden Systemen unproblematischer als bei Bioethanol • Höherer Energiegehalt als Bioethanol • Bis heute keine Produktion im industriellen Maßstab

Abb. 557: Ottokraftstoffsubstitute

Dieselkraftstoffsubstitute

Auch im Dieselkraftstoffbereich gibt es verschiedene mögliche Substitute (s. folgende Abb.). Hier wurde 2011 über 95% des **Biodiesels** (inklusive Pflanzenöl) über die Beimischung abgesetzt, ca. 4% kam als **B100** und weniger als 1% als reines Pflanzenöl (P100) in den Markt.[1570] Die Marktsegmente B100 und **P100** sind in den letzten Jahren nach Einsetzung der Besteuerung zusammengebrochen. Dies konnte nicht durch die steigende Beimischung ausgeglichen werden. Beide Marktsegmente werden auch in Zukunft voraussichtlich keine Rolle mehr spielen. Eine über B7 hinaus gehende Beimischung ist technisch problematisch und derzeit nicht vorgesehen.

Biomass to Liquid (BtL)-Kraftstoffe sind hochwertige und von der Mineralöl- und Automobilindustrie aufgrund der Produkteigenschaften favorisierte Biokraftstoffe. Jedoch handelt es sich um einen technologisch aufwendigen Herstellungsprozess mit hohen Investitions- und Produktionskosten. Auch die Rohstoffversorgung bei einer großtechnischen Produktion stellt eine Herausforderung dar. Eine industrielle Produktion in Deutschland wurde trotz jahrelanger Bemühungen nie erreicht.

Hydrierte Öle und Fette (HVOs) sind eine weitere Möglichkeit für die Substitution fossilen Dieselkraftstoffs. Eine Co-Hydrierung (Hydrierung von biogenen Ölen in einem raffinerietechnischen Verfahren gemeinsam mit mineralölstämmigen Ölen) ist technisch möglich, in Deutschland ist der entsprechende biogene Anteil aber derzeit nicht auf die Quote anrechenbar. Die entsprechende Verordnung (38. BImSchV, Verordnung zur Quotenanrechnung bestimmter biogener Öle), die eine Anrechnung der Co-Hydrierung von bis zu 3% (H3), bei gleichzeitiger Beimischung von bis zu 7% Biodiesel (B7/H3) auf die Quote ermöglichte, wurde aufgehoben. Technisch wäre jedoch problemlos eine weitaus höhere Co-Hydrierung möglich. Qualitativ werden die HVOs dem herkömmlichen Biodiesel von der Mineralöl- und Automobil-

[1570] BAFA 2012 a.a.O.

industrie vorgezogen. Als Rohstoffe können beliebige Kombinationen von Pflanzenölen und Fetten eingesetzt werden, was sie in der Rohstoffbasis flexibler und tendenziell kostengünstiger als Biodiesel macht. HVOs spielen auch als Biokerosin in der Luftfahrt eine zunehmende Rolle. In den letzten Jahren wurden bereits zahlreiche Passagier- und Testflüge durchgeführt.

Gas to Liquid (GtL)-Kraftstoffe werden durch die Verflüssigung von Erdgas hergestellt. GtL ist eine Alternative zu herkömmlichen Dieselkraftstoff und kann in der bestehenden Dieselflotte verwendet werden. Große GtL-Anlagen bestehen beispielsweise in Malaysia und Katar, in Nigeria befindet sich eine in Bau. Die Produktionstechnologie ist sehr aufwendig und kostenintensiv und erfordert die Verfügbarkeit von großen Mengen an Erdgas. Die Produktion von GtL-Kraftstoffen aus Biogas ist nicht absehbar.

Übersicht Dieselkraftstoffsubstitute und Verwendungsformen

Dieselsubstitute	Verwendungsformen
Biodiesel	• B100 in umgerüsteten Dieselfahrzeugen • B5 als Beimischung • B7 als Beimischung
Reines Pflanzenöl	• P100 in Flotten und Landwirtschaft in umgerüsteten Motoren
Biomass to Liquid (BtL) Kraftstoffe	• Als Reinkraftstoff oder in beliebigen Beimischungen • Gezielte Anpassung auf Erfordernisse der Motorentechnologie möglich • Bis heute keine Produktion im industriellen Maßstab und keine Beimischung zum fossilen Kraftstoff
Hydrierte Öle und Fette (HVOs)	• Technisch problemlos H30 möglich • H3 (3 % hydrierte Öle und Fette im fossilen Kraftstoff) derzeit nicht auf Quote anrechenbar (38. BImSchV ist außer Kraft) • Kombination mit Biodieselbeimischung möglich • Wird heute den fossilen Kraftstoffen bereits beigemischt • Von der Mineralölindustrie im Vergleich zu Biodiesel bevorzugtes Produkt
Gas to Liquid (GtL)	• Synthetischer Kraftstoff, der aus Erdgas oder Biogas hergestellt werden kann. Die Verflüssigung von Biogas spielt bisher keine Rolle

Abb. 558: Dieselkraftstoffsubstitute

Gassubstitute

Biomethan kann als Erdgassubstitut in Fahrzeugen, die für den reinen oder bivalenten Erdgasbetrieb umgerüstet sind, eingesetzt werden. Zur Speicherung und Verteilung kann das bestehende Erdgas-Tankstellennetz genutzt werden. Nach Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität ist auch eine Einspeisung in das Erdgasnetz möglich, so dass auch hier dann geringe Anteile an Biomethan enthalten sind.

Bio-Synthetic Natural Gas (**Bio-SNG**) bzw. Substitute Natural Gas ist ebenfalls ein Erdgassubstitut. Es wird aus biogenen Festbrennstoffen produziert. Die SNG Produktion auf Basis von Kohle ist ein etablierter Prozess. Die Produktion aus Biomasse wurde bisher allerdings nur in Demonstrationsanlagen (bspw. in Güssing) umgesetzt. Kommerzielle Anlagen sind jedoch in Schweden, Frankreich und den Niederlanden geplant.[1571]

Übersicht Gassubstitute und Verwendungsformen

Gassubstitute	Verwendungsformen
Biogas	• Kann nach Aufbereitung auf Erdgasqualität in normalen Erdgasfahrzeugen als Kraftstoff eingesetzt werden • Dies erfolgt durch Einspeisung in das öffentliche Erdgasnetz oder über dezentrale Biogastankstellen • In Deutschland gab es 2011 7.215 Biogasanlagen, von denen nur ca. 77 Biomethan in das Gasnetz einspeisen
Bio-SNG	• Erdgassubstitut auf Basis von fester Biomasse • Bisher keine marktrelevante Verwendung

Abb. 559: Gassubstitute

Die Verwendung von Biokraftstoffen als **Substitut im Luftfahrt- und Schifffahrtsbereich** findet noch nicht lange statt. Teilweise handelt es sich dabei um Biokraftstoffe, die in ähnlicher Form auch im Dieselkraftstoffmarkt eingesetzt werden. Die Darstellung dieser beiden Märkte erfolgt daher weniger umfangreich.

Im **Schifffahrtsbereich** bestehen im Gegensatz zu allen anderen Bereichen bisher keine direkten gesetzlichen Anforderungen die den Einsatz erneuerbarer Kraftstoffe fördern würden (s. folgende Abb.). Der öffentliche Druck und der Konsumentendruck, erneuerbare Kraftstoffe im Schifffahrtsbereich einzusetzen sind begrenzt. Jedoch können Biokraftstoffe einen Beitrag zur Reduktion der lokalen Luftverschmutzungen in der Schifffahrt leisten. Im Vergleich zu fossilem Kraftstoff sind sie außerdem bei Austritten in die marine Umwelt aufgrund ihrer biologischen Abbaubarkeit vorteilhafter. Schiffsmotoren vertragen aber häufig ohne technische Probleme eine Vielzahl von Biokraftstoffen, so dass hier die preisgünstigsten Alternativen, die kaum weiterverarbeitende Schritte durchlaufen haben, zum Einsatz kommen würden. Allerdings sind auch diese heute nicht wettbewerbsfähig. Dies könnte sich lediglich ändern, sollte der Schiffsverkehr zukünftig in den Emissionshandel mit aufgenommen oder mit expliziten Zielen im Rahmen der RED berücksichtigt werden, da dann der Druck, Kraftstoffe mit geringeren Treibhausgasemissionen einzusetzen, steigen würde.

[1571] Rösch, Stefan 2011: Bio-SNG – Stand der Technik und Markteintrittsstrategien. Deutsches BiomasseForschungsZentrum, 5. Kolloquium Sustainable BioEconomy, Karlsruhe, 2. Dezember 2011. http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/Vortraege/Vortraege_DBFZ/Roensch_KIT_Sustainable_Bioeconomy_2011.pdf (Abruf: 12. Januar 2012).

Übersicht Schiffskraftstoffsubstitute und Verwendungsformen

Schiffskraftstoff-substitute	Verwendungsformen
Pflanzenöle	• Teilweise in der Seen-/Sportschifffahrt, da biologisch abbaubar • Einsatz auch in der Meeresschifffahrt möglich • Die Verwendung von Pflanzenölen ist im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen nicht wettbewerbsfähig • Zur Zeit keine Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen. Zunehmender Einsatz daher unwahrscheinlich

Abb. 560: Schiffskraftstoffsubstitute

Im Luftfahrtbereich hingegen wird für die Zukunft verstärkt auf Biokraftstoffe (**Biokerosin**) gesetzt (s. folgende Abb.). Dies liegt in erster Linie an der Einbeziehung der Luftfahrt in den europäischen Emissionshandel ab 2012. Dadurch werden die Fluggesellschaften verpflichtet, die Treibhausgasemissionen entsprechend zu reduzieren. Das Cap (Begrenzung der Emissionen) liegt dabei in 2012 bei 97% der durchschnittlichen Emissionen zwischen 2004 und 2006. Ab 2013 beträgt es 95% dieser Emissionen. Von den Emissionsrechten werden zunächst 85% kostenlos zugeteilt, 15% werden auktioniert.[1572] Eine wesentliche Möglichkeit zur Reduktion der Emissionen ist der Einsatz von Biokraftstoffen. Diese müssen auf entsprechende Qualitäten aufgearbeitet sein. Heute finden im Bereich der Luftfahrt zahlreiche Testflüge mit Biokraftstoffen, teilweise auch schon im Linienbetrieb, statt. Diese haben bisher die Unbedenklichkeit alternativer Flugkraftstoffe bewiesen.[1573] Heute wird primär das sogenannte HEFA-Produktionsverfahren (Hydrotreated Esters and Fatty Acids) verwendet. Dabei wird Biokerosin produziert, das spezifikationsgleich mit herkömmlichem Flugkraftstoff Jet A-1 ist und diesem bis zu 50% beigemischt werden kann. Dieses Verfahren wird heute in erster Linie von NesteOil angeboten.

Die Bundesregierung möchte mithilfe der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie aufzeigen, welchen Eigenbeitrag die verschiedenen Verkehrsträger zur Zielerreichung leisten können. Während die alte Kraftstoffstrategie der Bundesregierung aus dem Jahre 2004 die Luftfahrt nicht berücksichtigte, soll sich die neue Kraftstoffstrategie explizit auf alle Verkehrsträger beziehen. „Im Jahr 2010 haben sich die Mitglieder der IATA (International Air Transport Association) das Ziel gesetzt, den spezifischen Treibstoffverbrauch bis 2020 um 1,5% zu senken, ab 2020 ein CO_2-neutrales Verkehrswachstum zu ermöglichen und die CO_2-Emissionen im Jahr 2050 gegenüber dem Stand 2005 zu halbieren.“[1574] Da im Luftverkehr andere Energieträger als flüssige Kohlenwasserstoffe nicht absehbar sind, sind Bio-kraftstoffe als Ersatz für fossiles Kerosin nahezu alternativlos.

[1572] Dr. Olaf Hözer-Schopohl 2012: Die Luftfahrt im EU ETS. 2. Sitzung des AK Nachhaltigkeit der aireg, 16.03.2012, Bonn.

[1573] Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany e.V. (aireg) 2012a: Pressemitteilung. Alter-native Flugkraftstoffe sind der Schlüssel für klimaneurales Fliegen. Berlin, den 19. April 2012. http://aireg.de/index.php/alternative-flugkraftstoffe-sind-der-schlüssel-für-klimaneutralesfliegen.html (Abruf: 23. April 2012).

[1574] aireg 2012 a.a.O.

Übersicht Kerosinsubstitute (Luftfahrt) und Verwendungsformen

Kerosinsubstitute	Verwendungsformen
Biokerosin	• Ersetzt fossiles Kerosin • Testflüge durch zahlreiche Fluglinien weltweit seit 2008 • Seit 2011 Langzeittests im regulären Flugbetrieb bei verschiedenen Fluglinien, u.a. Lufthansa auf der Strecke Hamburg-Frankfurt mit Betankung eines Triebwerks zu 50% mit Biokerosin

Abb. 561: Kerosinsubstitute

Darüber hinaus unterscheiden sich die einzelnen Biokraftstoffe in ihrer Rohstoffbasis und ihren Konversionstechnologien, was in den folgenden Abschnitten dargestellt wird.

13.1.3 Rohstoffe und Zwischenprodukte

Die Produktion von Biokraftstoffen ist grundsätzlich aus öl-, zucker- und stärkehaltigen Rohstoffen möglich. Außerdem können holzartige Biomasse, sogenannte „grüne“ Biomasse, und Reststoffe bzw. Abfälle zum Einsatz kommen. Die Rohstoffe werden über verschiedene Konversionsprozesse in flüssige oder gasförmige Produkte umgewandelt (s. folgende Abb.).

Vereinfachte Wertschöpfungskette Biokraftstoffe: Rohstoffbasis, Konversionsverfahren und Produkte

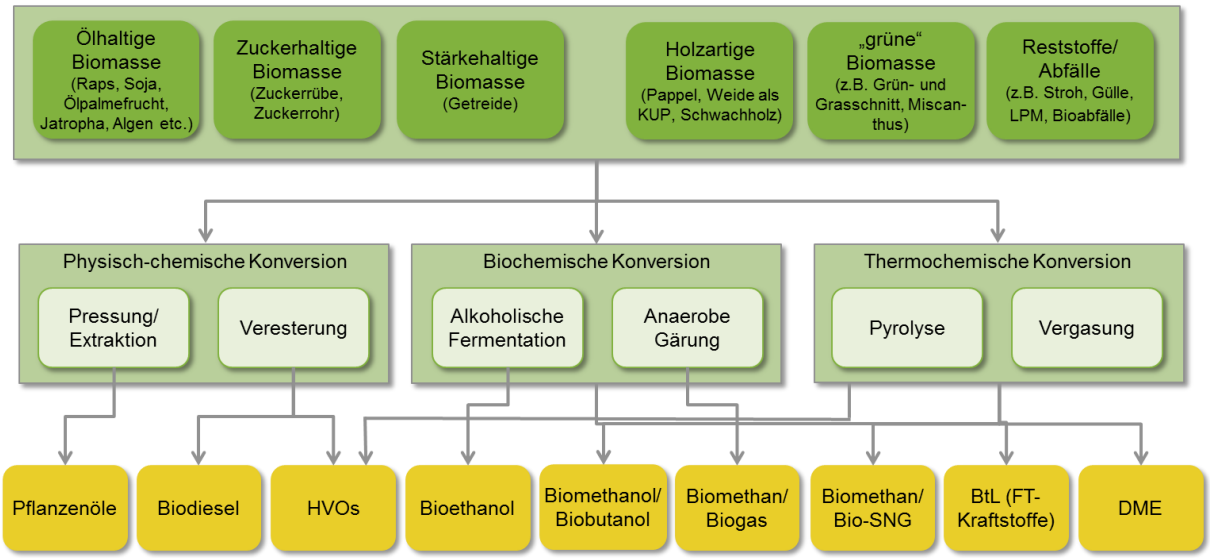


Abb. 562: Vereinfachte Wertschöpfungskette Biokraftstoffe[1575]

Dabei bedienen sich viele der Biokraftstoffe einer gemeinsamen Rohstoffbasis. Aus ölhaltiger Biomasse (vor allem Rapssaat, Sojabohnen, Ölpalme) wird Pflanzenöl produziert, das direkt verwendet oder zu Biodiesel und HVOs weiterverarbeitet werden kann. In Deutschland wird

[1575] In Anlehnung an DBFZ 2008.

der größte Teil des abgesetzten Biodiesels aus Raps gewonnen (Rapsöl-Methylester, RME). Es werden jedoch auch Sojabohnen importiert und in Deutschland weiterverarbeitet. Palmöl wird ebenfalls für die Weiterverarbeitung zur Biodieselproduktion importiert. Hinzu kommen noch direkte Importe von Biodiesel aus Soja oder Palmöl. Jatropha, Leindotter und Algen spielen als Rohstoff bisher keine relevante Rolle.

Zucker- und stärkehaltige Biomasse (vor allem Getreide, Zuckerrüben, Zuckerrohr) wird zur Bioethanolproduktion verwendet und ersetzt fossilen Ottokraftstoff. In Deutschland wird vor allem auf der Basis von Getreide (vor allem Weizen, Gerste, Triticale) und Zuckerrüben Bioethanol produziert. Andere Rohstoffe, bspw. Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie, spielen bisher kaum eine Rolle (s. folgende Abb.). Für das Jahr 2011 vermeldet der BDB^{e} einen Rückgang des Einsatzes von Zucker als Rohstoff von etwa 33% auf nur noch 29%. Dieser Rückgang der Bioethanolproduktion aus Zuckerrüben wird durch die ab Beginn 2011 relativ hohen Weltmarkpreise für Zucker begründet, die zu einem vermehrten Einsatz des Zuckers in der Nahrungsmittelindustrie geführt haben. Der BDB^{e} geht davon aus, dass die Verwendung von Rübenstoffen aufgrund der guten Zuckerrübenernte ab September 2011 für die Produktion von Bioethanol wieder steigen wird.[1576]

Rohstoffbasis der Bioethanolproduktion in Deutschland auf Basis BDBe

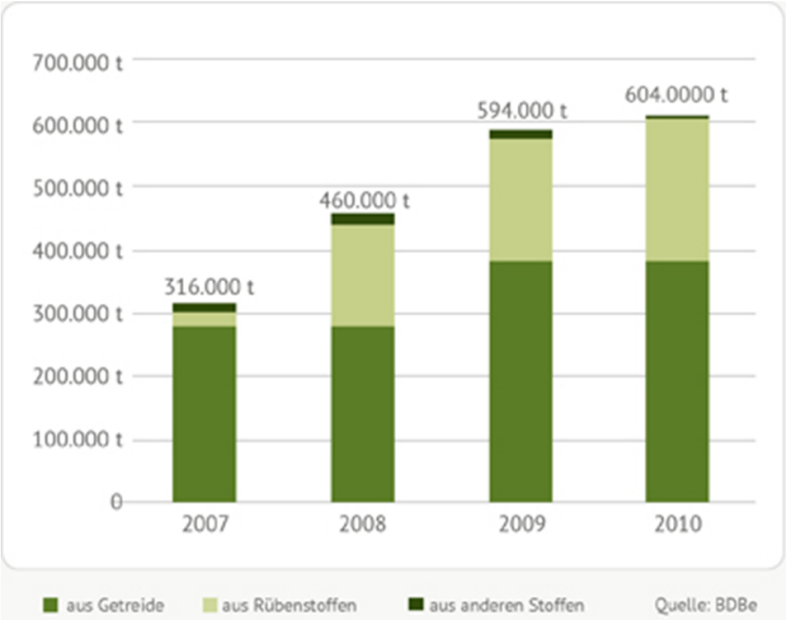


Abb. 563: Rohstoffbasis Bioethanol[1577]

Darüber hinaus liegen Zahlen für die Bioethanol-Rohstoffbasis von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für das Jahr 2011 vor. Diese weichen jedoch deutlich von den Zahlen des BDB^{e} ab (s. folgende Abb.). Die BLE ermittelt die Zahlen auf Basis der in den eingehenden Nachhaltigkeitsnachweisen verfügbaren Information. Dabei handelt es sich nicht nur um in Deutschland produzierte Mengen, sondern um in Deutschland in die BLE-

[1576] BDBe 2012: Marktdaten Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen. http://www.bdbe.de/branche/marktdaten/ (Abruf: 11. Dezember 12).

[1577] Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (BDB^{e}) 2012a: Marktdaten. Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen. http://www.bdbe.de/branche/marktdaten (Abruf: 12. Februar 2012).

Datenbank NABISY über die Nachhaltigkeitsnachweise eingegebene Mengen. Aber nicht alle Biokraftstoffmengen, für die Nachhaltigkeitsnachweise ausgestellt werden und die in der BLE-Datenbank NABISY landen, werden auch im deutschen Markt verkauft. Das Produkt kann auch im Ausland abgesetzt werden. Bei den Zahlen der BLE spielt insbesondere Mais eine große Rolle. Dies liegt in erster Linie an den Bioethanol-Importen aus den USA, die in 2011 verstärkt stattfanden. Dieses Bioethanol wurde ausschließlich aus Mais in den USA produziert. Die Mengen an Getreide- und Zuckerrüben-Ethanol hingegen stammen überwiegend aus der deutschen Produktion.

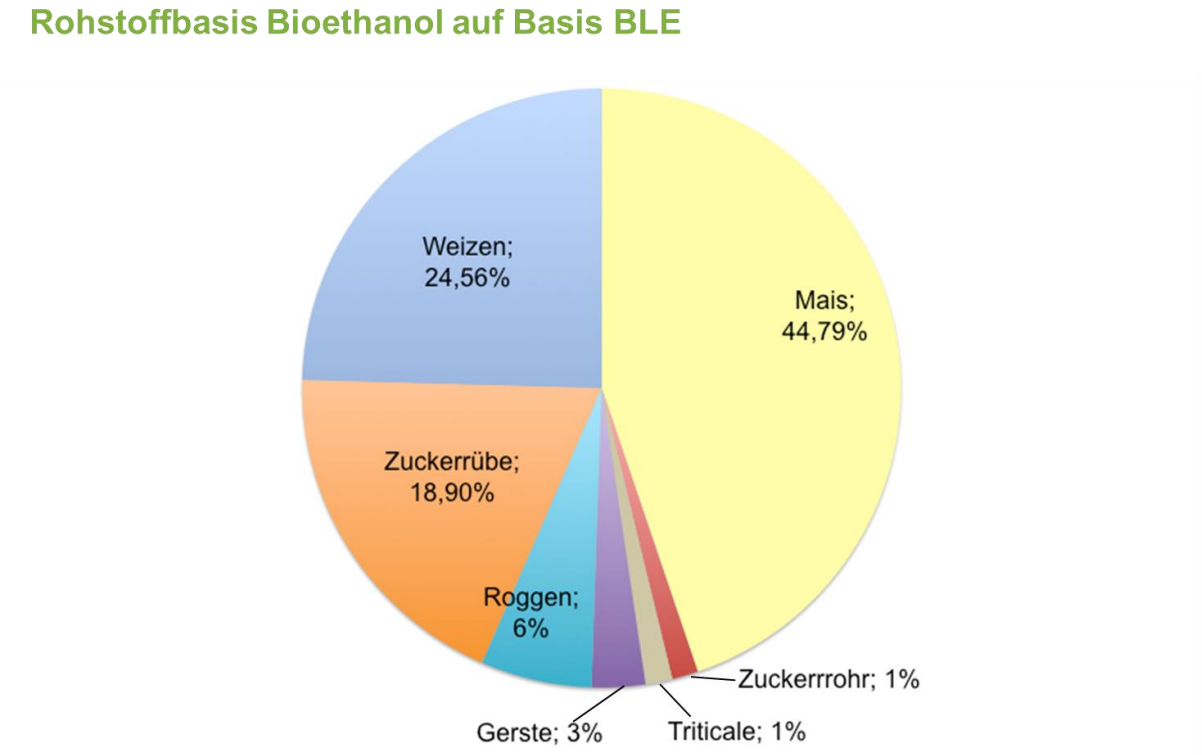


Abb. 564: Rohstoffbasis Bioethanol[1578]

Für die Rohstoffbasis der Biodieselproduktion liegen Zahlen aus einer Umfrage des Verbands der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. (VDB) vor.[1579] Demnach wurde ca. 87% des Biodiesels aus Rapsöl produziert, über 7% aus Altspeiseölen und tierischen Fetten. Soja und Palm kamen lediglich zu 2,5 bzw. 0,5% zum Einsatz. Einschränkend muss hier jedoch erwähnt werden, dass die Umfrage lediglich die VDB-Mitgliedsunternehmen abgedeckt hat und das Jahr 2011 aufgrund der Verfügbarkeit von zertifizierten Rohstoffen aus dem Ausland evtl. zu mehr Verwendung von heimischem Raps geführt hat. D.h., dass sich die Rohstoffbasis in 2012 mit mehr verfügbarer zertifizierter Ware aus dem Ausland, bspw. Canola (abgeleitet aus „Canadian oil, low acid) aus Canada und Australien oder auch Soja aus Südamerika und Palmöl aus Südostasien wieder anders darstellen kann.

[1578] Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hrsg.) (2012): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2011 Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung Biokraftstoff-Nachhaltigkeits-verordnung. Bonn, 2012.

[1579] Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (VDB) 2012a: Umfrage: Heimischer Biodiesel fast ausschließlich aus Rapsöl – Biokraftstoffverband fordert CO2-Weret für Öl aus Teersanden. http://www.biokraftstoffverband.de/downloads/2092/120207_PMUmfrageRohst.pdf (Abruf: 23. April 2012).

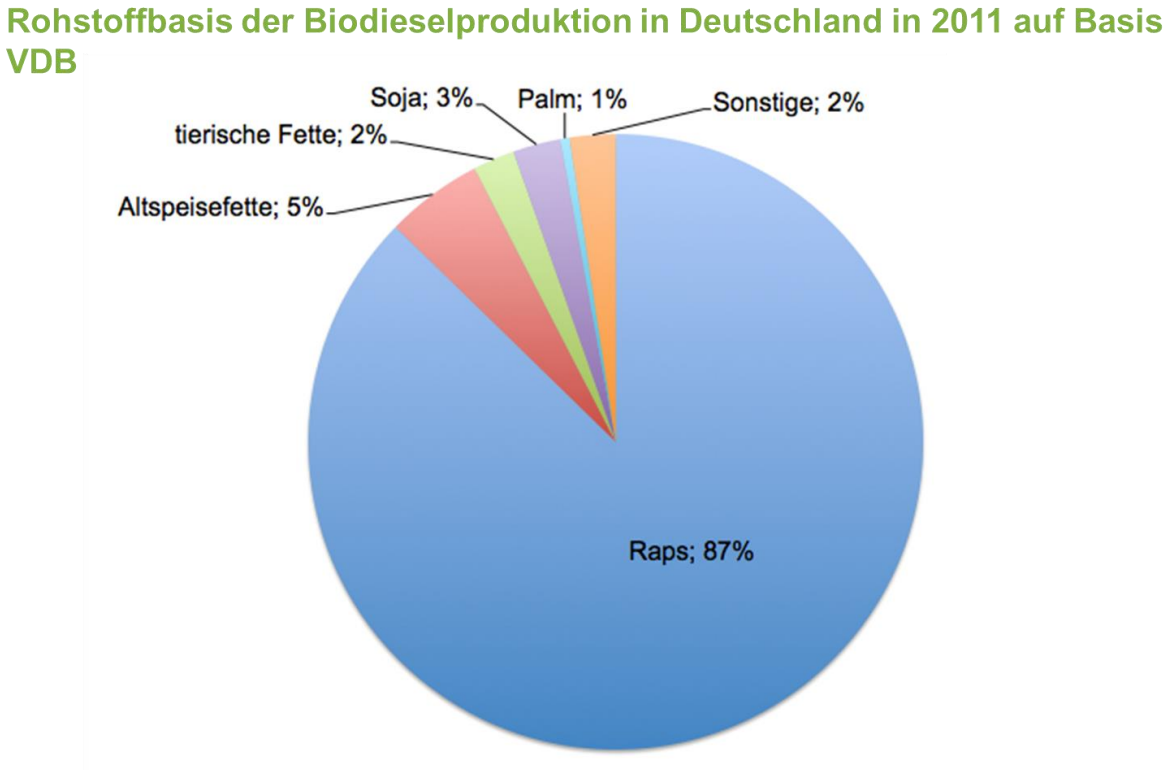


Abb. 565: Rohstoffbasis Biodiesel[1580]

Darüber hinaus liegen auch für Biodiesel Zahlen von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für das Jahr 2011 vor. Diese weichen jedoch deutlich von den Zahlen des VDB ab. Die BLE ermittelt die Zahlen auf Basis der in den eingehenden Nachhaltigkeitsnachweisen verfügbaren Information. Dabei handelt es sich wie auch beim Bioethanol nicht nur um in Deutschland produzierte Mengen, sondern um in die BLE-Datenbank NABISY über die Nachhaltigkeitsnachweise eingegebene Mengen. Nicht alle Biokraftstoffmengen, für die Nachhaltigkeitsnachweise ausgestellt werden und die in der BLE-Datenbank NABISY erfasst sind, werden jedoch auch im deutschen Markt verkauft. Das Produkt kann auch im Ausland abgesetzt werden.

[1580] VDB 2012a a.a.O.

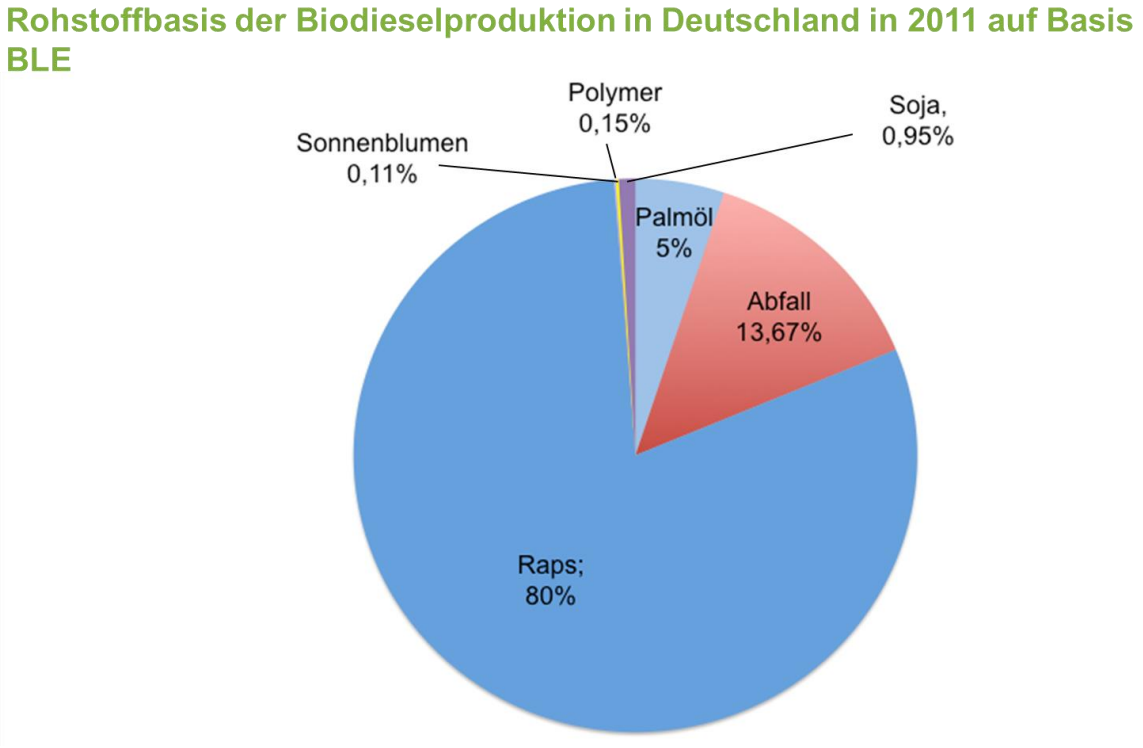


Abb. 566: Rohstoffbasis Biodiesel[1581]

Holzartige Biomasse kann für die Produktion von BtL eingesetzt werden. Jedoch findet bis heute keine BtL-Produktion statt. „Grüne“ Biomasse wird überwiegend für die Biomethanproduktion eingesetzt und Reststoffe bzw. Abfälle können je nach Ausgangsmaterial in alle Endverwendungsbereiche (Dieselkraftstoff, Ottokraftstoff, Erdgassubstitut) gehen.

Als weiterer vielversprechender Rohstoff wird heute vor allem Jatrophaöl für die Biodieselproduktion diskutiert. Dazu gibt es zahlreiche Projekte, vor allem in Südostasien und Afrika als Plantagenwirtschaft und mit der Involvierung von Kleinbauern. Relevante Mengen an Jatrophaöl sind bisher jedoch nicht auf dem Markt und die hohen Erwartungen an die Jatrophapflanze konnten bisher nicht erfüllt werden.

Auch die Verwendung von Algen als Rohstoff für die Biokraftstoffproduktion spielt heute in der Praxis noch keine Rolle. Jedoch finden im Bereich Algenkraftstoff zahlreiche Pilotprojekte statt. Insbesondere in den USA wird hieran mit Hilfe von öffentlicher Förderung gearbeitet.[1582] Algenkraftstoff kann Diesel-, Ottokraftstoff und Kerosin ersetzen. Als größter Vorteil der Produktion von Algenkraftstoffen gilt der hohe Kraftstoffertrag pro Hektar. Außerdem werden in der Regel Flächen verwendet, die für die herkömmliche landwirtschaftliche Produktion unbrauchbar sind, so dass die „food vs. fuel“-Debatte und iLUC-Diskussionen keine Rolle spielen. Jedoch liegen Schätzungen der Produktionskosten von Algenkraftstoff deutlich über den

[1581] BLE 2012 a.a.O.

[1582] Das Unternehmen Sapphire Energy beispielsweise baut eine Algenkraftstoffproduktion in den USA auf. In 2012 wurden in New Mexico von dem Unternehmen erstmalig kleine Mengen Algenkraftstoff produziert. In der letzten Ausbauphase soll die Anlage knapp 4.000 m^3 Kapazität erreichen. Weitere Unternehmen wie Solazyme, A2BE Carbon Capture oder Algenol arbeiten auch an der Produktion von Algenkraftstoffen. Jedoch haben sie ebenfalls noch keine relevanten Mengen produziert.

Produktionskosten herkömmlicher Biokraftstoffe, so dass eine wettbewerbsfähige Produktion unter heutigen Rahmenbedingungen noch nicht absehbar ist.[1583]

Öl-, zucker- und stärkehaltige Pflanzen sind die Hauptrohstoffe der heutigen Biokraftstoffproduktion

	verwendete Rohstoffe
Biodiesel/ Pflanzenöle/ HVO	• Ölhaltige Pflanzen (vor allem Raps, Soja, Ölpalme; teilweise Sonnenblumen; erste Verwendungen von Jatropha) • Rest- und Abfallstoffe (Altspeisefette, tierische Fette)
BtL	• Lignozellulosehaltige Biomasse
Bioethanol	• Stärkehaltige Pflanzen (vor allem Weizen, Roggen, Triticale, Mais, Cassava) • Zuckerhaltige Pflanzen (Zuckerrübe, Zuckerrohr) • Reststoffe (Stroh, Zellulose)
Biomethan	• Gülle • Zuckerrübenblätter • Grünschnitt • Landschaftspflegematerial • Energiepflanzen • Rest- und Abfallstoffe

Abb. 567: Rohstoffbasis verschiedener Biokraftstoffe

Relevante Zwischenprodukte, die außerhalb der Biokraftstoffindustrie weiter verwertet werden können, gibt es bei der Biokraftstoffproduktion nur begrenzt. Hier sind in erster Linie Pflanzenöle (vor allem Raps-, Soja- und Palmöl) zu nennen. Diese können entweder direkt als Kraftstoff verwendet werden, in andere Endverwendungen (bspw. Lebensmittel, chemische Industrie und Oleochemie) fließen oder zu dem Endprodukt Biodiesel bzw. HVO weiterverarbeitet werden. Bei der Biomethanproduktion kann das noch nicht aufbereitete Biogas direkt zur Energieproduktion (Strom und Wärme) verwendet (s. auch Kapitel 11 und 12) oder auf Erdgasqualität zum Einsatz im Kraftstoffsektor aufbereitet werden.

Zusätzlich fallen bei der Biokraftstoffproduktion große Mengen an hochwertigen Nebenprodukten an. Dies sind vor allem Futtermittel, d.h. Trockenschlempe (Dried Distillers Grains with Solubles, DDGS) bei der Ethanolproduktion, Raps- und Sojaschrot bei der Biodiesel bzw. Raps- und Sojaölproduktion sowie Palmkerne bei der Palmölproduktion, die für die Herstellung von Palmkernöl verwendet werden. Diese Nebenprodukte der Biokraftstoffproduktion (insbesondere die Futtermittel) haben eine wichtige Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Produktion. Heute ersetzt zudem das heimisch produzierte Rapsschrot Sojaschrotimporte. Bei einem Rückgang der heimischen RME-Produktion würde auch die Rapsölproduktion sinken, da ein kompletter Absatz auf dem Weltmarkt außerhalb der RME-Produktion aufgrund der Preisrelationen bei den Pflanzenölen unwahrscheinlich ist. Damit würde auch die Rapsschrotproduktion sinken und die Sojaschrotimporte zunehmen.

[1583] Vgl. beispielsweise Michael Kröger, Franziska Müller-Langer 2012: Review on possible algal-biofuel production processes. Biofuels (2012) 3(3), S. 333-349.
Simadri Das, Gayathri J, Saddam Hussain M, Dhivakaran J 2013: Algal Biofuel – an overview. Discovery Energy, Volume 1, Number 1, April 2013.

Für die eingesetzte Rohstoffbasis besteht fast immer eine Flächenkonkurrenz zu Nahrungsmittelpflanzen. Dies liegt daran, dass auf den landwirtschaftlichen Flächen grundsätzlich Nutzpflanzen sowohl zur energetischen Nutzung im Biokraftstoffbereich, aber auch in der Strom- und Wärmeproduktion als auch zur Nutzung als Nahrungs- und Futtermittel angebaut werden können. Diese Nutzungskonkurrenz führt, besonders in Zeiträumen mit steigenden, weltweiten Marktpreisen für Nahrungsmittel und einer Ausdehnung landwirtschaftlicher Flächen zu grundlegenden gesellschaftlichen Diskussionen über Landnutzungsentscheidungen. Darüber hinaus besteht die grundsätzliche Frage, für welche energetischen Sektoren (Strom, Wärme, verschiedene Biokraftstoffe als Substitut für Dieselkraftstoff, Ottokraftstoff, Kerosin oder Schiffskraftstoff) und/ oder stoffliche Nutzung die begrenzte landwirtschaftliche Fläche genutzt werden soll.

Lediglich für Rest- und Abfallstoffe (unter der Annahme, dass diese nicht absichtlich produziert werden) gilt dies nicht. Sie sind daher für die Biokraftstoffproduktion vor dem Hintergrund der Diskussion um die Nachhaltigkeit, Treibhausgasemissionen, Flächenknappheit und Rohstoff- bzw. Lebensmittelpreise eine sehr attraktive Option. Diese wird über die Möglichkeit der Doppelgewichtung von Biokraftstoffen aus Rest- und Abfallstoffen innerhalb der Quotenverpflichtung noch verstärkt.

13.1.4 Technologie und Konversionsverfahren[1584]

Die Produktion von Biokraftstoffen erfolgt über unterschiedliche Konversionsverfahren (s. 13.1.3). Dabei sind grundsätzlich drei Gruppen von Konversionsverfahren möglich:

- Physisch-chemische Konversion mit der Pressung und Extraktion sowie Veresterung
- Biochemische Konversion mit der alkoholischen Fermentation und Gärung
- Thermochemische Konversion mit der Pyrolyse, Vergasung und Verbrennung

Pflanzenöle

Die Produktion von Pflanzenölen wird im Abschnitt 2.3.3 näher beschrieben.

Biodiesel und HVO

Für die Produktion von Biodiesel werden die relevanten pflanzlichen Öle oder tierischen Fette raffiniert und durch Umesterung mit Methanol zur Nutzung als Biodiesel aufbereitet. Dabei werden ca. 10% des Rohöls als Glyzerin abgetrennt und durch Methanol ersetzt. Das durch die Umesterung abgetrennte Glyzerin kann einer weiteren Nutzung zugeführt werden.

HVOs werden durch die katalytische Reaktion von entsprechend vorbehandelten Pflanzenölen mit Wasserstoff gewonnen.

[1584] Vgl. beispielsweise Norbert Schmitz, Jan Henke, Gernot Klepper 2009: Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.), Gülzow.

BtL-Kraftstoffe[1585]

BtL-Kraftstoffe bestehen aus reinen Kohlenwasserstoffketten. Sie können aus Holz und Stroh sowie diversen Rest- und Abfallstoffen produziert werden. Dabei kann die Gesamtpflanze verwendet werden. Um aus dem Ausgangsstoff einen flüssigen Kraftstoff zu erzeugen, müssen die Rohstoffe zunächst in einer thermochemischen Vergasung zu Synthesegas umgewandelt werden. Danach erfolgen eine Gasreinigung und die so genannte Fischer-Tropsch (FT)-Synthese. Während der letzten Produktionsphase, der Produktaufbereitung, können die Kohlenwasserstoffe durch Variation bestimmter Parameter den gewünschten Kraftstoffeigenschaften gezielt angepasst werden.

Bioethanol

Bioethanol kann auf Basis von zucker-, stärke- und zellulosehaltigen Pflanzen, aber auch aus Abfällen und Reststoffen hergestellt werden. Zuckerhaltige Rohstoffe wie z.B. Melasse können von Mikroorganismen direkt für die Bioethanolproduktion verwertet werden. Im Gegensatz dazu muss die langkettige Stärke in stärkehaltigen Rohstoffen erst mittels enzymatischen Aufschlusses verzuckert, d.h. in verwertbare, kurzkettige Bruchstücke zerlegt werden. Im Fermenter erfolgt dann durch spezielle Mikroorganismen, die zur alkoholischen Gärung befähigt sind, die Umsetzung der Zuckermoleküle in Bioethanol. Durch Destillation und Entwässerung (Absolutierung) wird das produzierte Bioethanol aufkonzentriert (bis zu 99 %). Die beim gesamten Produktionsprozess anfallenden Nebenprodukte z.B. (Schlempe, Bagasse) können als Substrat für Biogasanlagen, Tierfutter (z.B. DDGS) oder Düngemittel weiterverwendet werden.

Biomethanol

Biomethanol wird auf der Basis von Biomethan bzw. Bio-Synthesegas (aus biogenen, im Regelfall festen holzartigen Rohstoffen) produziert.[1586]

Biobutanol

Die Herstellung von Biobutanol kann mittels anaerober, bakterieller Umwandlung aus Zucker, Stärke und Zellulose direkt erfolgen. Technisch unterscheidet sich das Verfahren von der Ethanolerzeugung vor allem im Einsatz unterschiedlicher Mikroorganismen in der Fermentation.

Biomethan

Die nutzbare Biomasse wird zuerst in eine Vorgrube und nachfolgend in einen Fermenter bzw. Gasspeicher weitergeleitet. In diesem findet der eigentliche Gärprozess statt. Die in der Biomasse enthaltenen Verbindungen werden in Abwesenheit von Licht und Sauerstoff durch Mikroorganismen u.a. in Wasser, Methan und Kohlendioxid umgewandelt und im Gasspeicher gesammelt. Die in diesem Gemisch unter anderem enthaltenen Gase Ammoniak und Schwefelwasserstoff werden in einem Aufbereitungsschritt entfernt, um ggf. Probleme bei der Verbrennung von Methan zu verhindern. Der feste Rückstand dieses Verarbeitungsprozesses im

[1585] Vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) 2012: BtL-Plattform. www.btl-plattform.de (Abruf 25. Februar 2012).

[1586] Vgl. beispielsweise: Stefan Majer, Arne Gröngröft 2010: Ökologische und ökonomische Bewertung der Produktion von Biomethanol für die Biodieselherstellung. Kurzstudie des Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) für die Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), Mai 2010.

Fermenter ist der Gärrest, der in regelmäßigen Abständen aus der Biogasanalage entfernt werden muss und in der landwirtschaftlichen Produktion als Wirtschaftsdünger eingesetzt werden kann.

Das gewonnene Mischgas kann nun in einem BHKW unter Nutzung der KWK-Technologie in Strom- und Wärmeenergie umgewandelt werden (s. Kapitel 11 und 12).

Eine alternative Nutzungsmöglichkeit ist die Aufbereitung des Biogases zu Biomethan, um es qualitativ auf Erdgasniveau zu verbessern. Dabei werden im Gas enthaltene Elemente wie Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff zur Erhöhung des Methangehalts entfernt. Dieses Biomethan kann einerseits in das Erdgasnetz eingespeist werden oder direkt an Kraftstofftankstellen vermarktet werden, um als Kraftstoff in Erdgasfahrzeugen genutzt zu werden.

Bio-SNG

Bio-Synthetic Natural Gas wird auf der Basis von Biomasse über eine Biomassevergasung zu Synthesegas verarbeitet, das anschließend methanisiert wird.

Gas to Liquid (GtL)

Die Produktion von GtL-Kraftstoffen kann neben Erdgas theoretisch auch auf Basis von Biogas erfolgen. Dies wird dabei bspw. über die Synthesegasproduktion und Fischer-Tropsch Reaktion zu Kraftstoff umgewandelt.

Fortschrittliche Biokraftstoffe:

„Fortschrittliche Biokraftstoffe“ sind nicht einheitlich definiert und es gibt auch keine festgelegten Kriterien, die eine eindeutige Einordnung erlauben würden. Allgemein werden unter diesem Begriff aber Biokraftstoffe, die über die herkömmliche Produktion von Biokraftstoffen aus Rohstoffen, die auch für Nahrungsmittel verwendet werden hinausgehen, subsumiert. In erster Linie geht es folglich um die Erschließung alternativer Rohstoffe und neuer effizienter Produktionsverfahren unter der Annahme, dass Vorteile bei der Nachhaltigkeit und auch den Treibhausgasemissionen erzielt werden können. Zusätzlich soll der Konflikt food vs. fuel abgemildert und der Druck auf die landwirtschaftliche Fläche reduziert werden. Folgende übergeordnete Rohstoffgruppen werden in diesem Zusammenhang häufig genannt:

- Nicht für die Lebensmittelproduktion geeignete Energiepflanzen
- Landwirtschaftliche Reststoffe
- Non-food Zellulose
- Lignozellulose
- Forstwirtschaftliche Reststoffe
- Kommunale Abfälle
- Mikro- und Makroalgen

Auch wenn die Technologien größtenteils vorhanden sind, bestehen häufig noch Herausforderungen bezüglich der Logistik und vor allem der Hochskalierung auf ein industrielles Niveau. Auch sind die Anreize für fortschrittliche Biokraftstoffe bislang nicht hoch genug, als dass die vergleichsweise hohen Produktionskosten ausgeglichen werden könnten. Selbst die Möglichkeit der doppelten Anrechnung der zukünftigen Biokraftstoffe auf die Quoten, scheint noch keine ausreichenden Anreize zu liefern und kommt bisher lediglich den UCOME-Produzenten zugute.

Allerdings gibt es in der EU mittlerweile einige Anlagen, in denen fortschrittliche Biokraftstoffe produziert werden. Dies sind aber bisher in erster Linie Demonstrationsanlagen, so dass die Kapazitäten noch äußerst gering sind. Lediglich BioMCN in den Niederlanden produziert heute bereits große Mengen. Sie setzen Rohglyzerin, ein gemäß der RED als Abfall eingestuftes Produkt, ein um Methanol für den Kraftstoffsektor zu produzieren. Auch Chemtex, ein Unternehmen der italienischen M&G Group will ab 2013 Ethanol aus Stroh und Schilfgras produzieren. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick zu einigen Anlagen in der EU, die fortschrittliche Biokraftstoffe produzieren.

In einigen Anlagen werden bereits fortschrittliche Biokraftstoffe produziert – ausgewählte Beispiele EU

Standort	Unternehmen	Prozess	Biokraftstoff	Rohstoff	Kapazität	Inbetriebnahme
Straubing, Deutschland	Clariant AG (Südchemie)	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (Stroh/ Feldabfälle)	1.000 t/a	2012
Karlsruhe, Deutschland	Karlsruher Institut für Technologie	Thermoche-misch (Bioliq)	BtL	Zellulose/ Lignozellulose (Feld- und Forstabfälle)	600 t/a	geplant: 2013
Kalundburg, Dänemark	Dong energy/ Inbicon	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (Weizenstroh)	5.400 m^3/a	2010
Crescentino, Italien	Chemtex (M&G Group)	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (Weizenstroh, giant reed)	50.000 m^3/a	2013
Salamanca, Spanien	Abengoa	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (Gerstestroh)	5.000 m^3/a	2009
Farmsum, Niederlande	BioMCN	Thermoche-misch	Methanol	Rohglyzerin	250.000 m^3/a	Pilotanlage: 2008 Kommerziell: 2011
Varkaus, Finnland	NSE Biofuels Oy (JV Stora Enso / Neste Oil)	Thermoche-misch	BtL	Lignozellulose (Forstrück-stände)	n.a.	2010
Pitea, Schweden	Chemrec	Thermoche-misch	DME	Schwarzlauge	4 t/Tag	2010

Tab. 96: Produktionsanlagen für fortschrittliche Biokraftstoffe in der EU

Darüber hinaus gibt es vor allem in den USA zahlreiche Aktivitäten im Bereich der fortschrittlichen Biokraftstoffe. Eine Auswahl von Aktivitäten außerhalb der EU ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

In einigen Anlagen werden bereits fortschrittliche Biokraftstoffe produziert – ausgewählte Beispiele USA und Brasilien

Standort	Unternehmen	Prozess	Biokraftstoff	Rohstoff	Kapazität	Inbetriebnahme
Hugoton (Kansas), USA	Abengoa Bioenergy	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (Weizenstroh, Switchgrass, Maisstover)	100.000 m^3/a	Kommerzielle Anlage, geplant: 2013
Birch Hills, Saskatchewan, Canada	Iogen Corporation	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (Stroh)	5.000 – 6.000 Liter/Tag	2004 (Pläne für industrielle Anlage aufgegeben)
Boardman (Oregon), USA	ZeaChem	Biochemisch/ thermochemisch	Ethanol	Zellulose/ Lignozellulose (corn stover, Hart- und Weichholz, switch grass)	95.000 m^3/a	Kommerzielle Anlage, geplant: 2014
Emmetsburg (Iowa), USA	POET-DSM Advanced Biofuels (Project Liberty)	Biochemisch	Ethanol	Zellulose (corn stover)	95.000 m^3/a	Kommerzielle Anlage, geplant: 2013
Kincheloe (Michigan), USA	Frontier Renewable Resources	Biochemisch	Ethanol	Lignozellulose (Hackschnitzel)	75.000 m^3/a	kommerzielle Anlage geplant
Soperton (Georgia), USA	LanzaTech	Biochemisch	Ethanol	Lignozellulose (Forstreststoffe)	15.000 t/a	geplant: 2013
Geismar (Louisiana), USA	Dynamic Fuels LLC	thermochemisch	Biodiesel	Öle und Fette	280.000 m^3/a	kommerzielle Anlage, seit 2010
Vero Beach (Florida), USA	INEOS Bio	Biochemisch/therm ochemisch	Ethanol	Lignozellulose (Garten-, Holzabfälle)	30.000 m^3/a	geplant: 2012
Upton (Wyoming), USA; Sao Paulo, Brasilien	Blue Sugars (früher KL Energy)	Biochemisch	Ethanol	Lignozellulose	5.500 m^3/a	Demonstrations-anlage seit 2007
Las Cruces (New Mexico), USA	Sapphire Energy	Biochemisch/therm ochemisch	Algenkraftstoff	Algen	Ausbau auf knapp 4.000 m^3/a geplant	In 2012 erstmals kleine Mengen produziert

Tab. 97: Produktionsanlagen für fortschrittliche Biokraftstoffe in den USA, Canada und Brasilien

13.1.5 Angebot und Nachfrage, Preise

Von den hier betrachteten Diesel-, Otto-, Gas-, Kerosin- und Schiffskraftstoffsubstituten sind nicht alle Möglichkeiten und Biokraftstoffarten marktrelevant. Lediglich für die marktrelevanten Biokraftstoffe liegen verlässliche Daten vor, die im Folgenden dargestellt werden.

Der gesamte inländische Verbrauch an Biokraftstoffen in den letzten beiden Jahren stellt sich wie in der folgenden Abb. dar. In 2010 wurden 3.755.336 Mio. t und in 2011 3.684.505 t Biokraftstoffe verbraucht. Dabei gewinnt der Einsatz von Bioethanol als OK-Substitut an Bedeutung, während der Einsatz von Biodiesel und Pflanzenöl als DK-Substitute sinkt.

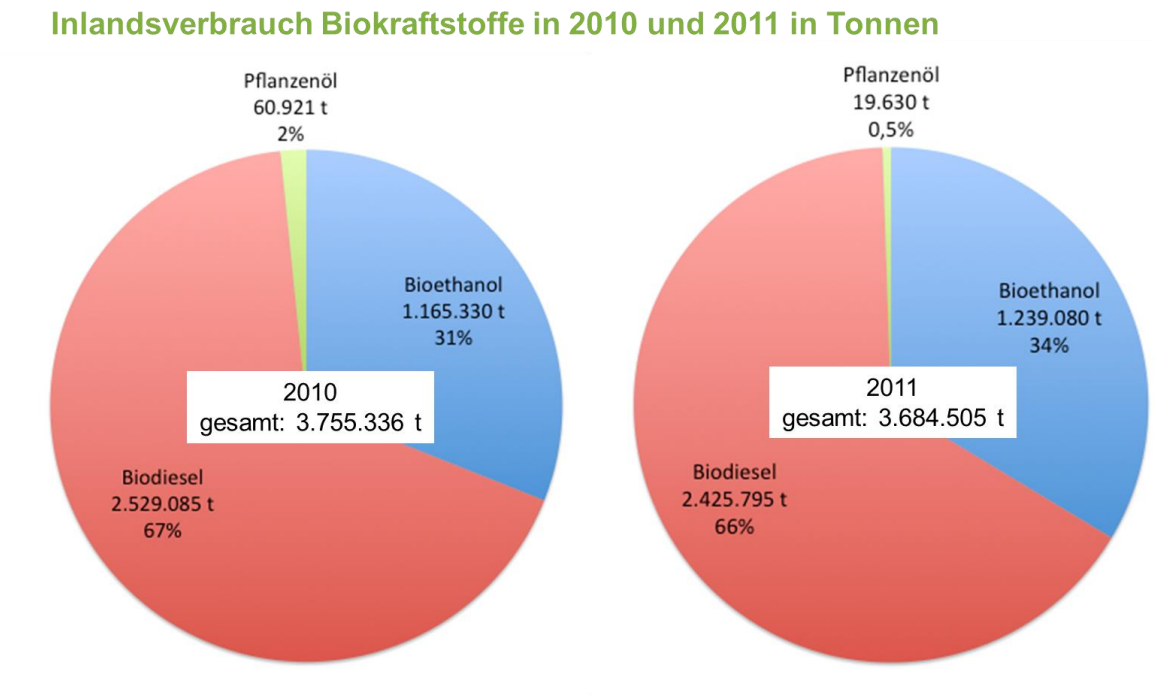


Abb. 568: Inlandsverbrauch Biokraftstoffe[1587]

13.1.5.1 Dieselkraftstoffsubstitute

Der Markt für Dieselkraftstoffsubstitute ist seit Jahren etabliert. Dies gilt für Biodiesel und seine verschiedenen Einsatzformen (Beimischung und B100) und Pflanzenöle (P100). Der Absatz von HVOs wird in den Daten bei Biodiesel subsumiert. BtL-Kraftstoffe werden in Deutschland heute nicht produziert und sind nicht marktrelevant (s. folgende Abb.).

Deutschland nimmt weltweit eine führende Rolle bei der Biodieselproduktion ein. Raps ist der dominierende Rohstoff. Allerdings wird auch Palmöl für die Weiterverarbeitung zu Biodiesel importiert. Gleiches gilt für Sojabohnen und Sojaöl. Ebenso spielen Direktimporte von Biodiesel eine Rolle.

Reines Pflanzenöl spielte vor allem im Flottenbereich eine wichtige Rolle als Dieselkraftstoffsubstitut. Die zunehmende Besteuerung führte zu einem Verlust der Wettbewerbsfähigkeit, so dass reines Pflanzenöl kaum mehr eingesetzt wird. HVOs spielen in Deutschland mittlerweile eine wichtige Rolle im Rahmen der Beimischung. Angeboten werden HVOs bisher lediglich von dem finnischen Unternehmen Neste Oil mit Produktionsanlagen in Porvoo (Finnland), Rotterdam und Singapur. Auch als Kerosinsubstitut spielen entsprechend aufbereitete HVOs mittlerweile eine Rolle und wurden in Testflügen und auch im Linienbetrieb als Beimischung eingesetzt. BtL-Kraftstoffe sind weiterhin nicht im Markt verfügbar und Versuche der Etablierung kommerzieller Anlagen sind bislang gescheitert.

[1587] BAFA 2010 bis 2012 a.a.O. (Abruf: 14. April 2012).

Übersicht Marktrelevanz einzelner Dieselsubstitute

Biodiesel	• Deutschland nimmt eine führende Rolle bei der Biodieselproduktion ein. Raps ist der dominierende Rohstoff. Es wird aber auch aus importiertem Soja bzw. Palmöl produziert. Hinzu kommen Altspeiseöle und tierische Fette als Rohstoff • In 2011 wurden ca. 2,5 Mio. t Biodiesel eingesetzt. 2,3 Mio. t wurden als Beimischung eingesetzt, 97.000 t noch als Reinkraftstoff (B100) und 20.000 t als P100. Dies entspricht insgesamt einem Marktanteil von ca. 4,4% bezogen auf den Gesamtkraftstoffmarkt
Reines Pflanzenöl	• Reines Pflanzenöl, zumeist aus Raps produziert, wird in Deutschland v.a. in LKW-Flotten und auch in der Landwirtschaft in geringeren Mengen eingesetzt. Auch in der Schifffahrt kommen geringe Mengen an Pflanzenölen zum Einsatz • In 2010 wurden ca. 61.000 t eingesetzt. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,1% energetisch am Gesamtkraftstoffverbrauch in Deutschland. Durch die zunehmende Besteuerung ist der Markt wie der B100 Markt komplett eingebrochen. In 2011 ging er weiter zurück und es wurden nur noch ca. 20.000 t eingesetzt
Hydrierte Öle und Fette	• Können aus sämtlichen Ölen und Fetten in beliebigen Kombinationen produziert werden. Technologisch problemlos verwendbarer Kraftstoff • Co-processing in Erdölraffinerien möglich, in Deutschland aber heute nicht auf die Quote anrechenbar • Bisher einzige in der Luftfahrt eingesetzte Biokraftstoffe
Synthetische Kraftstoffe (BtL)	• Synthetische Kraftstoffe aus Biomasse (Biomass-to-Liquid) sind noch nicht am Markt verfügbar • Keine kommerzielle Anlage in Deutschland in Betrieb • Bisherige Versuche der Kommerzialisierung sind gescheitert

Abb. 569: Marktrelevanz DK-Substitute

Die Endverwendungsformen bei den Dieselkraftstoffsubstituten haben sich von 2007 bis 2011 wie in der Abb. unten beschrieben entwickelt. Vor 2007 liegen hierzu keine Daten vor. Die einschneidende Veränderung ist der Zusammenbruch des Marktes für die Reinkraftstoffe B100 und P100, der durch die zunehmende Besteuerung der Reinkraftstoffe ab 2007 begann.

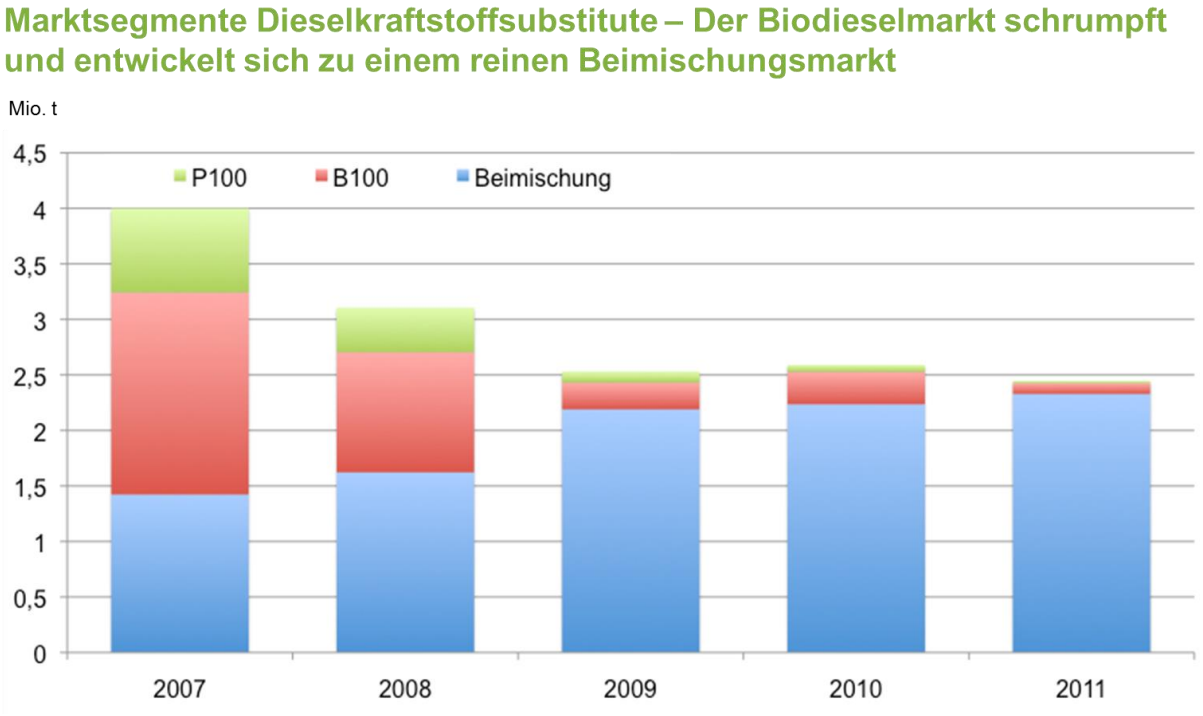


Abb. 570: Inlandsverbrauch Biodiesel und Pflanzenöl[1588]

Die Reinkraftstoffe waren bei zunehmender Besteuerung im Vergleich zum fossilen Dieselkraftstoff nicht mehr wettbewerbsfähig, da die Preisabstände zum fossilen Kraftstoff, insbesondere in den Jahren 2008 und 2009 nicht mehr ausreichend waren. Auch in 2011 war der Preisabstand zu gering um den geringeren Energiegehalt des Biodiesels und mögliche Umrüstungskosten für das Fahrzeug ausgleichen zu können (s. folgende Abb.).

[1588] BAFA 2007 bis 2011 a.a.O.

Tankstellenpreis Biodiesel vs. Tankstellenpreis fossiler Diesel (Cent/Liter, inkl. aller Steuern)

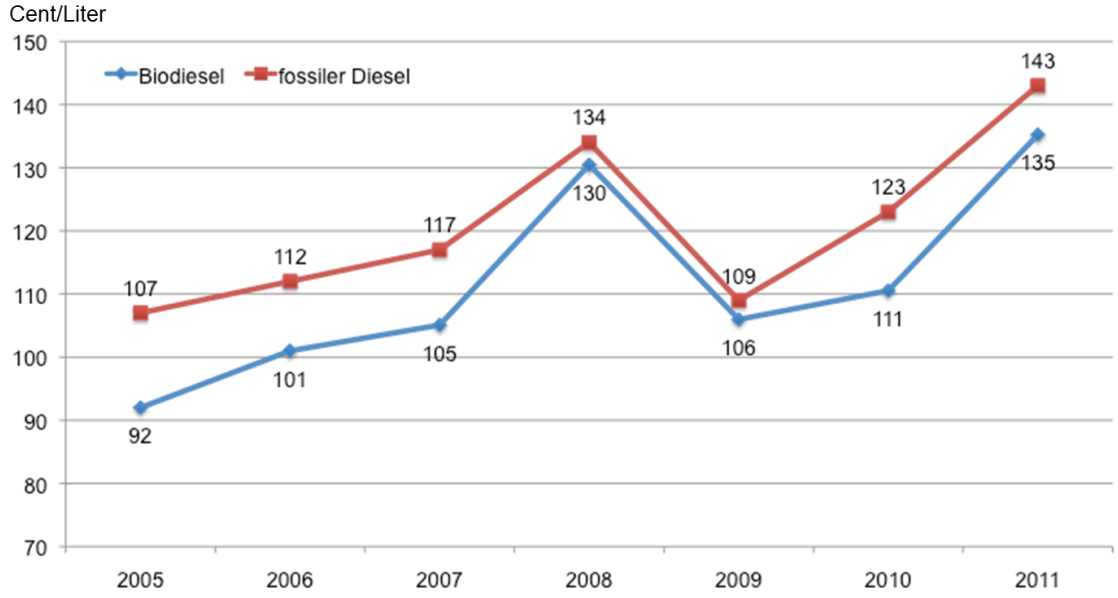


Abb. 571: Wettbewerbsfähigkeit von B100[1589]

Dadurch hat sich der Markt für Dieselkraftstoffsubstitute fast halbiert. Die Beimischungspflicht konnte den sinkenden Verbrauch von B100 und P100 nicht kompensieren und aus einem dreigeteilten Markt ist in 2011 fast ein reiner Beimischungsmarkt geworden. Bei weiter steigender Besteuerung von B100 und P100 ist davon auszugehen, dass diese Märkte in Zukunft gar keine Rolle mehr spielen. Es wird bei einer Beimischung von maximal B7 bleiben, die seit 2009 über die Norm DIN EN 590 ermöglicht wird. Höhere Biodieselbeimischungen sind derzeit technisch nicht zugelassen und könnten bei Bestandsfahrzeugen zu Problemen führen, so dass eine Schutzsorte an den Tankstellen angeboten werden müsste. Eine weitere Erhöhung der Beimischung von HVOs wäre aber möglich.

Der Gesamtmarkt für Dieselkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe in Deutschland betrug in 2011 ca. 3,2 Mrd. Euro bei einem Biodieselabsatz von ca. 2,4 Mio. t und einem Großhandelspreis für Biodiesel inklusive Energiesteuer von 117 Cent je Liter. Hinzu kommt noch ein Markt von ca. 21 Mio. Euro für Pflanzenöl als Reinkraftstoff. Der Produktionswert in Deutschland war etwas höher, da mehr Biodiesel produziert wurde als abgesetzt werden konnte. In 2010 wurden erhebliche Mengen an Biodiesel importiert, was die heimischen Produzenten weiter unter Druck setzte. Jedoch konnten auch erhebliche Mengen exportiert werden.

[1589] Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI) 2011a: Abfrage Preisinformationen, BMWi 2011 a.a.O.

Marktvolumen Dieselkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe in Deutschland

Kriterien	Dieselkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe
Marktgröße 2011	• Ca. 3.216 Mio. € (2.425.795 t Biodieselabsatz (= 2.747.220 m^3) X 117,07 Cent/Liter Großhandelspreis inkl. Energiesteuer) • Hinzu kommen noch 19.630 t Pflanzenöl (ca. 21 Mio. €)
Produktionswert Deutschland 2011	• 3.646 Mio. (2.750.000 t Produktion (= 3.114.383 m^3) X 117,07 Cent/Liter Großhandelspreis inkl. Energiesteuer)
Import 2010	• 1.272 Mio. € (1.251.477 t importierte Ware (1.403.171 m^3) X 90,65 Cent/Liter Großhandelspreis inkl. Energiesteuer) • Die Exporte betrugen 1.162.052 t. Die Nettoimporte betrugen damit lediglich knapp 90.000 t
Preise 2011	• Biodiesel-Großhandelspreis ab Werk inkl. Energiesteuer: 117,06 Cent/Liter • Biodiesel-Tankstellenpreis inkl. aller Steuern 135,22 Cent/Liter
Erläuterungen	• Die Biodieselproduktionskapazitäten in Deutschland betrugen in 2010 ca. 5 Mio. t. Sie waren in 2010 nur zu gut 50% ausgelastet • In 2010 wurden erhebliche Mengen an Biodiesel importiert. Dies setzte die deutschen Produzenten weiter unter Druck • Da eine Wiederbelebung des Reinkraftstoffmarktes bei zunehmender Besteuerung nicht zu erwarten ist, eine Erhöhung der Beimischung nicht geplant ist und auf Grund der Wettbewerbssituation deutscher Produzenten auch die Exporte nicht stark steigen werden, wird das Problem der erheblichen Überkapazitäten bestehen bleiben. Dies kann auch bei sinkenden Importen nur bedingt abgemildert werden

Abb. 572: Markt für DK-Substitute

Es erfolgte in Deutschland ab dem Jahr 2000 ein erheblicher Aufbau von Biodiesel-Produktionskapazitäten (s. folgende Abb.). Im Jahre 2008 waren ca. 5 Mio. t Produktionskapazität erreicht. Diese konnte aber zu keinem Zeitpunkt voll ausgeschöpft werden. Die tatsächliche Produktion und auch der Biodieselabsatz waren stets deutlich geringer. Nach 2008 begann bereits ein leichter Abbau der Kapazitäten. Die seit 2006 vorhandenen erheblichen Überkapazitäten bestehen aber fort. Die bestehenden Kapazitäten werden zurzeit zu weniger als 50% ausgelastet. Eine deutlich höhere Auslastung wird für die Zukunft nicht erwartet. Bei heutigem Dieselkraftstoffverbrauch von knapp 30 Mio. t würde eine Vollauslastung der Anlagenkapazität in Deutschland eine volumetrische Beimischung von über 15% bedeuten. Dies ist bei heutigen Kraftstoffnormen, die nur 7% Beimischung erlauben, nicht möglich. Auch für die Zukunft ist eine stärkere Auslastung durch höhere Beimischungen nicht absehbar. Gleiches gilt für eine steigende Auslastung der Kapazität über zunehmende Exporte oder eine Wiederbelebung des Reinkraftstoffmarktes.

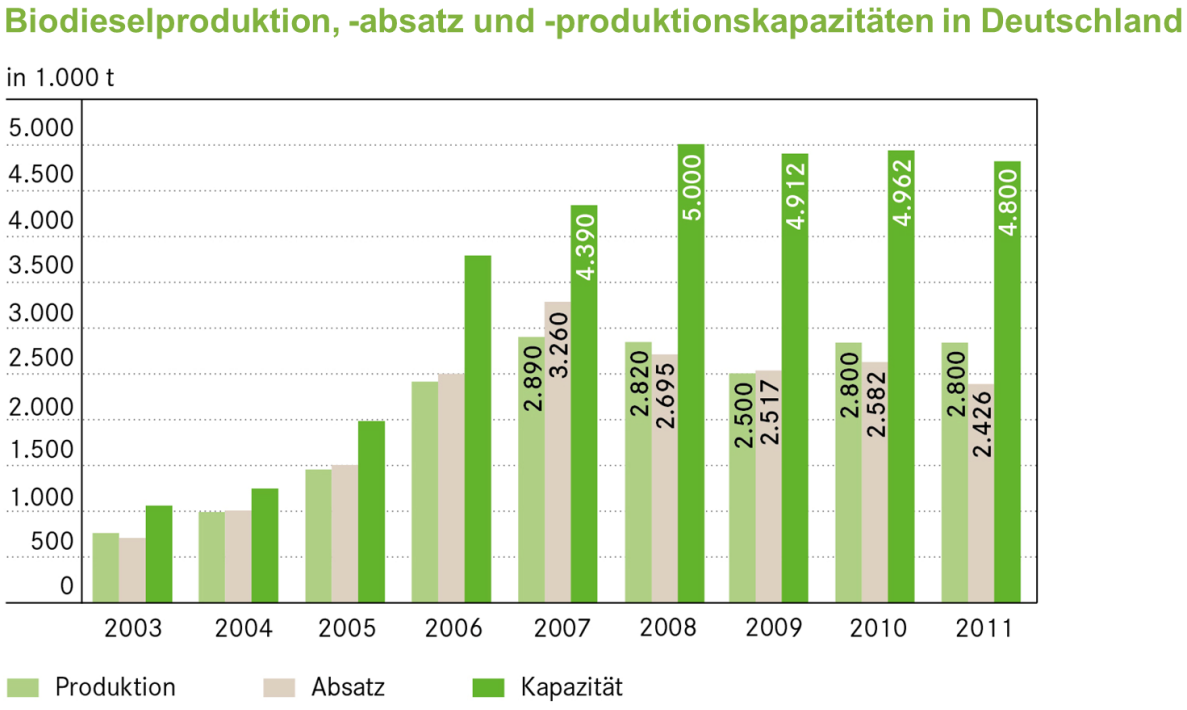


Abb. 573: Biodiesel – Produktion, Absatz und Kapazität[1590]

In Deutschland gibt es derzeit noch 43 Biodiesel-Produktionsanlagen (s. folgende Abb.). Die Gesamtproduktionskapazität beträgt laut VDB 4,8 Mio. t.[1591] Die meisten Biodieselanlagen stehen in Mecklenburg-Vorpommern. Die höchsten Produktionskapazitäten mit jeweils ca. 700.000 t bestehen, begünstigt durch eine vorteilhafte Logistik, in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen und Hamburg. Insbesondere in Hamburg mit nur zwei Produktionsstandorten sind die Anlagen sehr groß.

[1590] FNR 2012a: Daten und Fakten über Biokraftstoffe. http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biokraftstoffe/entwicklung-biodiesel-in-deutschland.html (Abruf: 17. Dezember 2012).

[1591] VDB 2012c: Informationen: Biokraftstoffe in Deutschland. Stand: Januar 2012. http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/biodiesel.html (Abruf: 6. Dezember 2012).

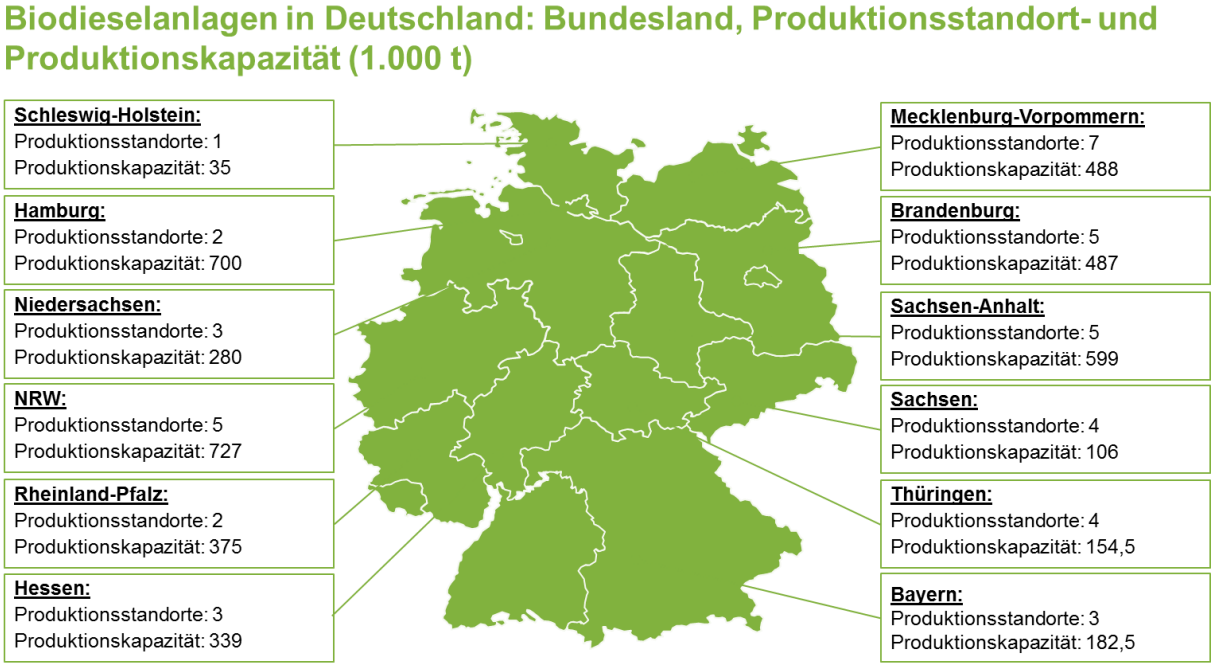


Abb. 574: Standorte Biodieselanlagen[1592]

Der Außenhandel mit Biodiesel hat für Deutschland in den letzten Jahren tendenziell an Bedeutung gewonnen (s. folgende Abb.). In 2010 importierte Deutschland ca. 1,26 Mio. t Biodiesel und exportierte 1,21 Mio. t, so dass es zu einem Nettoimport kam.[1593] In 2011 sanken die Importe auf ca. 0,91 Mio. t Biodiesel, die Exporte stiegen aber weiter auf ca. 1,34 Mio. t.[1594]

[1592] Basierend auf UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen 2011a: Biodieselproduktionskapazitäten in Deutschland. http://www.ufop.de/2287.php (Abruf 6. Dezember 2012).

[1593] UFOP 2011b: Biodiesel 2010/2011. Sachstandsbericht und Perspektive – Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht. Berlin, August 2011. http://www.ufop.de/downloads/Auszug_Biodiesel_D_2011_web.pdf (Abruf: 12. November 2011).

[1594] Statistisches Bundesamt 2012. Destatis. Genesis Online. Code: 51000 Außenhandel. WA 38249091: Fettsäuremonoalkylester, mit einem Gehalt an Estern von 96,5% vol oder mehr (FAMAE). https://www-genesis.destatis.de/genesis/online (Abruf: 18. Dezember 2012).

Handelsströme von Biodiesel nach/von Deutschland 2011

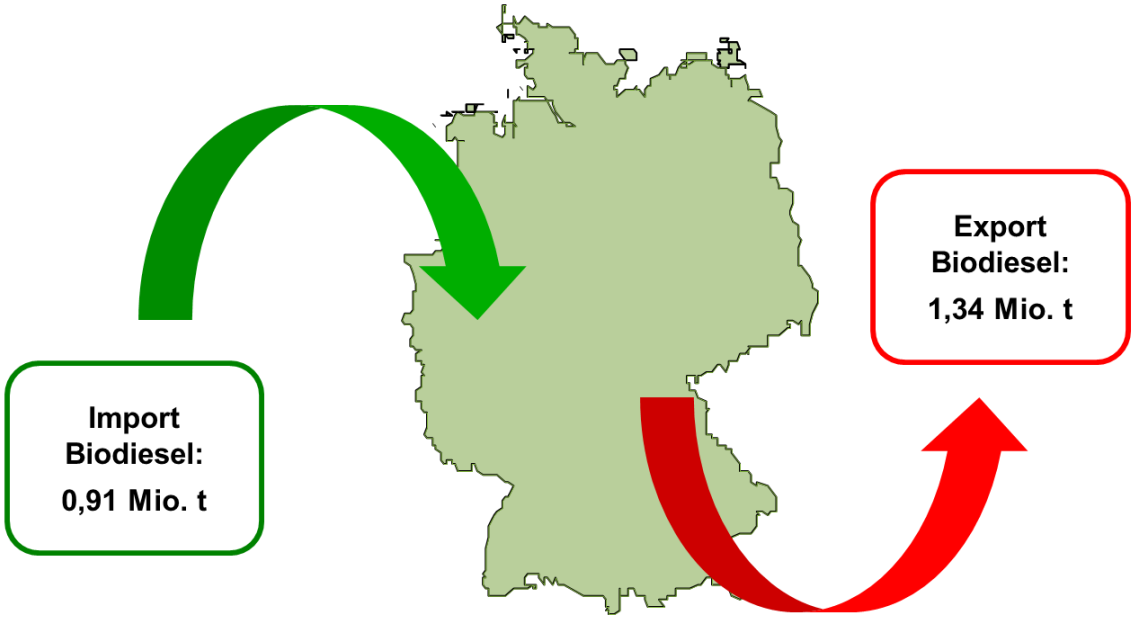


Abb. 575: Außenhandel Biodiesel[1595]

Das mit Abstand für Deutschland bedeutendste Biodiesel-Importland sind die Niederlande. Hinter den Importen aus den Niederlanden stecken jedoch zum Großteil andere Produzentenländer, da die eigene Produktion in den Niederlanden gering ist. Die deutschen Biodiesel-Exporte gingen in den vergangenen Jahren in erster Linie nach Polen, gefolgt von den Niederlanden (s. folgende Abb.).

[1595] Statistisches Bundesamt 2012 a.a.O.

Wichtigste Import- und Exportländer für Deutschland

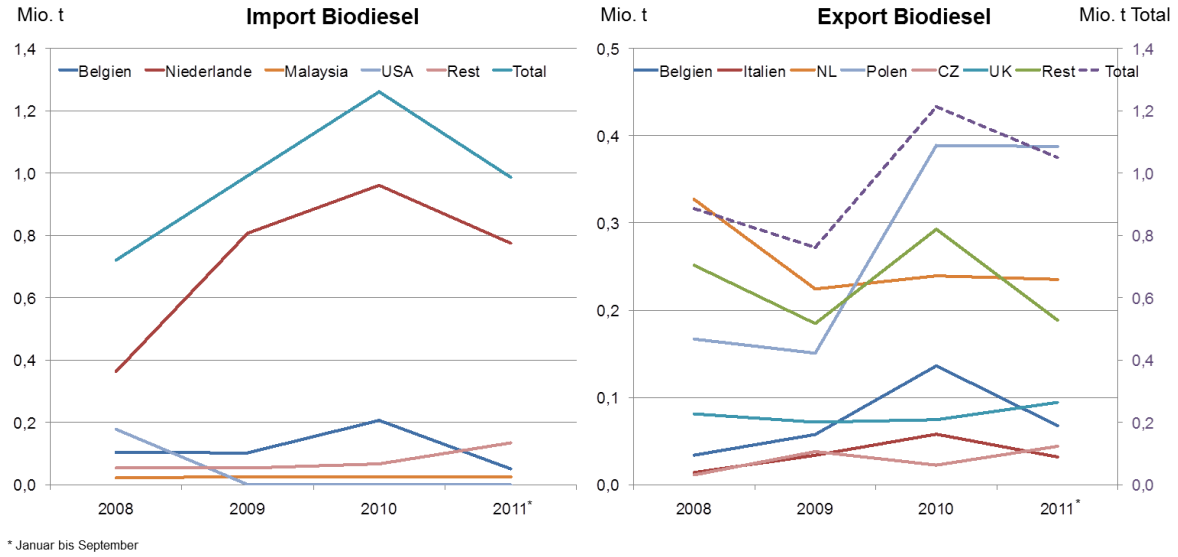


Abb. 576: Biodieselimport und -export nach Ländern[1596]

Die Biodieselpreise haben sich in den vergangenen Jahren tendenziell erhöht (s. folgende Abb.). Die Großhandelspreise ab Werk und exklusive Steuern betrugen in 2005 ca. 70 Cent je Liter und in 2011 knapp 100 Cent je Liter. Die Biodieselpreise inklusive der Steuern stiegen entsprechend, wobei die Einführung der zunehmenden Teilbesteuerung von Biodiesel mittels der Energiesteuer hier zusätzlich zu berücksichtigen ist.

Die Biodieselpreise steigen seit 2005 tendenziell an

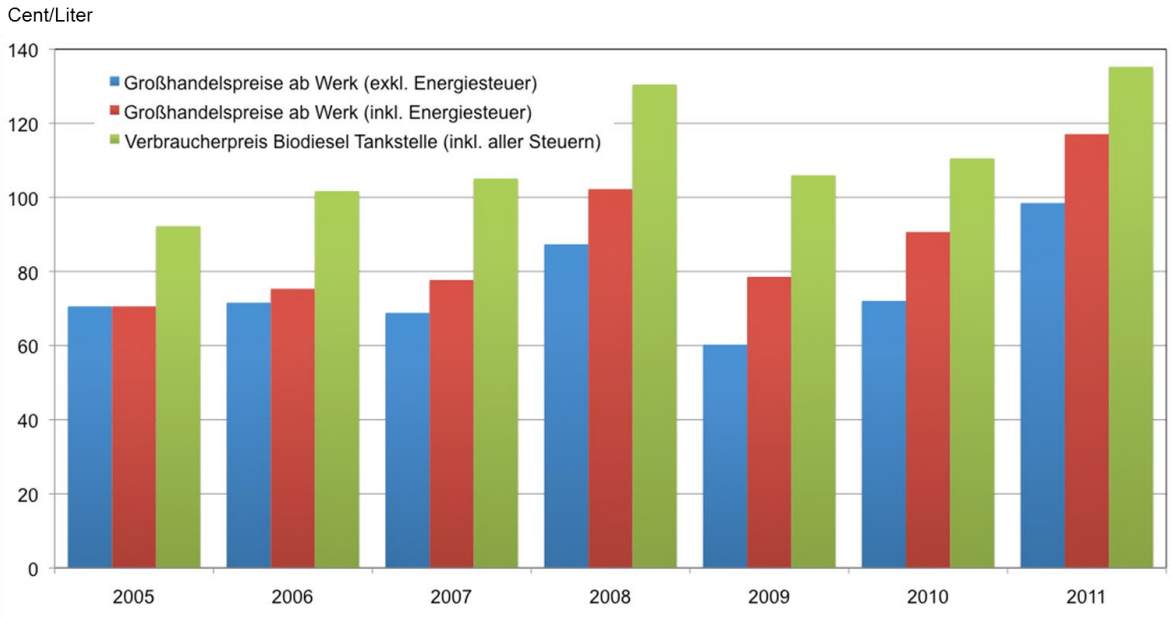


Abb. 577: Biodieselpreise Deutschland[1597]

[1596] AMI 2011b. Abfrage Marktdaten, Statistisches Bundesamt 2011.

Auch die Preise für die entsprechenden Pflanzenöle als Rohstoffe für die Biodieselproduktion sind in den vergangenen Jahren tendenziell gestiegen (s. folgende Abb.). Sie sind der Hauptbestandteil der Kosten für die Biodieselproduktion. Lediglich während der Finanzkrise in 2009 sind die Rohstoffpreise gesunken. Die Preise für rohes Pflanzenöl haben sich bei Rapsöl von knapp 400 Euro je Tonne im Jahre 2000 auf ca. 1.000 Euro je Tonne in 2011 mehr als verdoppelt. Dabei war Palmöl stets mit Abstand das preisgünstigste Öl. Sonnenblumenöl war fast durchgehend das teuerste Öl und spielt in der Biodieselproduktion kaum eine Rolle. Die Preise für Soja- und Rapsöl bewegten sich in der Regel dazwischen. Ähnlich stellt sich die Situation für die raffinierten Öle dar. Jedoch wird hier in der Regel noch eine Raffinationsprämie aufgeschlagen.

Die Rohstoffpreise für die Biodieselproduktion sind in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen (Jahresdurchschnittspreise rohe Pflanzenöle*)

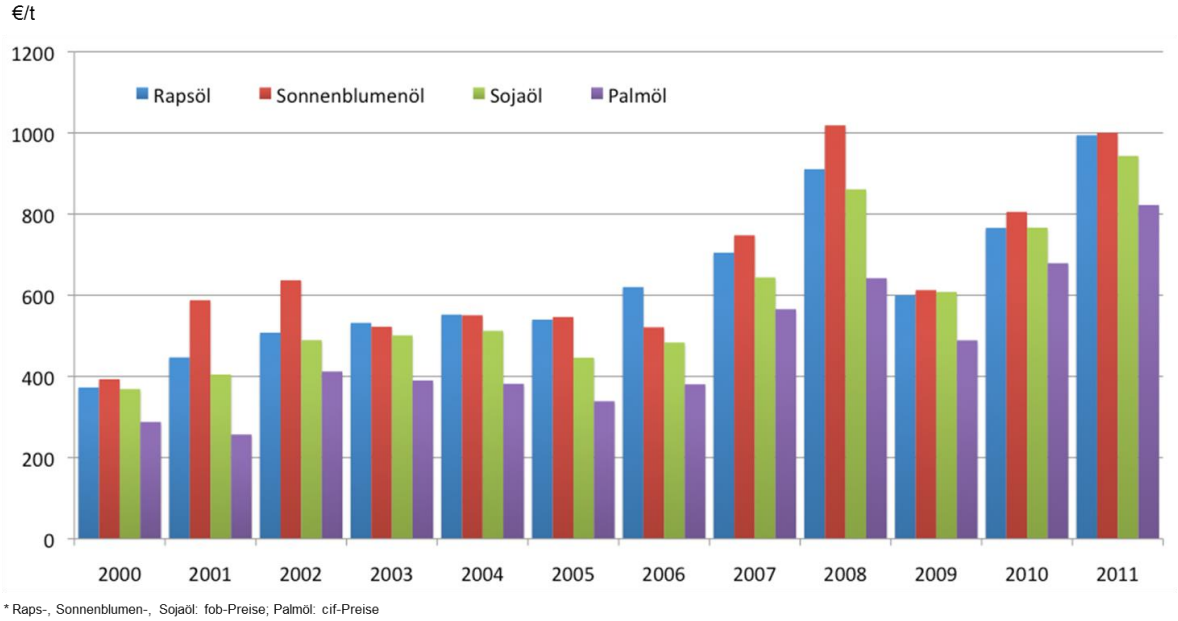


Abb. 578: Pflanzenölpreise[1598]

13.1.5.2 Ottokraftstoffsubstitute

Bei den Ottokraftstoffsubstituten ist lediglich Bioethanol relevant (s. folgende Abb.). Dieser Markt ist seit 2004 etabliert und gewinnt kontinuierlich an Bedeutung. Insgesamt ist Bioethanol in 2011 für 34% des Inlandsverbrauchs an Biokraftstoffen verantwortlich. Jedoch ist dieser Markt in den letzten Jahren im Vergleich zu Biodiesel und Pflanzenöl absolut gewachsen und sein Anteil am gesamten Biokraftstoffabsatz in Deutschland ist gestiegen. Während der Biodieselmarkt schrumpft, wächst der Bioethanolmarkt weiterhin.

Biomethanol und Biobutanol sind heute nicht marktrelevant und es sind keine industriellen Produktionsanlagen in Deutschland geplant.

[1597] AMI 2011a a.a.O.
[1598] AMI 2011a a.a.O.; Raps-, Sonnenblumen-, Sojaöl: fob-Preise; Palmöl: cif-Preise.

Deutschland spielt bei der Bioethanolproduktion global gesehen im Vergleich zu den USA und Brasilien nur eine untergeordnete Rolle. In der EU ist Deutschland jedoch nach Frankreich der zweitgrößte Produzent.

Übersicht Marktrelevanz einzelner Ottokraftstoffsubstitute

Bioethanol	• E5 etabliert, E10 in der Einführungsphase mit großen Problemen. Verwendung auch zur ETBE-Produktion • Der Markt für die Verwendung als E85 in sog. Flex Fuel Vehicles (FFVs) hat mengenmäßig kaum Bedeutung. Allerdings gibt es hier, da als Biokraftstoff der 2. Generation eingestuft, noch eine steuerliche Förderung. Ende 2011 existieren über 300Tankstellen mit E85 im Angebot. • Insgesamt wurden in 2011 ca. 1,24 Mio. t Bioethanol eingesetzt. Dies entspricht einem Anteil von ca. 6% energetisch am OK-Markt
Biomethanol	• Beimischung 10-20 % möglich • bisher noch keine Marktreife • Demonstrationsanlagen
Biobutanol	• kann in Reinform genutzt werden • hohe Energiedichte • bisher noch keine Marktreife • Demonstrationsanlagen

Abb. 579: Marktrelevanz OK-Substitute

Der Gesamtverbrauch an Ethanol als einzig relevantem Ottokraftstoffsubstitut hat sich von ca. 0,45 Mio. t in 2007 auf ca. 1,2 Mio. t in 2011 erhöht. Die Endverwendungsformen bei Ethanol haben sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt. In 2007 gelangte noch ca. 80% des abgesetzten Ethanols über ETBE in den Ottokraftstoffmarkt. ETBE war zu diesem Zeitpunkt eine technisch interessante Option zur Erfüllung der noch geringen Quoten (lediglich 1,2% im OK-Markt) bei gleichzeitiger Einhaltung der Vorgaben bezüglich des Dampfdrucks. Außerdem war bei ETBE als „Interimslösung“ zur Erfüllung der Quoten attraktiv, da keine Anpassung der Verteilungstechnik notwendig war. Die direkte Beimischung von Ethanol erfordert eine wasserfreie Kraftstofflogistik, die zu dem Zeitpunkt nicht vorhanden war und Investitionen erforderte. Für die Substitution von MTBE durch ETBE waren zudem keine relevanten Anpassungen an der bisherigen Produktion und am Basisbenzin notwendig. Später bei steigender Quotenverpflichtung wurde es sinnvoller, die Quoten auch über die direkte Beimischung von Ethanol zu erfüllen. Die ETBE Mengen haben sich bis 2010 deutlich reduziert. Gleichzeitig ist die Beimischungsmenge von weniger als 100.000 t in 2007 auf mehr als 1 Mio. t in 2011 gestiegen. In 2011 gab es wieder einen leichten Anstieg des ETBE-Einsatzes. Dies kann sich als eine Option der Erfüllung der Gesamtquoten herausstellen, da der Absatz von E10 weiterhin wenig erfolgreich verläuft.

E85 stellt weiterhin eine Marktnische dar, auch wenn es in den letzten Jahren zu Absatzsteigerungen von ca. 6.000 t in 2007 auf knapp 20.000 t in 2011 kam. Selbst die weiterhin bestehende Mineralölsteuerbefreiung für E85 scheint nicht genügend Anreize zu schaffen, um die Verbraucher zu einer Umstellung auf E85 Fahrzeuge (Flex Fuel Vehicles, FFVs), die beliebige Mischungen von E85 und Benzin verwenden können, zu bewegen. Im März 2012 wird der Kraftstoff an ca. 336 Tankstellen in Deutschland angeboten.[1599] Anders als bei B100 mit der

[1599] BDBe 2012b: E85 – Mobil mit bis zu 85% Bioethanol. http://www.bdbe.de/bioethanol/e85/ (Abruf: 16. April 2012).

zunehmenden Besteuerung besteht bei E85 durch die noch gültige Energiesteuerbefreiung weiterhin die Chance einen wettbewerbsfähigen Biokraftstoff außerhalb der Beimischung anzubieten.

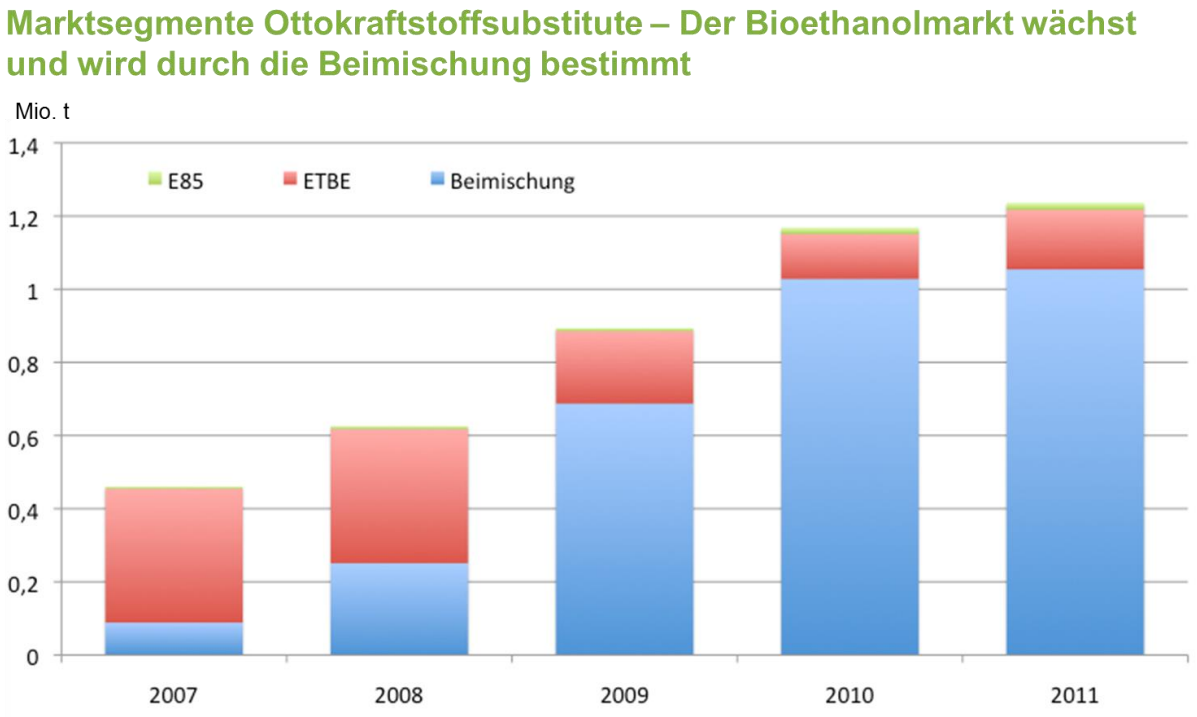


Abb. 580: Inlandsverbrauch Ethanol[1600]

Die Produktion von Bioethanol in Deutschland ist seit 2004 von wenigen Tonnen auf ca. 600.000 t in 2009 gestiegen und seitdem bis 2011 relativ konstant geblieben (s. folgende Abb.). Der Absatz von Bioethanol hingegen hat sich seit 2007 mit ca. 450.000 t kontinuierlich gesteigert und etwas über 1,2 Mio. t in 2011 erreicht. Die Differenz wird durch Importe abgedeckt.

[1600] BAFA 2007 bis 2011 a.a.O.

Die Auslastung der Biodiesel Produktionskapazität in der EU ist in den letzten Jahren dramatisch gesunken

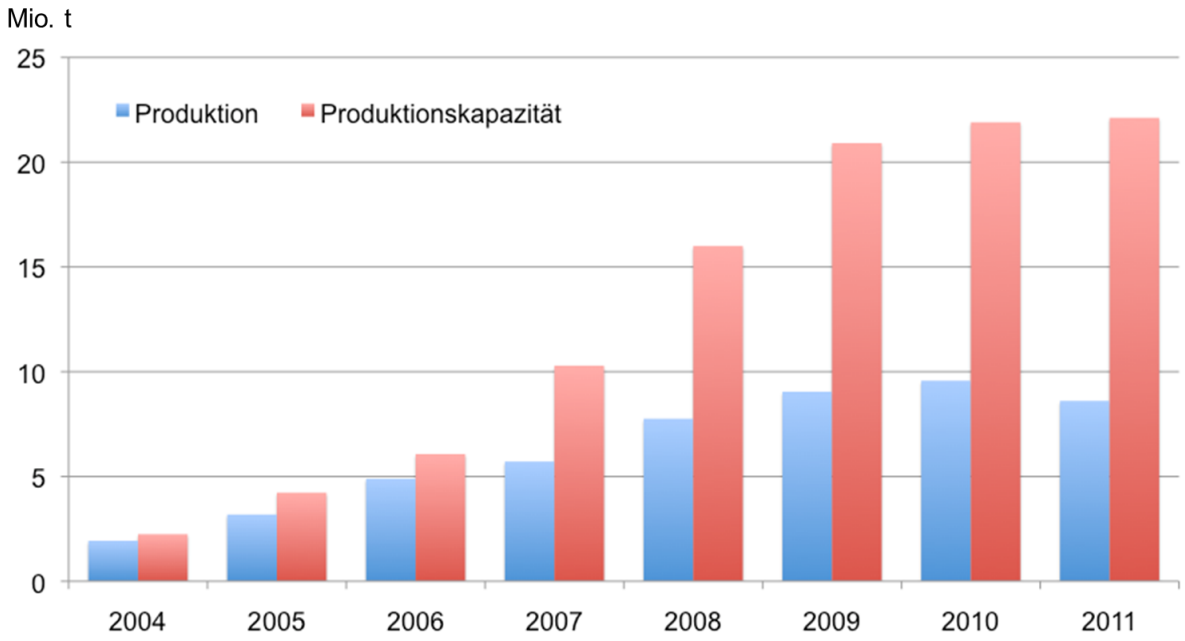


Abb. 581: Produktion Bioethanol[1601]

Deutschland ist ein Nettoimporteur von Bioethanol. Der Importbedarf von Bioethanol für den Kraftstoffsektor belief sich in den vergangenen zwei Jahren auf ca. 600.000 t. Die Zusammenstellung der Außenhandelsdaten zu Bioethanol, insbesondere bzgl. der Handelspartner ist schwierig, da die Klassifizierung des Ethanols als Kraftstoffethanol nicht eindeutig ist und teilweise in Mischungen unter unterschiedlichen Zollklassifizierungen, die eine Verwendung im Kraftstoffsektor aber auch außerhalb ermöglichen, importiert wird.

Außenhandelsdaten liegen nur für vergälltes und unvergälltes Ethanol vor. Lediglich unvergälltes Ethanol darf im Kraftstoffbereich verwendet werden. Jedoch wird es gleichzeitig auch in anderen Endverwendungen eingesetzt. Es wird geschätzt, dass ca. 70% des unvergällten Ethanols in den Kraftstoffsektor fließen und dass der Ethanolmarkt außerhalb des Kraftstoffsektors relativ konstant ist und in den letzten Jahren im Gegensatz zum Bioethanolmarkt für den Kraftstoffsektor keine große Dynamik zeigt.

Bei den Importbedarfszahlen (s. folgende Abb.) handelt es sich daher immer um die Differenz zwischen Verbrauch und Produktion in Deutschland von Kraftstoffethanol. Diese Zahlen spiegeln aber nicht zwangsläufig die tatsächlichen Importzahlen wieder, sind aber die beste Annäherung. Ab 2009 sind die Importzahlen von Bioethanol für den Kraftstoffsektor deutlich gestiegen. Von 2008 auf 2009 fand mehr als eine Verdopplung statt und von 2009 auf 2010 verdoppelte sich der Import erneut. In 2011 stieg der Import nochmals, die Steigerung fiel aber deutlich geringer aus. In der starken Zunahme der Importe spiegelt sich auch die sogenannte E90 Problematik wieder. Dabei wird in den USA produziertes und dort stark steuerlich gefördertes

[1601] BDB^{e} 2012a: Marktdaten. Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen. http://www.bdbe.de/branche/marktdaten/ (Abruf: 16. April 2012); Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V. (VDB) 2012b: Bioethanol. http://www.biokraftstoffverband.de/de/bioethanol/marktdatenbe.html (Abruf: 16. April 2012).

Ethanol nach Europa exportiert. Das Ethanol wird dabei mit ca. 10% fossilem Benzin gemischt. Das Ethanol verließ die USA als vergälltes Ethanol, kam aber als sonstiges chemisches Produkt auf den EU-Markt. Diese Zollklassifizierung wurde von Händlern ausgenutzt um Ethanol, das nur mit geringen Mengen fossilen Kraftstoffs vermischt wurde unter einem Wertzoll für chemische Produkte von lediglich 6,5 % zu importieren, was wesentlich geringer ist als der Zollsatz von 102 Euro je m^3 für vergälltes Ethanol. In Deutschland muss das im Kraftstoffsektor eingesetzte Ethanol sogar unvergälltes Ethanol sein. Hierfür gilt sogar ein Zollsatz von 192 Euro je m^3, was den Markt noch effektiver vor Überseeimporten schützt.

Die Europäische Kommission hat aber am 13. März 2012 entschieden, dass Ethanol, das mit weniger als 30% fossilem Kraftstoff vermischt wurde, nicht länger als sonstiges chemisches Produkt auf den europäischen Markt kommen darf.[1602] Damit dürfte das Schlupfloch der zollgünstigen Importe von Ethanol für den Kraftstoffsektor geschlossen sein.[1603]

Der Importbedarf Deutschlands bei Bioethanol ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und beträgt 2011 ca. 0,8 Mio. t

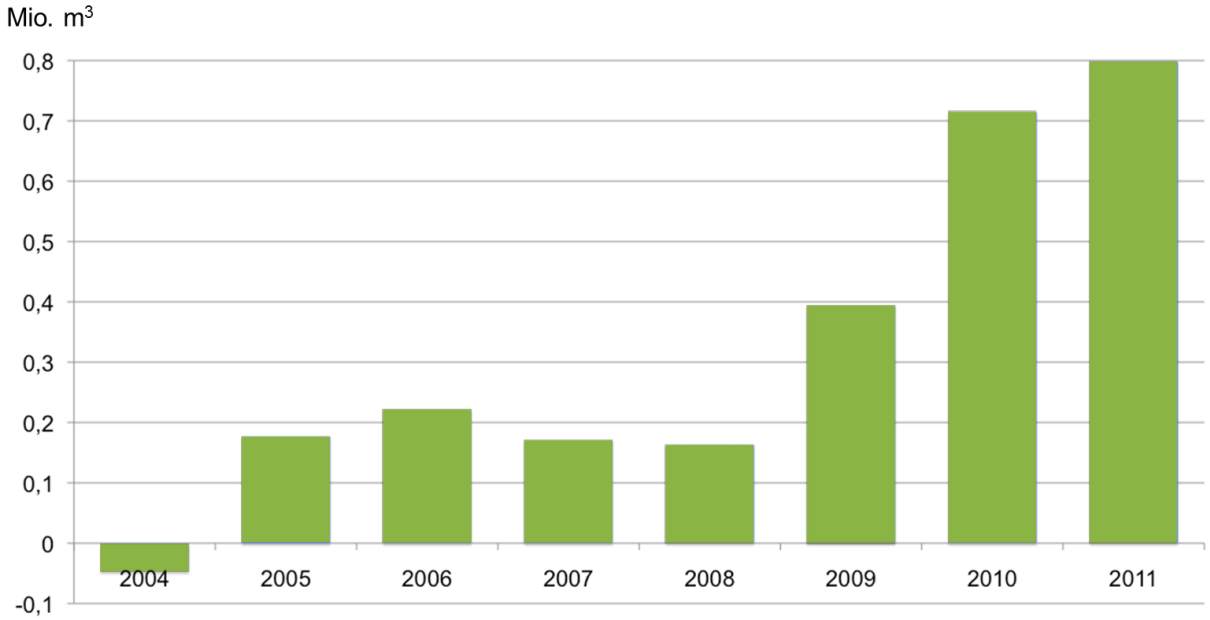


Abb. 582: Importbedarf Bioethanol[1604]

Die gesamte Marktgröße beträgt bei einem Absatz von 1,239 Mio. t in 2011 und einem durchschnittlichen Ethanolpreis von ca. 62 Cent je Liter ca. 973 Mio. Euro (s. folgende Abb.). Der Produktionswert Deutschlands beträgt bei einer Produktionsmenge von 576.828 t in 2011 ca. 453 Mio. Euro. Der Rest des Marktes mit einem Wert von ca. 520 Mio. Euro entfällt auf die Importe von 662.252 t.

[1602] Official Journal of the European Union 2012: Commission Implementing Regulation (EU) No 211/2012 of 12 March 2012 concerning the classification of certain goods in the Combined Nomenclature. Official Journal, Volume 55, 13 March 2012. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:073:FULL:EN:PDF (Abruf: 24. April 2012).

[1603] ePURE (European renewable ethanol) 2012a: Press Release. European Commission publishes regulationi classifiying ethanol imports; closes loophole. http://epure.org/pdf/rw3ea6c089-19a2-e3eb.pdf (Abruf: 24. April 2012).

[1604] F.O. Licht Commodity Analysis 2012a. Ethyl Alcohol Balance Germany.

Marktvolumen Ottokraftstoff ersetzende Biokraftstoffe in Deutschland

Kriterien	Ottokraftstoff ersetzende Biokraftstoffe
Marktgröße 2011	• 1,239 Mio. t (1,57 Mio m^3) • ca. 973 Mio. €
Produktionswert Deutschland	• ca. 453 Mio. € • Produktionsmenge betrug 576.828 t (730.200 m^3)
Import	• 662.252 t (ca. 838,300 m^3). In 2011 v.a. aus Frankreich, Spanien, NL, USA • ca. 520 Mio. €
Preise	• Jahresdurchschnittspreis 2011: 0,62 €/Liter
Erläuterungen	• Die Bioethanolproduktionskapazitäten in Deutschland in 2011 betrugen ca. 1 Mio. t. Sie waren in 2011 nur zu ca. 60% ausgelastet • In 2011 wurden erhebliche Mengen an Bioethanol importiert, was die deutschen Produzenten unter Druck setzt und zur geringen Auslastung beiträgt • Weiteres Absatzpotential besteht im Rahmen der Quotenerfüllung und der dafür notwendigen Einführung und weiteren Verbreitung von E10

Abb. 583: Markt für OK-Substitute

Der Jahresdurchschnittspreis lag in 2011 bei ca. 0,62 Euro je Liter. Die Ethanolpreise für den europäischen Markt liegen seit 2005 ca. zwischen 0,5 und 0,6 Euro je Liter, sind in den vergangenen Jahren aber tendenziell angestiegen (s. folgende Abb.). Die Preise beziehen sich auf sogenanntes T2 Ethanol im Hafen Rotterdam, d.h. Preise für bereits verzolltes Ethanol oder in der EU produziertes Ethanol für den Kraftstoffsektor.

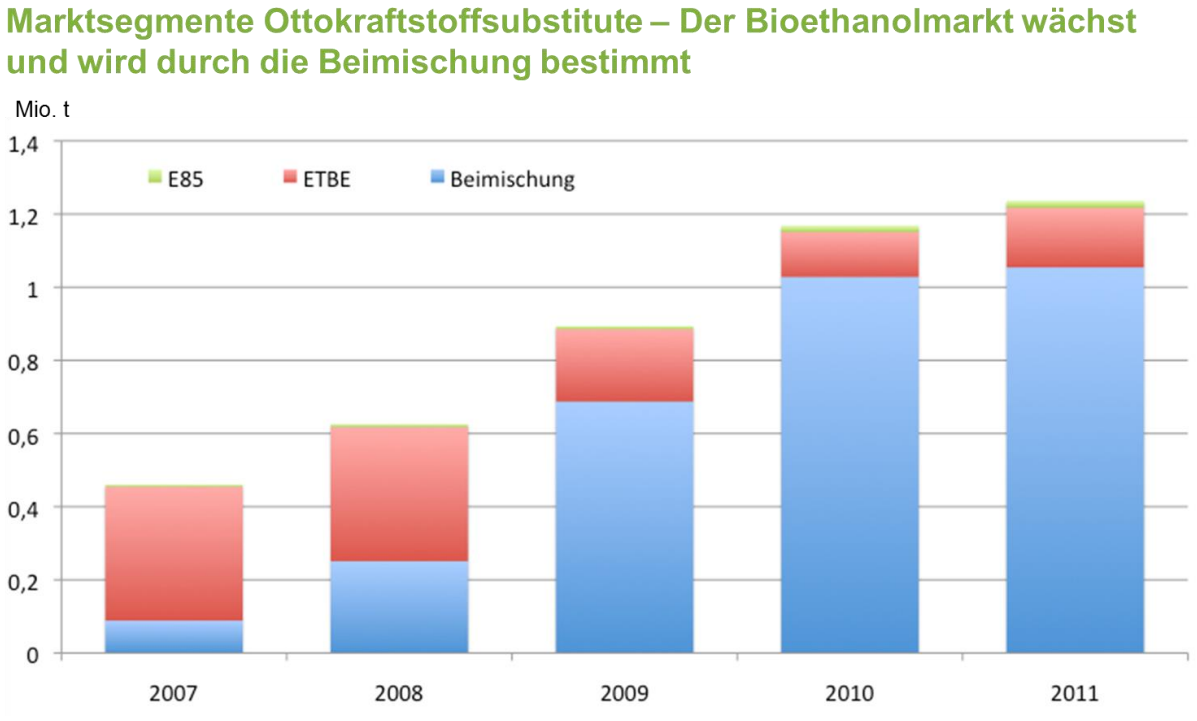


Abb. 584: Preise Bioethanol[1605]

In Deutschland bestehen neun Bioethanolanlagen, die in den Kraftstoffsektor liefern. Sie verfügen zusammen über eine Produktionskapazität von ca. 1 Mio. t. Sechs der acht Produktionsanlagen liegen in den neuen Bundesländern (s. folgende Abb.). Der Ethanolverbrauch in Deutschland ist mit ca. 1,2 Mio. t in den letzten beiden Jahren höher als die Produktionskapazität. Dennoch wurde die Produktionskapazität zu ca. 60% ausgelastet und der Rest der Nachfrage durch Nettoimporte erfüllt. Eine höhere Auslastung der Produktionskapazität bei konstanter bzw. sogar steigender Ethanolnachfrage wäre möglich, hängt aber von der Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu den Importen, von der weiteren Ausgestaltungen der handelsrechtlichen Regelungen und auch von dem Zuckerpreis ab.

[1605] F.O. Licht Commodity Analysis 2012b. Fuel ethanol prices, anhydrous fuel, NW European ports, T2. Vorläufige Zahl für 2012.

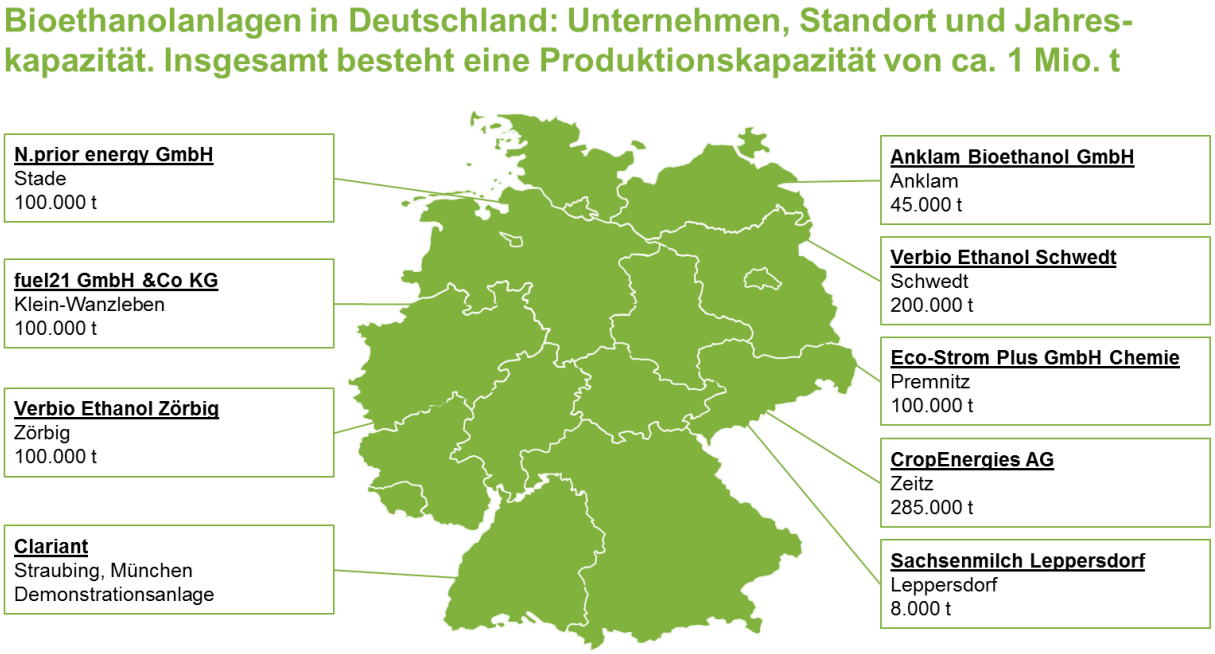


Abb. 585: Produktionsstandorte und -kapazitäten Bioethanol für den Kraftstoffsektor[1606]

13.1.5.3 Gassubstitute

Deutschland nimmt in Europa den Spitzenplatz bei der Biogaserzeugung zur Strom- und Wärmeproduktion ein. Die Verwendung von Biomethan basierend auf aufbereitetem Biogas als Kraftstoff im Transportsektor ist jedoch ein noch sehr junger und wenig entwickelter Markt. Allerdings ist in Deutschland auch der Markt für Erdgas im Kraftstoffsektor noch begrenzt. Erdgasfahrzeuge sind aber Voraussetzung für den Einsatz von Biomethan als Kraftstoff. Sie werden mittlerweile von zahlreichen Autoherstellen serienmäßig angeboten. Bivalente Fahrzeuge besitzen einen Erdgas- und einen größeren Benzintank, während monovalente Fahrzeuge neben dem Erdgastank nur einen sehr kleinen oder gar keinen Benzintank mehr aufweisen. Es gibt in Deutschland über 90.000 Erdgasfahrzeuge. Diese können auch alle auf Erdgasqualität aufgearbeitetes Biogas (sogenanntes Biomethan) tanken. In Deutschland gibt es ca. 900 Erdgastankstellen. Das Netz ist damit beispielsweise schon wesentlich besser ausgebaut als das E85 Tankstellennetz. Biomethan und Erdgas kann dabei in jedem Verhältnis problemlos gemischt werden. Dabei müssen stets die Anforderungen der Erdgasnorm DIN 51624 eingehalten werden. Zur Speicherung und Verteilung des Biomethans kann das bestehende Erdgas-Tankstellennetz verwendet werden. In Deutschland gibt es Anfang 2012 drei Tankstellen für Biomethan als Reinkraftstoff. Zusätzlich wird Biomethan als Reinkraftstoff auch noch an ca. 50 Erdgas-Tankstellen angeboten. Beispielsweise meldet die VERBIO Vereinigte BioEnergie AG (VERBIO), dass sie mittlerweile deutschlandweit insgesamt knapp 50 Erdgastankstellen beliefert, die 100 Prozent Verbiogas anbieten.[1607] Im Oktober 2012 hat sich die Anzahl der Tankstellen, an denen 100-prozentiges Biomethan vertrieben wird, auf mehr als

[1606] BDBe 2012c: Bioethanolproduktion seit 2005: http://www.bdbe.de/branche/deutschland/ (Abruf: 17. April 2012).

[1607] Verbio Biofuel and Technology 2012a: 15.03.2012 Pressemitteilungen: Alle VNG-Erdgastankstellen bieten nun aus Reststoffen hergestelltes Bioerdgas von VERBIO. http://www.verbio.de/presse/aktuelles/pressemitteilungen/alle-vng-erdgastankstellen-bieten-nun-aus-reststoffen-hergestelltes-bioerdgas-von-verbio/ (Abruf: 20. April 2012).

100 Tankstellen erhöht.[1608] Biomethan kann dabei wettbewerbsfähig zu fossilem Erdgas angeboten werden. Zahlreiche weitere Tankstellen mischen Biomethan zum Erdgas bei.

In 2010 wurden laut Bericht der Bundesregierung 395.000 GJ Biomethan zur Erfüllung der Biokraftstoffquote eingesetzt. Bezogen auf den gesamten Absatz von Benzin, Diesel, Erdgas und Biokraftstoffen ergab sich damit ein Anteil von Biomethan von 0,026%. Für das Jahr 2011 wird mit einem weiteren Anstieg gerechnet.[1609] Laut BLE wurden in 2011 Nachhaltigkeitsnachweise über eine Energiemenge von ca. 184.000.000 GJ ausgestellt. Davon beruht 0,05% auf Biogas. Dies entspricht ca. 92.000 GJ.[1610] Diese Angabe der BLE auf Basis der Eingaben in NABISY würde die im oben genannten Bericht gemachte Einschätzung nicht bestätigen. Jedoch sind die Angaben der BLE zur Biomethanverwendung nicht maßgeblich, sondern die der Quotenstelle, deren Zahlen für 2011 aber bisher nicht vorliegen.

Biomethan als Kraftstoff aus Anbaubiomasse weist eine hohe Flächenproduktivität im Vergleich zu anderen Biokraftstoffen auf. Wird aus Reststoffen oder Abfällen produziert (bspw. Gülle, Mist, Bioabfälle, Stroh), sind zudem die Treibhausgasvermeidungen im Vergleich zu fossilem Kraftstoff sehr hoch. Um die Akzeptanz von Biomethan in der Bevölkerung und Öffentlichkeit nicht weiter zu gefährden und die Diskussion über die „Vermaisung“ der Landschaft und auch die „food vs. fuel“ Diskussion einzugrenzen, ist eine verstärkte Produktion aus Rest- und Abfallstoffen, die keine weitere Flächenkonkurrenz auslösen, eine wichtige Option.

In der derzeitigen deutschen Förderstruktur für Biogas (s. 11 und 12) ist die Verwendung von Biomethan als Kraftstoff trotz der Entlastung von der Energiesteuer jedoch wenig attraktiv, da für die Strom- und Wärmeerzeugung mit der bestehenden Grundvergütung und den verschiedenen Bonusmöglichkeiten sehr attraktive Förderbedingungen bestehen. Der Einsatz von Biomethan als Kraftstoff ist von 2009 auf 2010 zwar überproportional gewachsen. Der Anteil an der gesamten gehandelten Biogasmenge ist aber äußerst gering.[1611] Ende 2013 werden etwa 130 Anlagen in Deutschland knapp 6,2 Mrd. kWh Biomethan erzeugen und in das Erdgasnetz einspeisen. Würde diese Menge Biomethan ausschließlich als Kraftstoff eingesetzt, könnten damit 360.000 Erdgasfahrzeuge mit einer Laufleistung von 20.000 km pro Jahr fahren.[1612]

Die Initiative „Erdgasmobilität“ setzt sich in Deutschland für die Verwendung von Erdgas und Biomethan als Kraftstoff ein. Vertreter der Automobilindustrie, Mineralölindustrie, Gaswirtschaft, Biogaswirtschaft, Gastechnik sowie der Autofahrer, begleitet vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung haben sich im September 2011 auf eine Absichtser-

[1608] Gas Auskunft 2012: Energienachrichten. Über 100 Biomethan-Tankstellen in Deutschland. 10.10.2012. http://www.gasauskunft.de/html/service/energienachrichten.html?energienews=09267.ueber-100-biomethan-tankstellen-in-deutschland (Abruf: 26. Oktober 2012).

[1609] Deutscher Bundestag 2012: Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgasminderung von Biokraftstoffen, über das Biomassepotential sowie über die auf dem Kraftstoffmarkt befindlichen Biomethan-Mengen. Drucksache 17/9621, 10.05.2012.

[1610] BLE 2012 a.a.O.

[1611] Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2011: Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelungen für die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Bonn, 31. Mai 2011; Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2012: Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelungen für die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Bonn, 31. Mai 2012.

[1612] Solarpraxis AG (Hrsg.) 2012: Multitalent Biogas. Neue Chancen für Landwirtschaft, Industrie und Umwelt. Dritte, vollständig überarbeitete Auflage, Berlin.

klärung verständigt. Es sollen die Ziele der Erreichung von 4% Gaskraftstoff am Gesamtkraftstoffverbrauch bis 2020 erreicht werden (1,4 Mio. Fahrzeuge), wobei 20% davon Biomethan sein soll.[1613]

Die Verwendung von Biomethan im Schwerlastbereich wird teilweise diskutiert, ist aber längst noch nicht etabliert. Die entsprechenden Flotten und Betankungsmöglichkeiten sind nicht vorhanden, es bestehen Unterschiede bei der Umrüstbarkeit der Lastkraftwagen und offene Fragen bezüglich der Zulassung und Gewährleistungen, so dass die Unsicherheiten bei potenziellen Anwendern enorm sind. Die Verbio AG arbeitet an einem Dual-Fuel Konzept, bei dem Lastkraftwagen umgerüstet werden und einen Diesel-Biomethan-Mix verwenden. Dies wurde von Verbio in der eigenen Flotte mit zwölf Lastkraftwagen erfolgreich erprobt und ist unter den Gesichtspunkten der Kostenersparnis und Treibhausgaseinsparung für Flottenbetreiber interessant.[1614]

Bio-SNG, produziert aus fester Biomasse, hat bisher noch keine Marktrelevanz erlangt.

Übersicht Marktrelevanz einzelner Gassubstitute

Biomethan	• Deutschlandweit bisher 3 Tankstellen für Biomethan als Reinkraftstoff • Zusätzlich ca. 50 Erdgas-Tankstellen die zusätzlich auch 100% Biomethan anbieten • Ca. 175 weitere mischen Biomethan zum Erdgas bei (5 bis 50%) • Mehr als 90.000 Erdgasfahrzeuge in Deutschland; über 9 Mio. weltweit. Diese können auch Biogas tanken
Bio-SNG	• bisher noch keine Marktreife • Demonstrationsanlagen

Abb. 586: Marktrelevanz Gassubstitute

[1613] ADAC et al. 2011: Absichtserklärung zur Forcierung von Erdgas und Biomethan im Verkehr. 14. September 2011.

[1614] Verbio AG 2012b: Corporate News. http://www.verbio.de/uploads/tx_ivpresse/20120510_Corporate_News_VERBIO_Q1_Ergebnis.pdf (Abruf: 25. Juli 2012).

13.1.5.4 Kerosinsubstitute

Kerosinsubstitute im Luftverkehr werden heute nur sehr begrenzt und vor allem bei Testflügen oder auch schon zu Testzwecken in Passagierflügen eingesetzt. Meist erfolgt dies in Mischungen in nur einer Turbine. Es liegen keine separaten offiziellen Daten für die verbrauchten und angebotenen Mengen hierfür vor. Gleiches gilt für die Preise. Allerdings setzen die Fluggesellschaften verstärkt auf den Einsatz von Biokraftstoffen, da sie für den Luftverkehr nahezu alternativlos sind, um die Verpflichtungen aus dem EU-Emissionshandelssystem erfüllen zu können. Die Luftfahrtindustrie hat sich in Sachen Klimaschutz zudem selbst ehrgeizige Ziele gesetzt. So soll ab 2020 ein CO_2-neutrales Wachstum erreicht werden. Gemäß dem Branchenverband IATA soll der Ausstoß an CO_2-Emissionen bis 2050 im Vergleich zum Jahr 2005 zudem um 50 % gesenkt werden.

Über die Standardisierung wurden die Voraussetzungen zum Einsatz von Biokerosin geschaffen. Die Qualität des Kraftstoffs muss dabei bei Herstellung und Logistik sichergestellt werden. Die Zulassung teil- oder vollsynthetischer Flugkraftstoffe erfolgt durch die amerikanische ASTM International (früher: American Society for Testing and Materials).[1615] Hier wurden die Standards ASTM D7566 bzw. D1655 geschaffen. Teilsynthetische Flugkraftstoffe sind solche, die bis zu einem bestimmten maximalen Anteil mit konventionellem Kerosin gemischt und dann als Kerosin nach ASTM D1655 vertrieben werden dürfen. Bisher sind die Produktionswege FT (Fischer-Tropsch) und HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) zugelassen, deren Produkte mit einem maximalen Anteil von 50% mit konventionellem Kerosin vermischt werden dürfen. Weitere Produktionswege befinden sich derzeit in der Zulassung.[1616]

Seit dem Jahre 2008 haben zahlreiche Passagierflüge und Testflüge mit einer teilweisen Verwendung von Biokraftstoffen stattgefunden (s. folgende Abb.). Beispielsweise hat die Lufthansa als weltweit erste Fluggesellschaft Biokraftstoff im regulären Flugbetrieb eingesetzt. Vom 15. Juli bis 27. Dezember 2011 wurde auf der Strecke Hamburg-Frankfurt achtmal täglich mit HVO-Biokerosin geflogen. Dabei wurde bei 1.187 Flügen in einem Triebwerk jeweils 50% Jetfuel und 50 % HVO-Biokerosin eingesetzt. Insgesamt wurden ca. 1.557 Tonnen Biokraftstoffgemisch verwendet. Der Einsatz des Biokraftstoffs blieb für den Flugbetrieb gänzlich ohne Einfluss.[1617]

Eine im Auftrag der IEA erarbeitete Studie zu Biojetfuels kommt zu dem Ergebnis, dass diese kurz- bis mittelfristig nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen, insbesondere da heutige Produktionskosten doppelt so hoch wie die Kosten herkömmlichen Kerosins sind.[1618]

[1615] ASTM International 2012: Standards Worldwide. www.astm.org (Abruf: 25. Juli 2012).
[1616] aireg 2012b: AK Qualität und Zulassung. http://www.aireg.de/de/arbeitskreis-4.html (Abruf: 25. Juli 2012).
[1617] Lufthansa 2012: Biokraftstoff im Praxistest. Wir bringen Nachhaltigkeit in die Luft. www.puresky.de (Abruf: 20. April 2012).
[1618] Frank Rosillo-Calle et al. 2012: The potential role of biofuels in commercial air transport - biojetfuel. Commissioned by: IEA Bioenergy Task 40 sustainable International Bioenergy Trade. September 2012.

Passagierflüge mit Verwendung von Biokraftstoffen – 2011

	Flugzeugtyp	Strecke	Zeitpunkt	Rohstoff	Anmerkungen
KLM	B737	Amsterdam-Paris	Juni	UCO (SkyNRG)	200 return flights
Lufthansa	A321	HH-Frankfurt	Juli	Mix (NesteOil)	1200 Flüge in sechs Monaten
FINNAIR	A321	Amsterdam-Helsinki	Juli	UCO (SkyNRG)	…
interjet	A320	Mexico C.-Tuxtla Gutierrez	Juli	Jatropha (ASA)	…
AEROMEXICO	B777	Mexico C.-Madrid	August	Jatropha (ASA)	…
IBERIA	A320	Madrid-Barcelona	Oktober	Camelina (ASA)	…
Thomson Airways	B757	Birmingham-Arrecife	Oktober	UCO (SkyNRG)	Täglicher Flug ab 2012
AIRFRANCE	A321	Toulouse-Paris	Oktober	UCO (SkyNRG)	50% Biokraftstoff pro Turbine
UNITED	737-800	Houston-Chicago	November	Algen (Solazyme)	40% Biokraftstoff
Alaska Airlines	737s/ Q400s	Seattle-Portland und Washington	November	UCO (SkyNRG)	75 Flüge mit 20% Biokraftstoff

Abb. 587: Passagierflüge mit Biokraftstoffen[1619]

Testflüge mit Biokraftstoffen - Auswahl

	Flugzeugtyp	Partner	Zeitpunkt	Rohstoff	Blend
virgin atlantic	B747-400	Boeing, GE Aviation	23. Feb. 2008	Coconut, Babassu	20%, eine Turbine
AIRBUS	A380	Airbus, RR, Shell	1. Februar 2008	Gas to liquid (kein Biokraftstoff)	50%, eine Turbine
AIR NEW ZEALAND	B747-400	Boeing, RR	30. Dez. 2008	Jatropha	50%, eine Turbine
Continental Airlines	B737-800	Boeing, GE Aviation, Honeywell	7. Jan. 2009	Algen, Jatropha	50%, eine Turbine
KLM	B747-400	GE, Honeywell	23. Nov. 2009	Camelina	50%, eine Turbine
TAM	A320	Airbus, CFM	23. Nov. 2010	Jatropha	50%
Honeywell	G450	RR, GulfStream	18. Juni 2011	Camelina	50%, eine Turbine
BOEING	B747-8F	GE, Honeywell	20. Juni 2011	Camelina	15%, 4 Turbinen
AIR CHINA	B747-400	Boeing, Petro China, Honeywell	28. Okt. 2011	Jatropha	50% eine Turbine
Azul	E190	Embraer, Amyris, GE Aviation	1. HJ 2012	Zuckerrohr	n.a.

Abb. 588: Testflüge mit Biokraftstoffen[1620]

[1619] Enviro.aero 2011: Passenger flights biofuels programme. http://www.enviro.aero/Biofuelspassengerflights.aspx (Abruf: 2.12.2011).

13.1.5.5 Schiffskraftstoffsubstitute

Der Einsatz von Biokraftstoffen als Schiffskraftstoffsubstitut findet heute nur sehr begrenzt und in Deutschland maximal zu Testzwecken statt. Zu dem derzeitigen Einsatz liegen keine Daten bzgl. Angebot, Nachfrage und Preise vor. Der vermehrte Einsatz von Pflanzenölen oder sogar aufbereiteten Biokraftstoffen ist jedoch unwahrscheinlich, da sie nicht wettbewerbsfähig im Vergleich zu dem fossilen Schiffskraftstoff sind. Ohne eine direkte Förderung des Einsatzes von Biokraftstoffen auch im Schiffsverkehr oder eine indirekte Förderung durch die Einbeziehung des Schiffsverkehrs in den Emissionshandel oder konkrete Ziele zum Einsatz erneuerbarer Energien, wird der Einsatz von Biokraftstoffen trotz der Vorteilhaftigkeit bei lokalen Luftemissionen und im Fall von Leckagen kaum zunehmen. Der heutige Einsatz begrenzt sich auf wenige Tests durch private Unternehmen. Informationen darüber sind kaum verfügbar. Eine Studie von Ecofys sieht durchaus große Potentiale für den zukünftigen Einsatz.[1621] Der Verband deutscher Reeder sieht diese Studie jedoch als viel zu optimistisch an und weist auf die mangelnde Berücksichtigung der technischen Probleme bei der Verwendung von Biokraftstoffen hin. Grundsätzlich findet aufgrund sinkender Grenzwerte zum Schwefelgehalt eine Entwicklung weg von dem Einsatz von Schwerölen, die langfristig nur noch mit Entschwefelungsfiltern verwendbar wären, hin zum Einsatz von deutlich teureren Dieselkraftstoffen statt. Entsprechende Grenzwerte wurden im Rahmen der International Maritime Organization (IMO) in der International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) festgesetzt.[1622]

13.1.6 Einflussparameter auf die Marktentwicklung

Die wesentlichen Einflussparameter auf die Marktentwicklung bei Biokraftstoffen sind die in Kapitel 13.1.1 beschriebenen. Ohne die rechtlichen Vorgaben zur Quotenverpflichtung, Treibhausgasreduktion, Nachhaltigkeit und steuerlichen Entlastung von Biokraftstoffen würde der Biokraftstoffmarkt bislang kaum existieren.

Darüber hinaus gibt es einige weitere Aspekte mit Einfluss auf die Marktentwicklung. Dies sind in erster Linie die fossilen Kraftstoffpreise, die Konsumentenbedürfnisse sowie die öffentliche Wahrnehmung und Meinung zu Biokraftstoffen, inklusive der Positionierung der NGOs zu Biokraftstoffen und den in diesem Zusammenhang diskutierten Themen Nachhaltigkeit, Klimaschutz und „food vs. fuel“ (s. folgende Abb.).

Durch den aktuell steigenden Ölpreis steigen auch die fossilen Kraftstoffpreise. Tendenziell verbessert dies die relative Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe, so dass dies einen positiven Einfluss auf die Biokraftstoffmärkte hat. Gleichzeitig steigen tendenziell auch die Rohstoffpreise für die Biokraftstoffproduktion, die zudem auch eine positive Korrelation mit den Rohölpreisen aufweisen. Zudem verteuern die steigenden Ölpreise auch die Produktionskosten zur Bereitstellung der für die Biokraftstoffproduktion eingesetzten Rohstoffe (Düngemittelpreise, steigende Transportkosten, etc.). Hinzu kommt, dass durch die gesetzlichen Quotenvorgaben in Deutschland unabhängig von den Produktionskosten bzw. Preisen der Biokraftstoffe die vorgegebenen Mengen durch die Mineralölindustrie eingesetzt werden. Lediglich im Reinkraft-

[1620] Enviro.aero (2011b): Flight testing – the latest developments. http://www.enviro.aero/Testing-programme.aspx (Abruf: 2.12.2011).
[1621] ECOFYS 2012: Potential of biofuels for shipping. Final Report.
[1622] International Maritime Organization (IMO) 2012: International Convention fort he Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). http://www.imo.org/about/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx (Abruf: 3. November 2012).

stoffbereich könnte bei zunehmender Wettbewerbsfähigkeit der Produzent sich aktiv für eine zunehmende Verwendung von Biokraftstoffen entschließen, wenn dies für ihn aus Kostengründen vorteilhaft ist. In der Vergangenheit haben sich dadurch die Märkte für reine Biokraftstoffe (B100, P100) entwickelt und auch der E85 Markt profitierte teilweise davon. Sollte es also wieder zu einer Situation kommen, wo trotz zunehmender Besteuerung der Reinkraftstoffe (außer E85), diese günstiger angeboten werden als die fossilen Kraftstoffe, würde der Markt durch die bewusste Kaufentscheidung der Konsumenten wachsen. Allerdings ist eine solche Situation ohne zusätzliche Steuerentlastung auch bei steigenden Rohölpreisen in den nächsten Jahren nicht absehbar.

Sicherlich gibt es auch Konsumenten, die aus nicht ökonomischen Gründen Präferenzen für den Kauf und Einsatz alternativer Kraftstoffe haben. Allerdings hat die Vergangenheit gezeigt, dass die Bereitschaft hierfür eine Preisprämie zu zahlen kaum ausgeprägt ist. Hinzu kommt, dass schon geringste Unsicherheiten bzgl. der Verträglichkeit des Kraftstoffs oder notwendiger technischer Anpassungserfordernisse die Konsumenten sehr schnell verunsichern und diese auf den Einsatz verzichten lässt. Gleiches gilt bzgl. der in den letzten Jahren sehr öffentlichkeitswirksam geführten Nachhaltigkeitsdiskussion, die tendenziell zu einer Ablehnung von Biokraftstoffen in der Bevölkerung geführt hat.

Die wachsende gesellschaftliche Bedeutung der Themen Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Ressourcenknappheit, sind ein wichtiger Einflussparameter für die Biokraftstoffmärkte. In den vergangenen Jahren hat insbesondere in Deutschland hierzu eine nicht immer sachlich geführte Diskussion stattgefunden und zahlreiche NGOs haben gezielte Kampagnen gegen Biokraftstoffe betrieben. Biokraftstoffe wurden u.a. für zunehmenden Flächenverbrauch durch die Landwirtschaft, Vernichtung schützenswerter Flächen, Enteignungen, steigende Rohstoff- und Nahrungsmittelpreise, Nahrungsmittelkrisen, steigende Treibhausgasemissionen sowie für soziale Probleme in der Land- und Plantagenwirtschaft verantwortlich gemacht. Dabei boten die Biokraftstoffe und die politischen Ziele ihrer Verwendung sicherlich eine sehr gute Möglichkeit, allgemeine Probleme der Landwirtschaft und Flächennutzung in Verbindung mit den Biokraftstoffen öffentlichkeitswirksam darzustellen. Unabhängig von einer Bewertung der Richtigkeit dieser vorgebrachten Probleme hatte die in der Öffentlichkeit geführte Diskussion bereits einen Einfluss im Rahmen der Absenkung der Gesamtquote in Deutschland in 2009.

Auf der anderen Seite sind Biokraftstoffe heute weiterhin weitgehend die einzige Möglichkeit der Substitution fossiler Kraftstoffe im Transportsektor. Sie können bis zu einer gewissen Höhe unproblematisch bei bestehender Infrastruktur und Distribution beigemischt werden. So ist heute eine B7 und E5 Beimischung unproblematisch. Lediglich bei der E10 Beimischung kann es vereinzelt zu technischen Problemen mit einem sehr geringen Teil der bestehenden Fahrzeugflotte kommen. Dies hat allerdings zu großen Problemen bei der Einführung von E10 geführt, da die Verbraucher verunsichert wurden und das Produkt an der Zapfsäule nicht akzeptiert haben und auch weiterhin zum Großteil ablehnen.

Der Großteil der Produktion von Biokraftstoffen erfolgt aus heimisch angebauten Rohstoffen, so dass die deutsche Landwirtschaft unterstützt wird. Bei Ausschluss bestimmter Landnutzungsänderungen können durch den Einsatz von Biokraftstoffen die Treibhausgasemissionen je eingesetzter Energieeinheit im Transportsektor reduziert werden.

Nicht rechtliche Einflussfaktoren spielen bei der Diskussion der Biokraftstoffe und deren weiteren Förderung eine wichtige Rolle

Positiv	Negativ
+ Bis zu gewisser Höhe unproblematische Beimischung bei bestehender Infrastruktur und Distribution	– Neue wissenschaftliche Erkenntnisse bezweifeln THG-Einsparung. Infragestellung der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen. Bedrohung durch iLUC
+ Zum Großteil heimische Produktion	– Weiterhin häufige Herstellung eines Zusammenhangs zwischen der Biokraftstoffproduktion und hohen Nahrungsmittelpreisen bzw. -krisen
+ Unterstützung heimische Landwirtschaft	– Akzeptanzprobleme Biokraftstoffe in der Bevölkerung und bei NGOs
+ Beitrag THG-Einsparung	– Verunsicherung durch mögliche technische Probleme an einem kleinen Teil der Fahrzeugflotte
+ Heute weitgehend einzige Möglichkeit der Substitution fossiler Kraftstoffe im Transportsektor	– Keine ausreichende Berücksichtigung der Fruchtfolgen mehr („Vermaisung der Landschaft“)
+ steigende Preise für fossile Energieträger	– Gefahr der Substitution durch andere Produkte
	– Problem Nutzung/Vermarktung Nebenprodukte bei steigender Produktion
	– Nutzungs- und Flächenkonkurrenz
	– Handelsliberalisierung

Abb. 589: Einflussfaktoren Biokraftstoffmärkte

13.1.7 Rechtliche Rahmenbedingungen und Marktsituation in EU-Ländern

13.1.7.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Einflussparameter

Die rechtlichen EU-Vorgaben zu Biokraftstoffen und zum Einsatz erneuerbarer Energien im Transportsektor wurden bereits erläutert. Heute existieren in allen EU-Mitgliedsstaaten aufgrund dieser verbindlichen Vorgaben für die Anteile erneuerbarer Energien im Kraftstoffsektor und die einzuhaltenden Nachhaltigkeits- und Treibhausgasanforderungen vom Grundsatz her einheitliche Vorgaben. In den Details und im Umsetzungsstand der Implementierung unterscheiden sie sich aber deutlich zwischen den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten, insbesondere im Bereich der Umsetzung der Nachhaltigkeitsanforderungen, was die Transparenz auf den Märkten und den internationalen Handel erschwert.

Getrieben durch die Biokraftstoffrichtlinie aus 2003 und die Erneuerbare Energien Richtlinie, haben immer mehr Mitgliedsstaaten Beimischungsquoten festgelegt. Die Ziele der Biokraftstoffrichtlinie waren nicht bindend. Die Energiesteuerrichtlinie (2003/96/EG) ermöglichte zeitgleich eine steuerliche Förderung von Biokraftstoffen. Diese wurde in zahlreichen Ländern wahrgenommen. Mit wachsenden Marktanteilen für Biokraftstoffe und zunehmenden Steuerausfällen, sowie durch die Erneuerbare Energien Richtlinie gesetzlich verbindlich werdenden Ziele führten die Mitgliedsstaaten zunehmend verbindliche Quotenvorgaben für Biokraftstoffe ein. Teilweise gelten diese für den Gesamtkraftstoffmarkt, teilweise gibt es getrennte Quoten für den DK- und OK-Markt oder eine Gesamtquote in Verbindung mit mindestens zu erreichenden Unterquoten im DK- und OK-Markt (s. folgende Abb.).

In den EU-Ländern werden Biokraftstoffe zunehmend über Quotenvorgaben gefördert

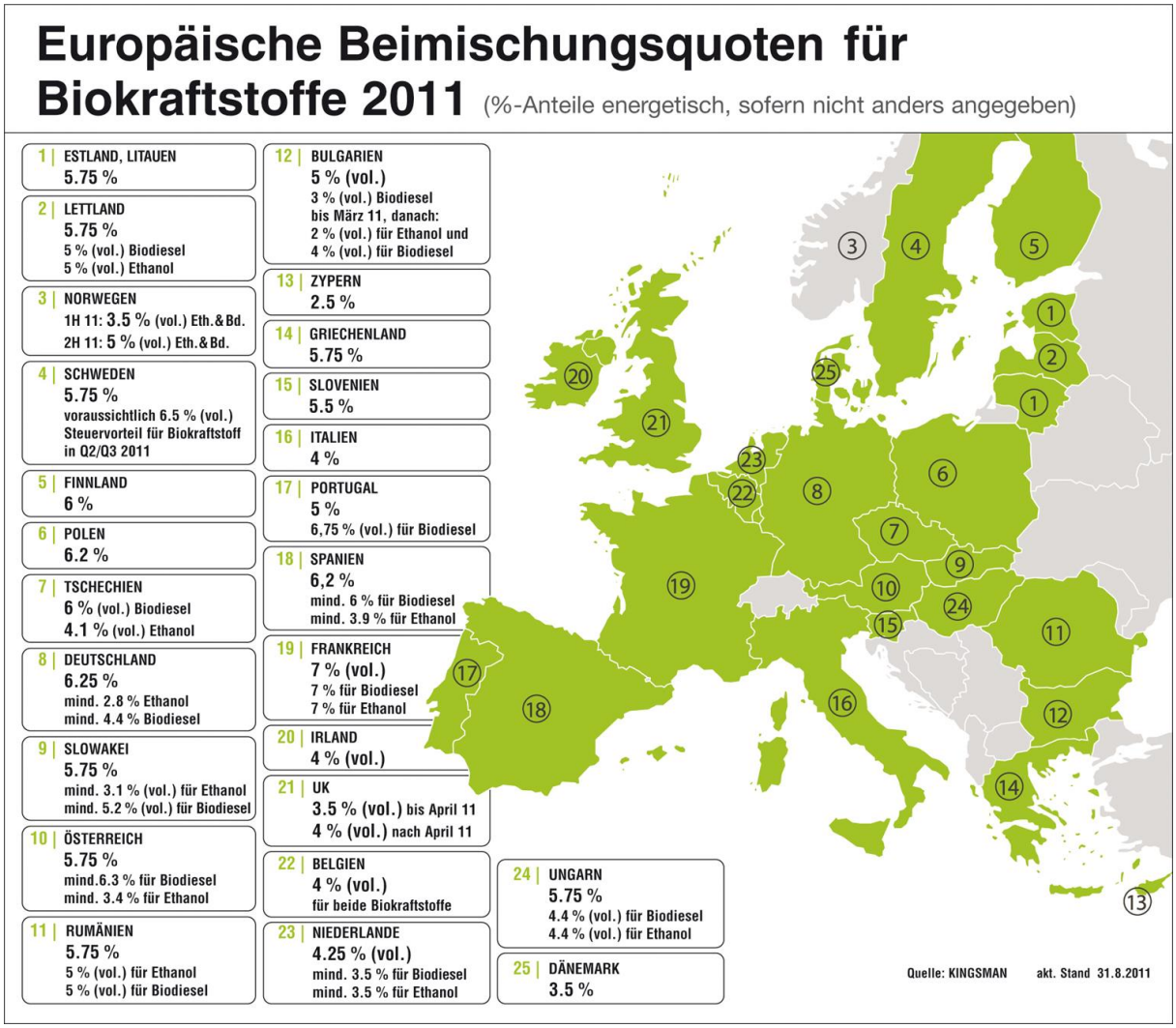


Abb. 590: Beimischungsquoten in der EU[1623]

In den wichtigsten EU-Biokraftstoffmärkten Frankreich, Spanien, Italien, England und den Niederlanden wurde die Erneuerbare Energien Richtlinie bereits umgesetzt. Mittlerweile werden zumindest auf den Märkten in Frankreich, und England bereits Nachhaltigkeitsnachweise über von der EU Kommission anerkannte freiwillige Zertifizierungssysteme verlangt. Auch die meisten anderen EU-Mitgliedsstaaten haben die RED mittlerweile in nationales Recht umgesetzt, allerdings ist häufig noch nicht klar, wie im Detail die Erreichung des 10%-Ziels sichergestellt wird, welche Quoten und gegebenenfalls steuerlichen Förderungen in Zukunft gelten und wie die Nachhaltigkeitsanforderungen und die doppelte Gewichtung von Biokraftstoffen umgesetzt werden.

In vielen EU-Ländern besteht heute noch eine steuerliche Förderung, allerdings gilt diese zunehmend nur noch für Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen bzw. für Biokraftstoffe wie E85 und Biomethan. Quoten haben auch alle hier betrachteten Länder festgelegt. In England

[1623] UFOP 2011b a.a.O.

wurden die ursprünglich festgelegten Quoten nach zunehmenden Diskussionen zu Nachhaltigkeitsproblemen von Biokraftstoffen ähnlich wie in Deutschland reduziert. Die Möglichkeit der doppelten Gewichtung bestimmter Biokraftstoffe wurde bereits in einzelnen Ländern umgesetzt. Allerdings sind die Rahmenbedingungen bzgl. der Gültigkeit für einzelne Rohstoffe und der Kontrolle und Anrechenbarkeit auf die Quote teilweise noch unklar. Zudem scheint von der doppelten Gewichtung innerhalb der Quoten bisher fast ausschließlich Biodiesel aus Abfallölen und -fetten zu profitieren.

Rechtliche Rahmenbedingungen für die Biokraftstoffmärkte in ausgewählten EU-Ländern

Kriterien	Frankreich	Spanien	Italien	UK	Niederlande
Umsetzung RED*	ja	ja	ja	ja	ja
steuerliche Förderung	• Ja, aber begrenzt auf festgelegte Volumina von zugelassenen Produktionseinheiten	• Bis Ende 2012	• Für Biodiesel und Bioethanol • Förderung mengenmäßig gedeckelt	• Bis März 2010: 20 pence pro Liter Biodiesel und Ethanol • Danach nur noch für UCOME und Biogas	• 27% Reduktion für E85 wegen geringerem Energiegehalt
Quotensystem	• 2010: 7% energ.	• 2008: 1,9 % energ. • 2009: 3,4 % energ. • 2010: 5,83% energ. • 2011: 6,2% energ. • 2012: 6,5% energ. • 2013: 6,5% energ.	• 2009: 3% energ. • 2010: 5,75% energ.	• Reduktion nach Review zu indirekten Effekten auf: • 2011/12: 4 vol.% • 2012/13: 4,5 vol.% • ab 2013/14: 5 vol.%	• 2010: 4% energ.
Doppelte Gewichtung	• Ja, aber noch keine Kontrolle • Gesamte doppelt gewichtete Menge ist begrenzt	• Ab 2013 • Kontrolle und abgedeckt Rohstoffe teilweise noch unklar • Eher restriktive Umsetzung	• Ja, Kontrolle und abgedeckte Rohstoffe teilweise unklar	• Spezielle Förderung bei Vorlage von waste transfer notes • Erst nur steuerlicher Anreiz, seit 2012 Doppelgewichtung • Große UCOME-Mengen	• Für Biokraftstoffe aus Abfall, Reststoffen, non-food Zellulose • 59% des Biodiesels stammt aus double counting Rohstoff

* Nur in Zypern, Estland, Griechenland und Polen ist die Erneuerbare Energien Richtlinie (2003/28/EG) noch nicht umgesetzt. Für Slowenien gibt es diesbezüglich keine Informationen.

Abb. 591: Rahmenbedingungen ausgewählter EU-Märkte[1624]

13.1.7.2 Entwicklung des Marktes

Die Biokraftstoffmärkte in der EU haben sich in den letzten Jahren sehr dynamisch entwickelt. Dies gilt für Biodiesel und Bioethanol gleichermaßen. Der Markt für Biomethan ist vor allem in Schweden und den Niederlanden relevant. Die Märkte für Biokerosin und Schiffskraftstoffsubstitute werden für andere EU-Länder nicht gesondert analysiert.

Biodiesel

In der EU besteht in 2011 eine Produktionskapazität für Biodiesel von etwa 22 Mio. t. Außer in Luxemburg gibt es in 2012 in jedem EU-Mitgliedsstaat Produktionskapazitäten für Biodiesel. Deutschland und Spanien haben mit Abstand die größten Produktionskapazitäten. Deutschland, Spanien, Frankreich, Italien und die Niederlande könnten alle weit über 1 Mio. t Biodiesel produzieren und sind zusammen für über 70% der EU Kapazität verantwortlich (s. folgende Abb.).

[1624] European Commission 2012b: Renewable Energy. Biofuels: Member states reports 2010, 2011. http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/ms_reports_dir_2003_30_en.htm (Abruf: 23. April 2012).

Deutschland und Spanien stellen über 40% der Biodiesel Produktionskapazität der EU 27 in 2011

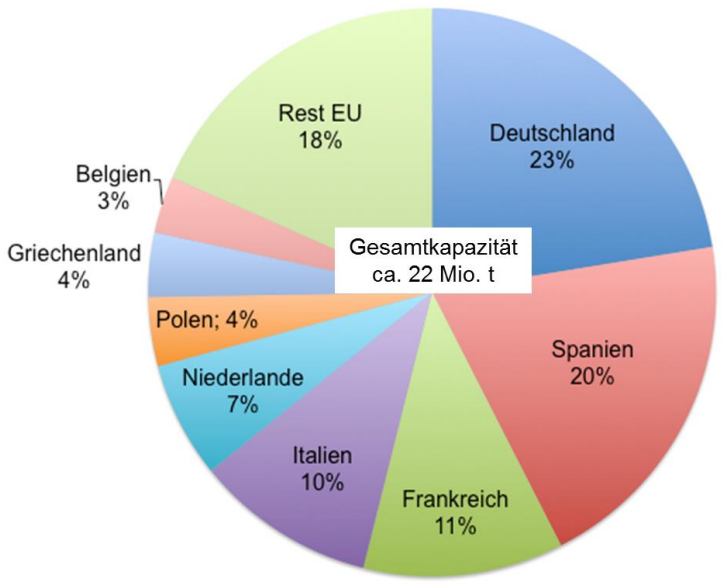


Abb. 592: Produktionskapazität Biodiesel in der EU[1625]

Die Produktionskapazität in der EU hat erstmals in 2003 die Marke von 2 Mio. t überschritten und ist dann bis 2009 stark gestiegen auf fast 21 Mio. t in 2009. Danach ging der Anstieg stark zurück und die heutige Produktionskapazität beträgt ca. 22 Mio. t. Dabei war Deutschland stets führend. Allerdings ging hier die Kapazität seit 2008 bereits zurück, während sie in anderen Ländern mit heute sehr großer Produktionskapazität wie beispielsweise Spanien noch weiter anstieg. Während in 2004 relevante Produktionskapazitäten lediglich in einer Handvoll Länder bestanden, wurden bis heute in allen EU-Ländern (außer Luxemburg) Kapazitäten aufgebaut.

[1625] European Biodiesel Board (EBB) 2012: Statistics. The EU biodiesel industry. http://www.ebb-eu.org/stats.php (Abruf: 30. März 2012).

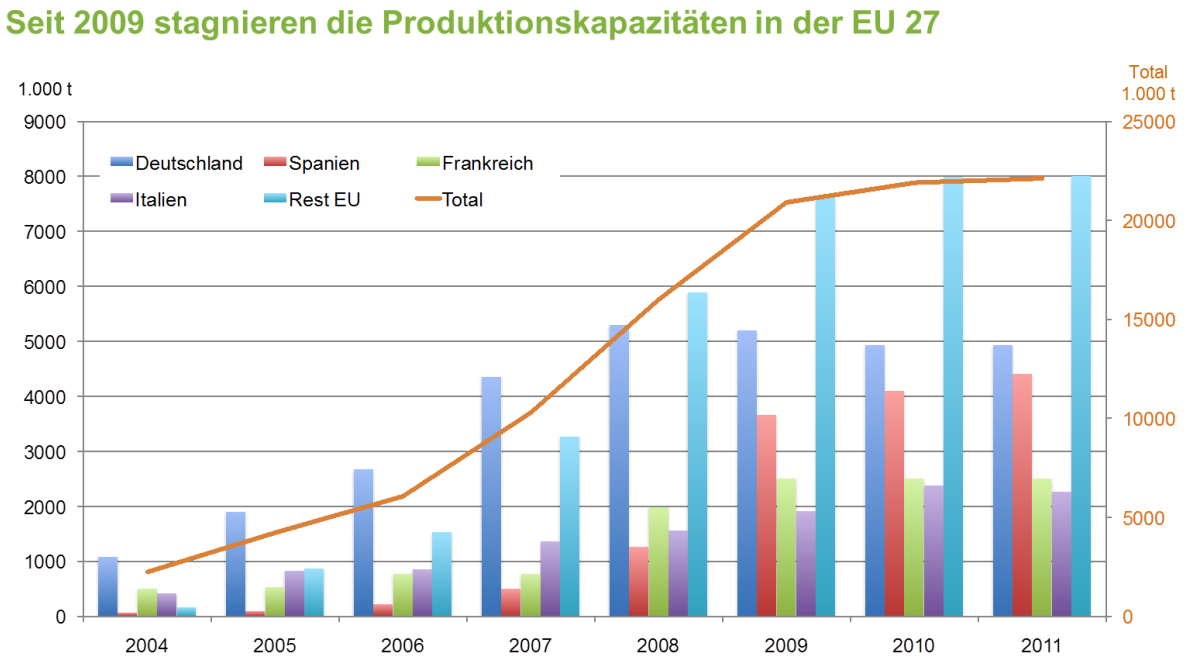


Abb. 593: Entwicklung Produktionskapazität Biodiesel in der EU[1626]

Die Biodieselproduktion in der EU in 2010 betrug 9,6 Mio. t (s. folgende Abb.). Damit waren die zu dem Zeitpunkt bestehenden Kapazitäten nur zu ca. 40% ausgelastet. Bei den großen Ländern ist auffällig, dass die Auslastung in Deutschland und vor allem in Frankreich noch relativ gut war, während die Kapazitätsauslastung beispielsweise in Spanien extrem schlecht ist. Frankreich sichert die im Vergleich sehr hohe Kapazitätsauslastung durch die Vergabe von Produktionskontingenten vor allem an heimische Produzenten ab, was in den anderen Ländern in der Form nicht der Fall ist.

Ansonsten stehen die Produktionszahlen weitestgehend in Relation zu den Produktionskapazitäten. Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien und die Niederlande gehören auch zu den größten Produzenten.

[1626] EBB 2012 a.a.O.

Deutschland, Frankreich und Spanien waren in 2010 für ca. 60% der EU-weiten Biodieselproduktion verantwortlich

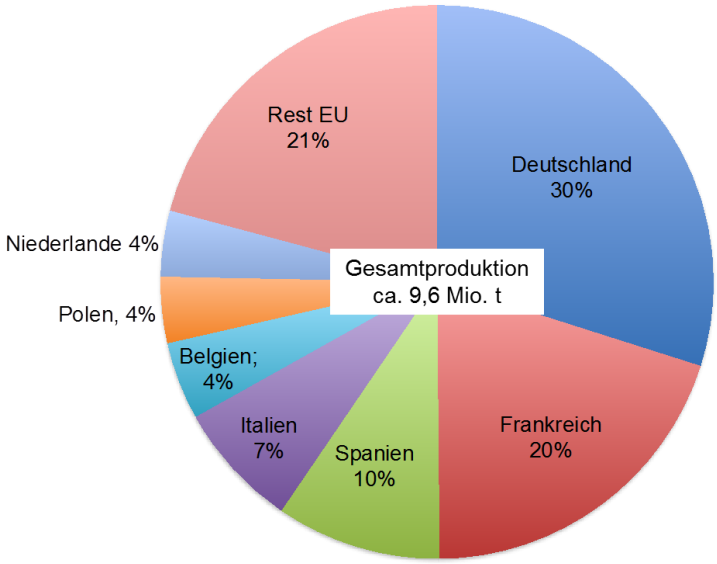


Abb. 594: Produktion Biodiesel in der EU[1627]

Das starke Produktionswachstum in der EU war insbesondere zwischen 2004 und 2007 durch die deutsche Produktion geprägt. In diesem Zeitraum war Deutschland für ca. 50% der Gesamtproduktion verantwortlich. Danach kamen zunehmend andere europäische Produzenten auf den Markt und insbesondere Frankreich und etwas später Spanien und Italien konnten ihre Produktion deutlich steigern. Allerdings stagniert heute die Produktion auch in diesen Ländern weitgehend.

[1627] EBB 2012 a.a.O.

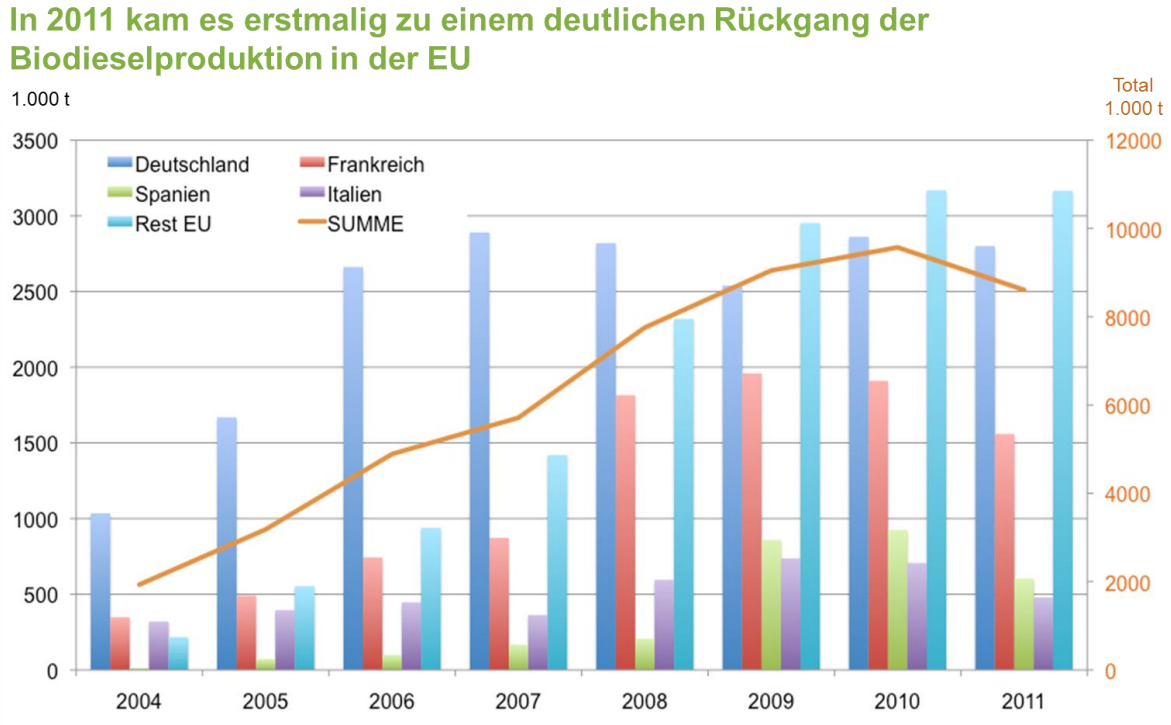


Abb. 595: Entwicklung Biodieselproduktion in der EU[1628]

Das Problem der zunehmenden Überkapazitäten stellt sich in der EU insgesamt als noch gravierender dar als in Deutschland. Während zwischen 2003 und 2006 die Produktionsauslastung überwiegend größer als 75% war, sank sie ab 2007 auf ca. 50% und lag in 2009 und 2010 bei nur noch ca. 40%. In 2011 ist die Auslastung bei nahezu gleichbleibender Produktionskapazität aufgrund des erstmaligen Produktionsrückgangs sogar noch geringer gewesen. Grund für die starken Überkapazitäten waren vermutlich falsche Investitionsentscheidungen zu einem Zeitpunkt als die internationale Konkurrenz bei Biodiesel noch gering war und der Abstand zwischen Biodieselpreisen und Produktionskosten aufgrund geringerer Rohstoffkosten attraktiver war.

[1628] EBB 2012 a.a.O.

In der EU bestehen erhebliche Überkapazitäten für die Biodieselproduktion

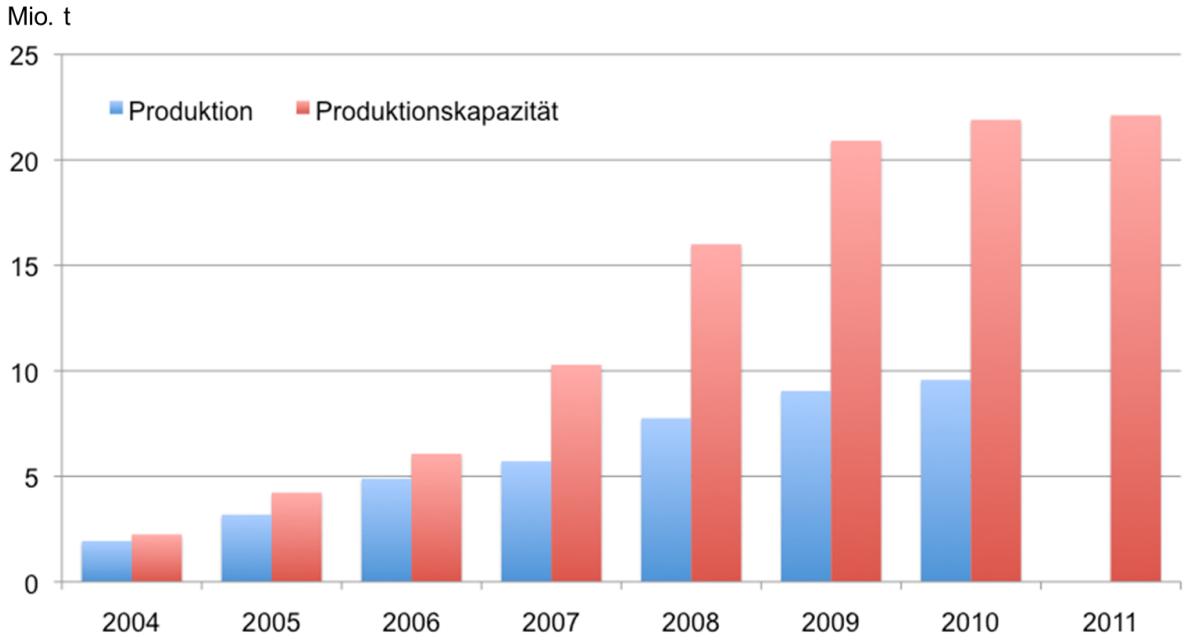


Abb. 596: Kapazitätsauslastung Biodieselproduzenten in der EU[1629]

Nach Deutschland hat Frankreich den zweitgrößten Produktionswert für Biodiesel und erreicht in 2010 ca. 1,5 Mrd. Euro, gefolgt von Spanien mit knapp 1 Mrd. Euro und Italien mit 0,7 Mrd. Euro (s. folgende Abb.). Ein Kernproblem der hier betrachteten Länder ist die geringe Kapazitätsauslastung.

Marktvolumen Dieselkraftstoff ersetzende Biokraftstoffe in ausgewählten EU-Ländern

Kriterien	Frankreich	Spanien	Italien	UK	Niederlande
Einwohner	65 Mio.	47 Mio.	61 Mio.	62 Mio.	17 Mio.
Produktions-kapazität 2011	2,5 Mio. t Biodiesel	4,4 Mio. t Biodiesel	2,3 Mio. t Biodiesel	0,4 Mio. t Biodiesel	1,45 Mio. t Biodiesel
Produktion 2010	1,9 Mio. t Biodiesel	0,93 Mio. t Biodiesel	0,71 Mio. t Biodiesel	0,15 Mio. t Biodiesel	0,37 Mio. t Biodiesel
Produktionswert 2010	1.550 Mio. Euro	759 Mio. Euro	579 Mio. Euro	122 Mio. Euro	302 Mio. Euro

Abb. 597: Markt für Dieselkraftstoffsubstitute[1630]

[1629] EBB 2012 a.a.O.
[1630] Der Produktionswert wurde für einen Preis von 816 Euro je Tonne in 2010 berechnet.

Zu der nur sehr geringen Kapazitätsauslastung der Biodieselproduzenten trägt unter anderem der Import von über 2 Mio. t Biodiesel in die EU in 2010 bei. Dies sind immerhin ca. 10% der gesamten Produktionskapazität in der EU. Die Exporte der EU sind im Vergleich dazu vernachlässigbar (s. folgende Abb.).

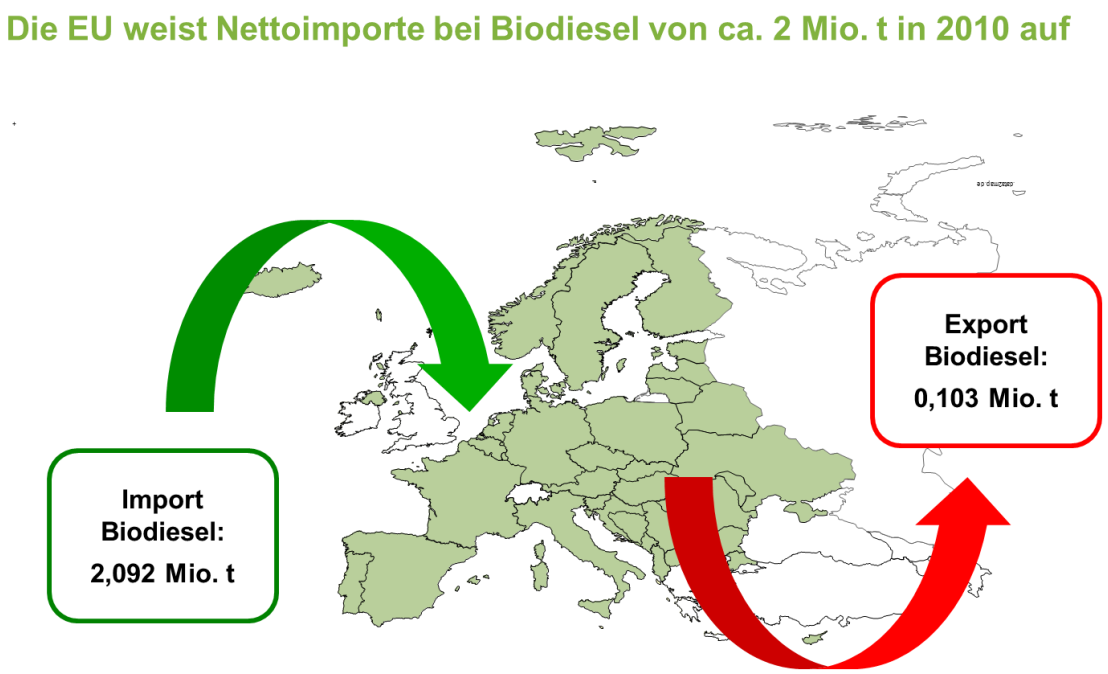


Abb. 598: Außenhandel Biodiesel EU[1631]

In 2011 kommen die Biodieselimporte vor allem aus Argentinien und Südostasien. Die in 2008 noch in großen Mengen stattfindenden Exporte aus den USA nach Europa (B99), teilweise Reexporte aus Argentinien über die USA, sind heute zunächst aufgrund der Verhängung von Antidumpingzöllen weitgehend gestoppt.[1632] Diese Antidumpingzölle wurden erlassen, da die Europäische Kommission davon ausging, dass B99 nur wegen der US-Subventionen billig in der EU angeboten werde konnte.

Während die Biodieselimporte in 2005 und 2006 noch gering ausfielen, stiegen sie ab 2007 sprunghaft an. Ab 2009 sind sie dann wieder leicht gesunken. Die EU-Exporte von Biodiesel spielen hingegen kaum eine Rolle (s. folgende Abb.). In den nächsten Jahren ist weiterhin mit Importen zu rechnen, da in Ländern mit Wettbewerbsvorteilen weiter Kapazitäten aufgebaut werden.

[1631] Nach UFOP 2011b a.a.O.
[1632] Siehe auch: UFOP 2011c: Internationale Biodiesel-Märkte. Produktions- und Handelsentwicklungen. UFOP-Schriften 2011, Biodiesel & Co. http://www.ufop.de/downloads/EV_Ecofys-UFOP_dt_2012.pdf (Abruf: 12. Dezember 2011).

Entwicklung der Biodiesel Produktions- und Handelsbilanz der EU

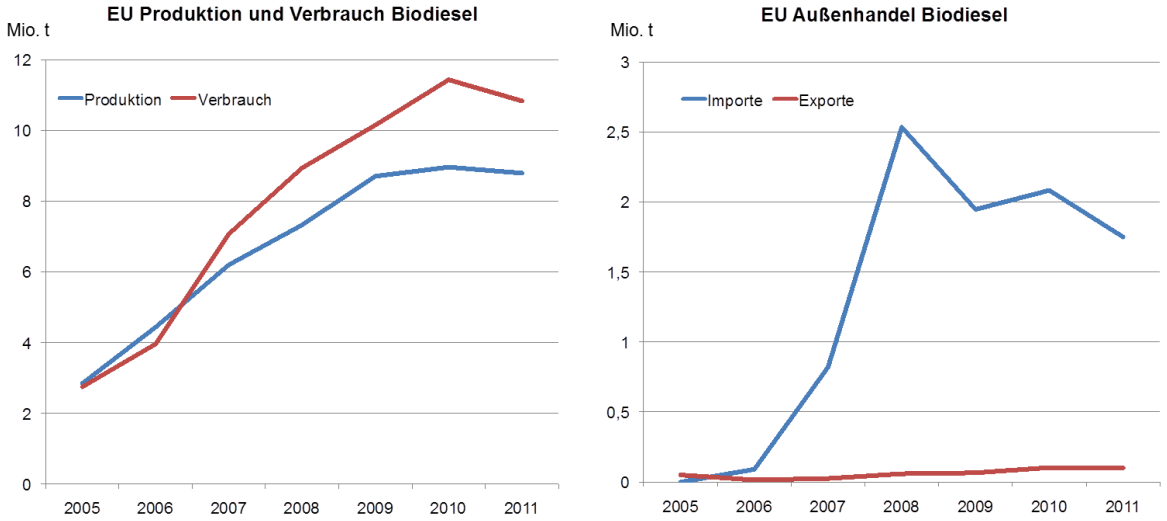


Abb. 599: Biodiesel Produktions- und Handelsbilanz der EU[1633]

Bioethanol

Weltweit ist Bioethanol mit ca. 80 Mio. m^3 der am meisten produzierte Biokraftstoff. Die USA produzieren davon mehr als die Hälfte und für weitere über 30% ist Brasilien verantwortlich. Mit einer Produktion von ca. 4,5 Mio. m^3 in 2010 ist die EU global der drittgrößte Produzent. In der EU gibt es seit einigen Jahren einen erheblichen Anstieg der Bioethanolproduktion. Die gesamte Produktionskapazität in der EU beträgt aktuell ca. 7,5 Mio. m^3. Wobei davon auch geringe Mengen in andere Märkte als den Kraftstoffmarkt gehen können, beispielsweise als Trinkalkohol oder für technisch-industrielle Verwendungen.[1634] Die Produktionskapazitäten sind damit deutlich geringer als die von Biodiesel in der EU. Von der gesamten Produktionskapazität ist ca. ein Viertel in Frankreich angesiedelt (ca. 1,9 Mio. m^3), 15% in Deutschland (1,2 Mio. m^3), gefolgt von Polen (0,68 Mio. m^3) sowie Spanien und den Niederlanden mit jeweils gut 0,5 Mio. m^3 (s. folgende Abb.).

Daten zur Entwicklung des Aufbaus der Produktionskapazitäten in den einzelnen Ländern und für die EU insgesamt liegen noch nicht vor und damit auch keine zur Auslastung der Anlagen.

[1633] UFOP 2011b a.a.O.

[1634] Vgl. ePURE (european renewable ethanol) 2012b: Production capacity installed. Fuel ethanol. http://epure.org/statistics/info/Productioncapacityinstalled1 (Abruf: 20. April 2012).

In 2011 bestand in der EU eine Produktionskapazität für Bioethanol für den Kraftstoffsektor von ca. 7,5 Mio. m³

Abb. 600: Bioethanol Produktionskapazität in der EU[1635]

In der EU wurden in 2011 insgesamt 4,4 Mio. m³ Bioethanol produziert (s. folgende Abb.). Frankreich ist der größte Bioethanolproduzent in der EU und hat in 2011 ca. 1 Mio. m³ produziert, gefolgt von Deutschland mit etwa 0,77 Mio. m³ und Spanien mit 0,46 Mio. m³ (s. folgende Abb.).

[1635] ePURE (european renewable ethanol) 2012c: Statistics Fuel ethanol. http://epure.org/theindustry/statistics (Abruf: 20. April 2012).

In 2011 wurden in der EU 4,4 Mio. m³ Bioethanol für den Kraftstoffsektor produziert

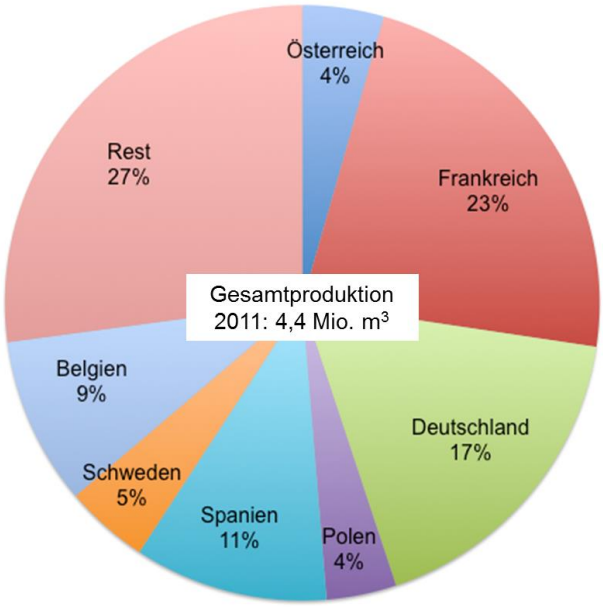


Abb. 601: Bioethanolproduktion in der EU[1636]

Insgesamt ist die Bioethanolproduktion für den Kraftstoffsektor in den letzten Jahren, getrieben durch die Ziele zum Einsatz erneuerbarer Energien im Transportsektor, stark gestiegen (s. folgende Abb.). Auch für 2011 trifft dies zu, wenngleich der Anstieg ohne die E90 Importe wohl stärker gewesen wäre. Während noch in 2004 in nur einer Handvoll Ländern eine relevante Produktion stattfand, werden in 2011 bereits in mehr als zehn Mitgliedstaaten relevante Mengen an Bioethanol produziert. Frankreich, Deutschland und Spanien gehörten dabei von Beginn an zu den führenden Produzenten.

[1636] ePURE (european renewable ethanol) 2012d: Statistics Fuel ethanol. Production data. http://epure.org/statistics/info/Productiondata1 (Abruf: 19. Dezember 2012).

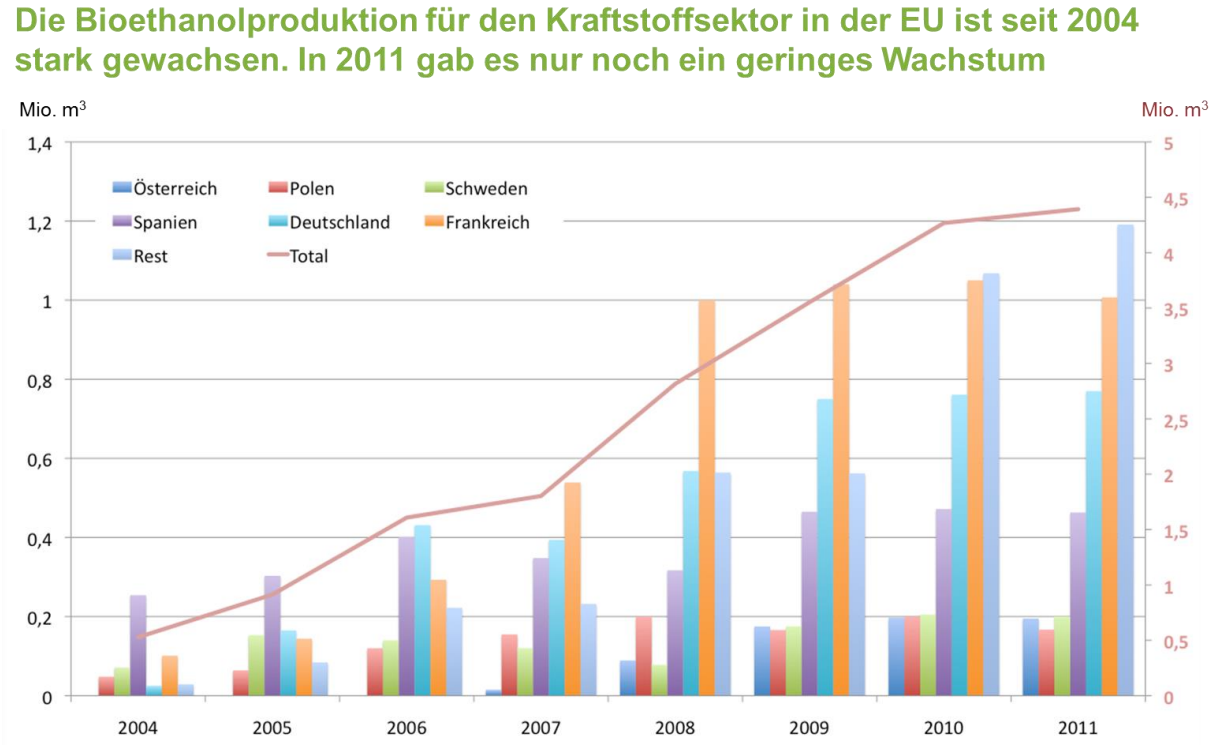


Abb. 602: Entwicklung Bioethanolproduktion in der EU[1637]

Ein weiterer Kapazitätsaufbau für die Bioethanolproduktion für den Kraftstoffsektor findet derzeit statt. Mit weiteren knapp 1 Mio. m^3 wird gerechnet. Insbesondere ist dafür die Vivergo Fuels Anlage in England mit 420.000 m^3 verantwortlich, die in 2012 in Betrieb gehen soll. Eine weitere große Anlage mit 240.000 m^3 geht in Ungarn in Betrieb.

[1637] ePURE 2012c a.a.O.

Ein weiterer Kapazitätsaufbau der EU-Bioethanolproduktion in Höhe von fast 1 Mio. m³ für den Kraftstoffsektor findet statt

Mitgliedsstaat	Unternehmen	Produktionskapazität (m^3)	Rohstoff
Bulgarien	Crystal Chemicals	13.000	n.v.
Deutschland	ESP Chemies GmbH	140.000	n.v.
	Süd Chemie (Straubing)	1.300	Lignozellulose
Ungarn	Pannonia Ethanol (Dunaföldvar)	240.000	Mais
Italien	Mossi & Ghisolfi Group (Crescentino)	50.000	Lignozellulose
Litauen	Bioetan	100.000	Getreide
UK	Vivergo (Hull)	420.000	Weizen
SUMME		964.300.000	

Tab. 98: Kapazitätsaufbau Bioethanol in der EU[1638]

Der Produktionswert in 2009 lag beim größten Produzenten Frankreich bei ca. 630 Mio. Euro. Allerdings ist zu beachten, dass die Ethanolpreise in 2009 mit 0,48 Euro je Liter die niedrigsten in den letzten sieben Jahren waren. In 2011 beispielsweise lagen die Preise bei ca. 0,62 Euro je Liter und damit fast 30 % höher.

Schweden hat zwar nur eine geringe Produktionskapazität und Produktion, bezogen auf die Einwohnerzahl ist Schweden jedoch ein wichtiger Produzent. Als Besonderheit gilt außerdem, dass Schweden stark auf die Bioethanolvermarktung über E85 setzt, das von Flexible Fuel Vehicles (FFVs) getankt werden kann. In Schweden wird an über einem Drittel der Tankstellen E85 angeboten und der Marktanteil von FFVs an der Fahrzeugflotte beträgt bereits 6%. Dies ist auch auf die staatliche Förderung durch Kaufprämien und Steuerermäßigungen zurückzuführen.

[1638] ePURE 2012c a.a.O.

Marktvolumen Ottokraftstoff ersetzende Biokraftstoffe in ausgewählten EU-Ländern

Kriterien	Frankreich	Spanien	Italien	Schweden	Niederlande
Einwohner	65 Mio.	47 Mio.	61 Mio.	9,5 Mio.	17 Mio.
Produktions-kapazität 2011	1,9 Mio. m^3 Bioethanol	0,56 Mio. m^3 Bioethanol	0,3 Mio. m^3 Bioethanol	0,3 Mio. m^3 Bioethanol	0,52 Mio. m^3 Bioethanol
Produktion 2009	1,3 Mio. m^3 Bioethanol	0,47 Mio. m^3 Bioethanol	0,072 Mio. m^3 Bioethanol	0,18 Mio. m^3 Bioethanol	0,0 Mio. m^3 Bioethanol
Produktionswert 2009	629,5 Mio. Euro	227,6 Mio. Euro	35 Mio. Euro	87,2 Mio. Euro	0,0 Mio. Euro

Abb. 603: Marktvolumen Ottokraftstoffsubstitute in der EU

Mit dem Aufbau der Kapazitäten und der steigenden Produktion ist aber auch der Importbedarf (Absatz minus Produktion) gestiegen und betrug in den letzten zwei Jahren über 1,2 Mio. m^3. Die heimischen Produktionskapazitäten waren in der Vergangenheit bei weitem nicht ausgelastet. Das heißt, dass trotz des bestehenden Außenschutzes von 19,2 Cent bzw. 10,2 Cent je Liter Bioethanol zu wettbewerbsfähigen Preisen in die EU importiert wurde. In 2006 kam es durch den Anstieg von Produktionskapazitäten in der EU und verbesserter Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu den Importen zu einem Rückgang der Importe. Da Brasilien selbst zum Nettoimporteur von Bioethanol geworden ist, dürfte es sich zumindest in den letzten beiden Jahren um Importe aus den USA gehandelt haben. Hier wurde lange Zeit die günstige Zollklassifikation als „other chemical goods“ genutzt und Bioethanol wurde als Mischung mit nur sehr geringen Mengen fossilen Kraftstoffs importiert. Gegen diese Praxis wurde von der Europäischen Kommission vorgegangen, so dass sich in 2012 die Importe reduzieren sollten.

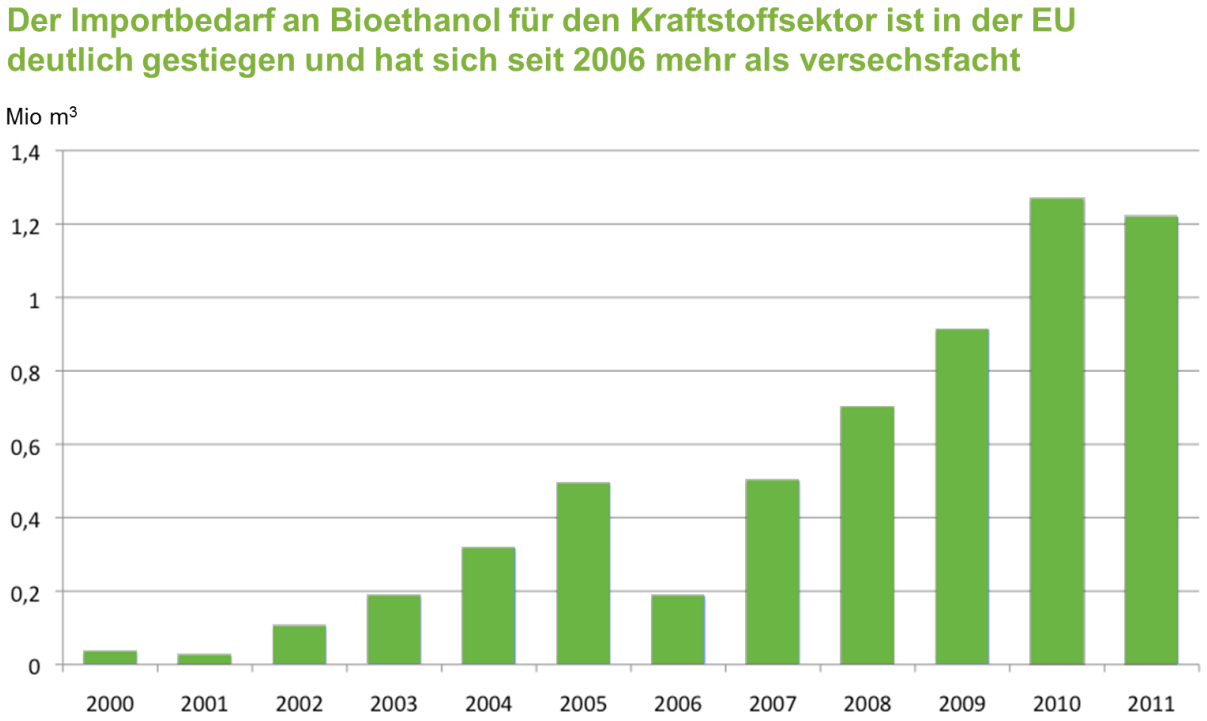


Abb. 604: Importbedarf der EU bei Bioethanol[1639]

Biomethan

Zu Biomethan aufbereitetes Biogas kann grundsätzlich wie Erdgas verwendet und für die Strom- und Wärmeproduktion aber auch im Transportsektor eingesetzt werden. Dabei erlaubt die Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz eine flexible Anwendung. Heute wird in der EU in Österreich, Frankreich, Deutschland, Luxemburg, Schweden, Niederlande und UK auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas eingespeist.[1640] Am weitesten entwickelt ist der Markt für Biomethan in der EU in Deutschland, Schweden, Österreich und Italien.[1641]

Die größte Rolle spielt Biogas aber in der Strom- und Wärmeproduktion, wo der Einsatz in vielen Ländern seit langem gefördert wird. Der Einsatz von Biomethan als Kraftstoff ist noch gering und aufgrund der derzeitigen Förderstruktur bei Biogas häufig weniger attraktiv als der Absatz in den anderen Sektoren. Der Green Gas Grids Bericht aus dem März 2012 kommt bezüglich des Einsatzes von Biomethan im Transportsektor zu den im Folgenden dargestellten Schlussfolgerungen für die Entwicklung in den für die Biomethanverwendung relevantesten EU-Ländern:[1642]

[1639] F.O. Licht Commodity Analysis 2012c. Ethyl Alcohol Balance EU

[1640] Green Gas Grids 2012a: Discussion Paper on Biomethane Focus Issues: Sustainability, Technical Standards, Trade and Country Targets. 31 January 2012. http://www.greengasgrids.eu/sites/default/files/files/Discussion%20Paper%202012(2).pdf (Abruf: 2. April 2012).

[1641] Green Gas Grids 2012b: Overview of biomethane markets and regulations in partner countries. March 2012. http://www.greengasgrids.eu/sites/default/files/files/120325_D2_2_Overview_of_biomethane_markets_final.pdf (Abruf: 2. April 2012).

[1642] Green Gas Grids 2012c a.a.O. s. auch: GasHighWay – Route to Green Transportation 2012: Promoting the Uptake of Gaseous Vehicle Fuels, Biogas and Natural Gas, in Europe.

Schweden war der Vorreiter beim Einsatz von aufbereitetem Biogas. Allerdings werden nur geringe Mengen in das Erdgasnetz eingespeist. Die meisten Aufbereitungsanlagen sind direkt an Tankstellen angebunden, so dass in 2010 94% des Biomethans im Verkehrssektor zum Einsatz gekommen ist und vielfach der Zwischenschritt der Einspeisung nicht stattfindet. Der Anteil von Biomethan beim Absatz im gesamten Gasfahrzeugbestand (40.000 Gasfahrzeuge) liegt bei 60%. Zudem tanken verschiedene Nahverkehrsunternehmen Biomethan. Es gibt in Schweden in 2012 175 Gastankstellen, von denen 64 Biomethan anbieten (s. folgende Abb.).

In Österreich speisen derzeit sechs Anlagen in das Erdgasnetz ein. Drei Anlagen liefern auch direkt an Tankstellen. Es gibt eine Flotte von 6.300 Gasfahrzeugen und 172 Gastankstellen, von denen nur zwei reines Biomethan anbieten.

In den Niederlanden werden seit über 20 Jahren Biomethananlagen betrieben. Heute sind 13 Biomethananlagen in Betrieb, die alle ins Erdgasnetz einspeisen. Erdgas spielt traditionell aufgrund der großen eigenen Ressourcen eine sehr große Rolle in der Energieversorgung der Niederlande. Die Verwendung im Kraftstoffsektor ist mit ca. 4.000 Erdgasfahrzeugen aber relativ unbedeutend und damit auch das derzeitige Potential für Biomethan als Kraftstoff.

In Italien gibt es mit ca. 760.000 Gasfahrzeugen die größte Flotte in Europa. Es existieren 840 Gastankstellen, die allerdings zum Großteil im Norden des Landes liegen. Biomethan spielt bisher kaum eine Rolle, hat aber aufgrund der bestehenden Gasflotte ein hohes Potential.

Auch in den EU-Ländern mit dem höchsten Einsatz von Gaskraftstoffen spielt Biomethan als Kraftstoff bisher kaum eine Rolle

	Anzahl Gasfahrzeuge	Anzahl Gastankstellen	Anzahl Biogastankstellen	Anzahl Aufbe-reitungsanlagen
Schweden	40.000	175	64 der Gastankstellen	60
Österreich	6.300	172	2 und 3 bis 5 mit 20% Biogas-Beimischung	7
Italien	760.000	840	2 Demonstrations-anlagen	4
Deutschland	92.000	900	ca. 50	107

Abb. 605: Biomethan als Kraftstoff[1643]

13.1.7.3 Schlussfolgerungen

Die Biokraftstoffmärkte in allen EU-Ländern sind geprägt durch die entsprechenden Europäischen Richtlinien der letzten Jahre, insbesondere durch die Biokraftstoff- und Energiesteuer-

http://www.gashighway.net/default.asp?sivuID=25922&component=/modules/bbsView.asp&recID=22741 (Abruf: 20. April 2012).

[1643] Erstellt nach GasHighWay – route to Green Transportation 2012 a.a.O. Teilweise Schätzungen. (Daten für 2011).

richtlinie aus 2003 und die Erneuerbare Energien Richtlinie aus 2009. Diese wurden von den Mitgliedsländern national umgesetzt, was in allen Ländern zu dem Aufbau eines politisch unterstützten Biokraftstoffmarktes führte. Dabei begann der Aufbau der Biodieselproduktion etwas früher als der Aufbau der Ethanolproduktion. Beide Märkte werden bestimmt durch wenige große Produzentenländer wie vor allem Deutschland, Frankreich, Spanien. Während der Biodieselmarkt mittlerweile stagniert, der Kapazitätsaufbau zu einem Stillstand gekommen ist und die Produzenten mit erheblichen Überkapazitäten zu kämpfen haben, wächst der Bioethanolmarkt weiter. Im Bioethanolmarkt steigt die Produktion weiter und es werden Kapazitäten aufgebaut.

Biodiesel- und Bioethanolmarkt werden heute fast ausschließlich durch die Beimischung bestimmt, da mittlerweile fast alle Mitgliedsstaaten von einer steuerlichen Förderung der Biokraftstoffe auf verpflichtende Quoten umgestiegen sind und die Verwendung von Reinkraftstoffen ökonomisch kaum mehr vorteilhaft ist. Hier gibt es lediglich ein paar Ausnahmen bzgl. E85 in Schweden und bedingt in Deutschland.

Bei den heutigen Preisrelationen von Rohöl und den Rohstoffen der Biokraftstoffe werden die Biokraftstoffmärkte weiterhin rein politische Märkte bleiben. Ohne die entsprechenden Beimischungsverpflichtungen und/ oder steuerlichen Förderungen werden Biokraftstoffe auch in Zukunft kaum wettbewerbsfähig werden. Heute zeichnen sich auch noch keine Technologien oder Rohstoffe ab, die dies in den nächsten Jahren ändern würden. Die einzige Möglichkeit der Erlangung der Wettbewerbsfähigkeit wäre eine starke Erhöhung der Rohölpreise. Allerdings korrelieren die Rohstoffpreise für Biokraftstoffe teilweise mit dem Rohölpreis, so dass sich parallel die Produktionskosten der Biokraftstoffe auch erhöhen würden.

Während die Biokraftstoffmärkte zu Beginn vor allem durch die nationale Produktion geprägt waren, sind sie in allen Mitgliedsländern heute internationaler. Die Produkte wurden standardisiert und ein internationaler Handel hat sich, trotz vor allem im Ethanolbereich noch bestehender Handelsschranken, etabliert. Teilweise kam es hier zu handelsrechtlichen Auseinandersetzungen, da Importzölle der EU durch fragwürdige Produktklassifizierungen umgangen wurden oder im Ausland subventionierte Produkte in großen Mengen auf den europäischen Markt gelangten. Hiergegen haben die europäischen Verbände teilweise mit Erfolg geklagt. Dennoch wird sich die europäische Produktion zunehmend einem unter Einhaltung der Regeln stattfindenden Wettbewerb stellen müssen. Dies gilt für die Produktion des Biokraftstoffs, aber auch für die Rohstoffe, insbesondere die Ölsaaten und Pflanzenöle. Auch die Preise für das Endprodukt und die eingesetzten Rohstoffe werden durch die internationalen Märkte bestimmt.

Entscheidenden Einfluss auf die Biokraftstoffmärkte hatte in allen Mitgliedsstaaten die Erneuerbare Energien Richtlinie mit ihren Mengenvorgaben, Nachhaltigkeits- und Treibhausgasanforderungen. Sie wird in den Mitgliedsstaaten mittlerweile zwar zunehmend implementiert, allerdings sorgt die unterschiedliche nationale Umsetzung insbesondere bezüglich der Nachweissysteme für die Einhaltung der Nachhaltigkeits- und Treibhausgasanforderungen noch für einige Unklarheiten im internationalen und intra EU-Handel. Gleiches gilt für die Umsetzung der mehrfachen Gewichtung bestimmter Biokraftstoffe aus Abfällen und Reststoffen. Harmonisierte EU-weite Regelungen wären hier im Sinne des Binnenmarktes und auch der Nachhaltigkeit gefragt. Unsicherheiten bestehen im gesamten EU-Markt weiterhin bezüglich der Fortentwicklung der Treibhausgasanforderungen und der Berücksichtigung von iLUC-Effekten, die einen erheblichen Einfluss auf die zukünftigen Märkte haben könnten.

Der Markt für Biokerosin befindet sich im Aufbau, vor allem getrieben durch die Treibhausgasreduktionsziele und -verpflichtungen der Fluggesellschaften, spielt aber in den einzelnen Ländern noch keine konkrete Rolle. Der Einsatz von Biokraftstoffen als Schiffskraftstoffsubstitute ist nicht relevant, jedoch fehlen hier zurzeit auch sämtliche Anreize Biokraftstoffe einzusetzen.

Alternativen zu Biodiesel und Bioethanol befinden sich noch nicht in relevanten Mengen am Markt. Jedoch finden insbesondere im Bereich von Lignozelluloseethanol verschiedene Aktivitäten statt und Pilot- und Demonstrationsanlagen beginnen mit der Produktion. Die Mengen sind aber sehr begrenzt. Als einzige in einigen Ländern marktreife Alternative zeichnet sich Biomethan ab. Allerdings wird dessen Einsatz durch die bestehende Erdgasflotte begrenzt. Zudem ist aufgrund bestehender Fördersysteme eine anderweitige energetische Nutzung meist lukrativer.

13.1.8 Relevante Internationale Erfahrungen

13.1.8.1 Rechtliche Rahmenbedingungen und Einflussparameter

Biodiesel

Argentinien ist einer der weltweit größten Pflanzenöl-Produzenten und stark abhängig von Mineralölimporten. Daher bestand ein natürliches Interesse an einer verstärkten Biodieselproduktion. Für den heimischen Markt gibt es seit 2010 eine B5-Beimischung. Im Juli 2010 wurde dann eine B7-Beimischungsquote beschlossen. Bislang konzentrierten sich die großen Produzenten, die alle logistisch günstig liegen, aber auf die Exporte nach Europa. Argentinien ist weltweit der größte Biodieselexporteur. Argentinien erhebt hohe Exportzölle auf landwirtschaftliche Erzeugnisse, während weiterverarbeitete (nicht essbare) Produkte beim Export nur gering oder gar nicht besteuert werden. Dies bevorzugt erheblich den Export von Biodiesel im Vergleich zu den Vorprodukten Soja und Sojaöl. So werden Sojaöl-Exporte mit 32% besteuert, während für Biodiesel-Exporte lediglich effektiv 16,6% anfallen. Die argentinische Biodieselproduktion hat sich zwischen 2008 und 2011 von 0,7 Mio. t auf 2,4 Mio. t erhöht. Zwei Drittel der Produktion in 2011 wurden exportiert, zu ca. 90 % in die EU.

Aktuell gewinnt auch die Bioethanolproduktion aus Zuckerrohr und Getreide in Argentinien an Bedeutung und wird durch das nationale E5 Mandat gefördert.[1644]

Indonesien und Malaysia sind weltweit mit Abstand die größten Palmölproduzenten, die auch in der Biodieselproduktion aktiv sind. Beide Länder haben eine nationale Beimischungsquote von B5. Jedoch spielt der nationale Markt in Malaysia bisher keine Rolle. In Indonesien wird die PME-Produktion erheblich subventioniert. Eine nochmalige Erhöhung der Subventionen für Biodiesel findet in 2012 statt. Zudem findet eine differenzierte Exportbezollung statt. Ähnlich wie in Argentinien werden die Rohprodukte (Palmöl) wesentlich stärker beim Export belastet als das Endprodukt Biodiesel. Dadurch gelingt es im Vergleich zu Malaysia eher die Produktion und Wertschöpfung im eigenen Land zu halten und das Endprodukt Biodiesel statt Palmöl zu exportieren. In Indonesien hat die Versorgung des heimischen Marktes Vorrang. Allerdings wird den Unternehmen der Export erlaubt, sollte der heimische Markt die Mengen nicht aufnehmen können, was in der Vergangenheit der Fall war. Da in Malaysia aufgrund des großflächig stattfindenden Abbaus von Subventionen nicht mit einer Subventionierung der Biodieselindustrie gerechnet wird, muss derzeit von dem Zusammenbruch des Sektors ausgegangen werden.

Wenngleich **Brasilien** vor allem für seinen Erfolg im Ethanolsektor bekannt ist, spielt auch der Biodieselmarkt mittlerweile eine Rolle. Seit Januar 2010 gibt es ein B5-Mandat. Allerdings bestehen Überkapazitäten und die Möglichkeit eines B10-Mandats wird diskutiert. Jedoch werden mögliche Preissteigerungen an der Zapfsäule befürchtet. Um die Produktion von Biodiesel zu fördern wurden Steuererleichterungen umgesetzt. Zudem fand eine differenzierte Förderung nach Rohmaterial, Größe des Produzenten und Produktionsregion statt. Ziel war die Förderung auch von kleinen Produzenten und strukturschwächeren Regionen. So wurden die Regionen im Norden und Nordosten sowie semi-aride Regionen stärker gefördert und die

[1644] Vgl. GAIN Report 2011a: Argentina. Biofuels Annual 2011.

Verwendung von Palmöl und Rizinusöl gezielt unterstützt. Gleichzeitig wurde das sogenannte „social fuel stamp“ geschaffen. In der stattfindenden Auktionierung der jährlich einzusetzenden

Mengen spielt dies eine Rolle, da 80% der auktionierten Mengen an Unternehmen, die das „social fuel stamp“ verwenden und damit besondere soziale Aspekte bei der Produktion einhalten, vergeben werden.

Bioethanol

Die **USA** sind heute Weltmarktführer bei der Bioethanolproduktion. Rohstoff ist derzeit in erster Linie Mais. Im Rahmen des „Energy Independence and Security Act“, der 2007 in Kraft trat, wurde die Gesamtmenge an erneuerbaren Kraftstoffen bis 2022 festgelegt. Es werden genaue Ziele für die Verwendung von erneuerbaren Kraftstoffen und auch für die Art des zu verwendenden Biokraftstoffs gesetzt. Ziel des Standards ist die Abhängigkeit von Erdölimporten zu senken, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und die heimische Wirtschaft zu fördern.

Der Standard setzt verpflichtende Beimischungsmengen und auch Treibhausgasreduktionsverpflichtungen sowie eine Berechnungsmethodik für Treibhausgasemissionen fest.

Die zu verwendende Biokraftstoffmenge setzt sich dabei wie in der folgenden Abb. dargestellt zusammen. „Conventional biofuel“ ist Ethanol aus Mais. Dieser muss mindestens 20% Treibhausgaseinsparung erreichen. „Advanced biofuels“ sind erneuerbare Kraftstoffe aus Biomasse, außer Maisethanol. Sie müssen mindestens 50% Treibhausgaseinsparung erreichen. Sie umfassen auch Biodiesel. Ebenso kann auch Zelluloseethanol zu den „advanced biofuels“ gehören, sofern es die Mindest-Treibhausgaseinsparung zur Klassifikation als „cellulosic biofuels“ von 60% nicht erreicht, aber die 50 % Mindesteinsparung für die Klassifikation als „advanced biofuel“ vorweisen kann.

Der RFS legt detailliert die zu verwendenden Mengen an Biokraftstoffen fest. Biokraftstoffe aus Zellulose müssen an Bedeutung gewinnen

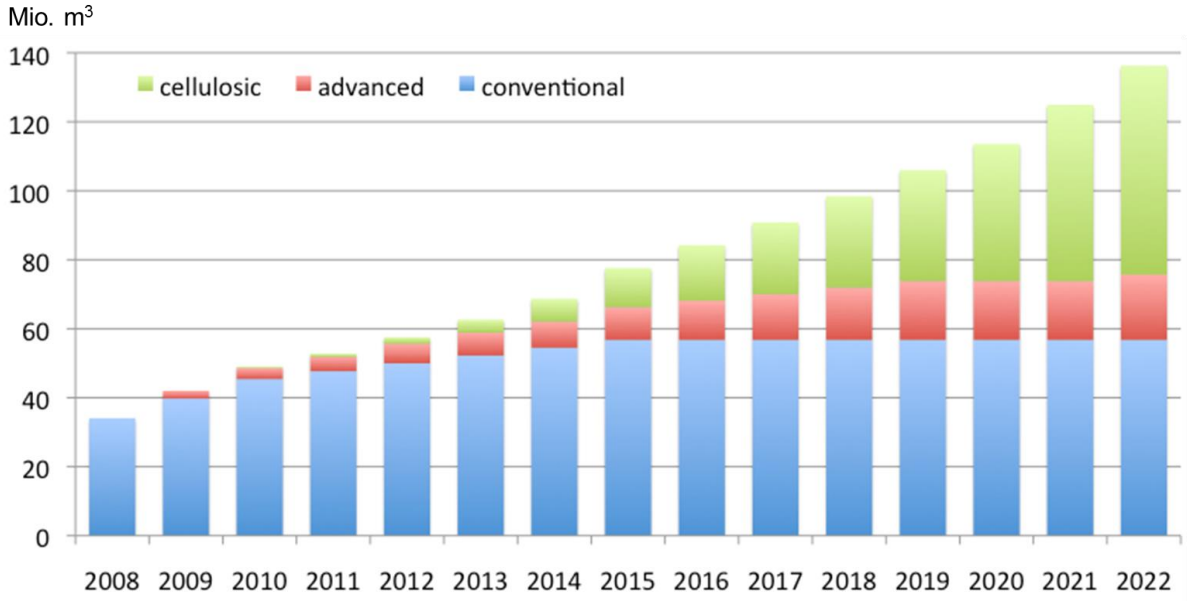


Abb. 606: Biokraftstoffmengen gemäß Renewable Fuels Standard[1645]

[1645] Renewable Fuels Association (RFA) 2012a: Renewable Fuels Standard. www.ethanolrfa.org/pages/renewable-fuels-standard (Abruf: 20. April 2012).

Insbesondere für die Produktion von Zelluloseethanol gibt es zahlreiche gezielte Förderungen. Dies war auch der Grund dafür, dass sich in den USA zunächst zahlreiche Projekte und erste Produzenten für Zelluloseethanol angesiedelt haben und sich einige Startups und Forschungsprojekte in dem Bereich in den USA entwickelt haben.

Brasilien war lange Zeit der weltweit größte Bioethanolproduzent, wurde mittlerweile aber von den USA deutlich übertroffen. Allerdings liegt die Besonderheit des brasilianischen Modells in der immensen Bedeutung des Bioethanols für den heimischen Kraftstoffmarkt. Das Bioethanolprogramm in Brasilien reicht viele Jahre zurück und wurde während der Ölkrisen in den 70er Jahren ins Leben gerufen und seitdem immer weiter etabliert. Das sogenannte „Proalcool"-Programm hatte das Ziel, Brasilien unabhängig von Erdölimporten zu machen und die heimische Wirtschaft zu stärken. Dabei zeichnet sich der Erfolg durch zwei Komponenten aus. Erstens werden Mindestbeimischungsmengen vorgeschrieben und zweitens werden heute fast ausschließlich Flex-Fuel-Vehicles (FFVs) abgesetzt (s. folgende Abb.), die flexibel den angebotenen Ethanolkraftstoff oder das normale Benzin mit der beigemischten Ethanolmenge von 18 bis 25% verwenden können.

Der Verkauf von Ottokraftstoff-Fahrzeugen in Brasilien zeigt, dass heute fast ausschließlich auf FFVs gesetzt wird

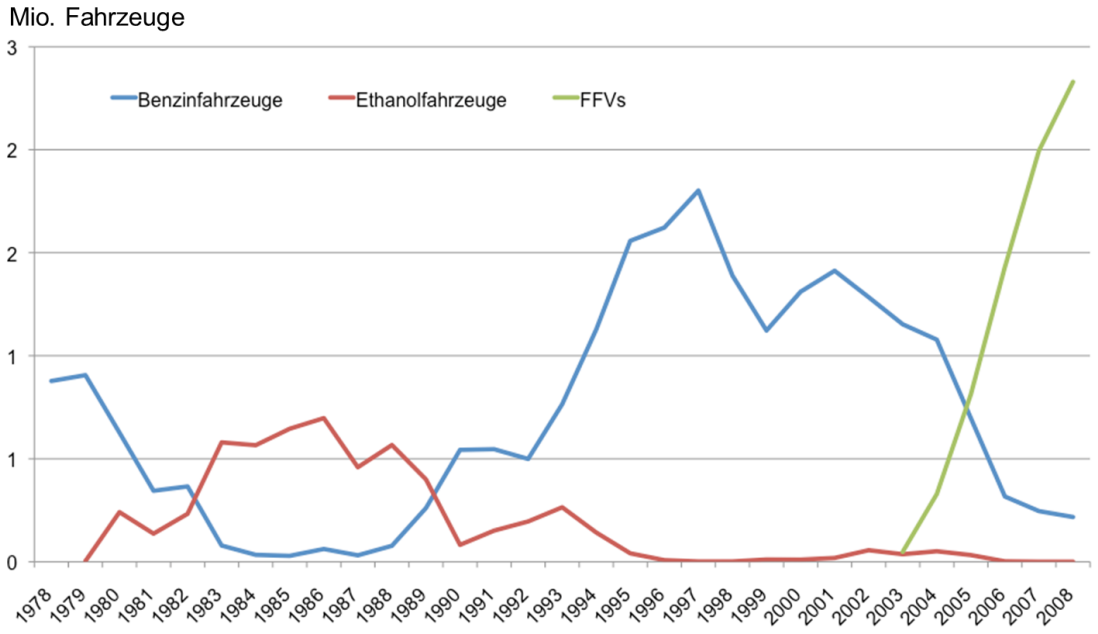


Abb. 607: Fahrzeugverkäufe in Brasilien[1646]

Die Beimischung wurde von der Regierung in 2011 von den bestehenden mindestens 20 bis maximal 25% auf 18 bis 25% abgesenkt. Aufgrund der Angebotsknappheit bei Ethanol wird über eine weitere Reduzierung nachgedacht. In den letzten Jahren gab es Probleme mit der Ethanolversorgung und Brasilien trat auch nicht mehr als Exportland in Erscheinung. In 2010

[1646] UNICA (Brazilian Sugarcane Industry Association) 2012a: Brazilian light vehicles sales by fuel type.

wurde sogar temporär der Importzoll von 20% ausgesetzt, um die Ethanolversorgung sicherzustellen. Brasilien wurde zum Nettoimporteur und bezog Ethanol vor allem aus den USA.

Der Einsatz der FFVs wird durch steuerliche Anreize seit 2003 gefördert. Fast alle auf dem brasilianischen Markt vertretenen Kraftfahrzeugproduzenten bieten diese Fahrzeuge an und sie werden heute fast ausschließlich abgesetzt. Heute ist in Brasilien Ethanolkraftstoff an über 32.000 Tankstellen verfügbar. Zudem wird Ethanol an der Zapfsäule geringer besteuert als fossiles Benzin. Trotz dieser Fördermaßnahmen bleibt festzuhalten, dass die hohe Marktdurchdringung auch mit der großen Wettbewerbsfähigkeit Brasiliens zu tun hat. Die Produktionskosten brasilianischer Ethanolproduzenten sind global gesehen die geringsten.

13.1.8.2 Entwicklung des internationalen Marktes

Der globale Biokraftstoffmarkt wird laut der International Energy Agency (iea) zu ca. 80% von der Bioethanolproduktion dominiert (s. folgende Abb.). Die USA wiederum ist durch die stark gewachsene Bioethanolproduktion für fast 50% der globalen Biokraftstoffproduktion verantwortlich und hat bei der Bioethanolproduktion Brasilien mittlerweile bei weitem überholt. Die europäische Biokraftstoffproduktion, insbesondere die Bioethanolproduktion, fällt im Vergleich dazu sehr gering aus.

USA und Brasilien dominieren den globalen Biokraftstoffmarkt

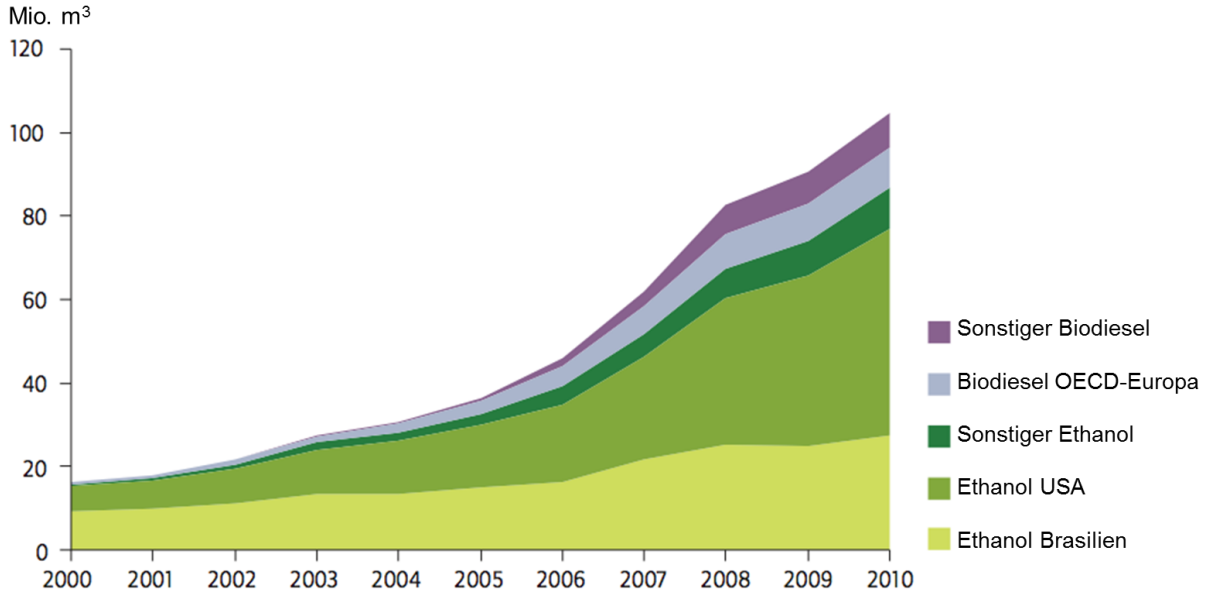


Abb. 608: Globale Biokraftstoffproduktion[1647]

Biodiesel

Die Biodieselproduktion wuchs weltweit von weniger als 1 Mio. t in 2000 auf über 16 Mio. t in 2010 (s. folgende Abb.). Die weltweite Produktion wird weiterhin von der EU dominiert. Die größten Produzenten innerhalb der EU sind Deutschland und Frankreich. Danach folgen Spanien, Italien und Polen.

[1647] International Energy Agency (iea) 2011: Technology Roadmap. Biofuels for Transport. Paris. http://www.iea.org/papers/2011/biofuels_roadmap.pdf (Abruf: 8. Januar 2012).

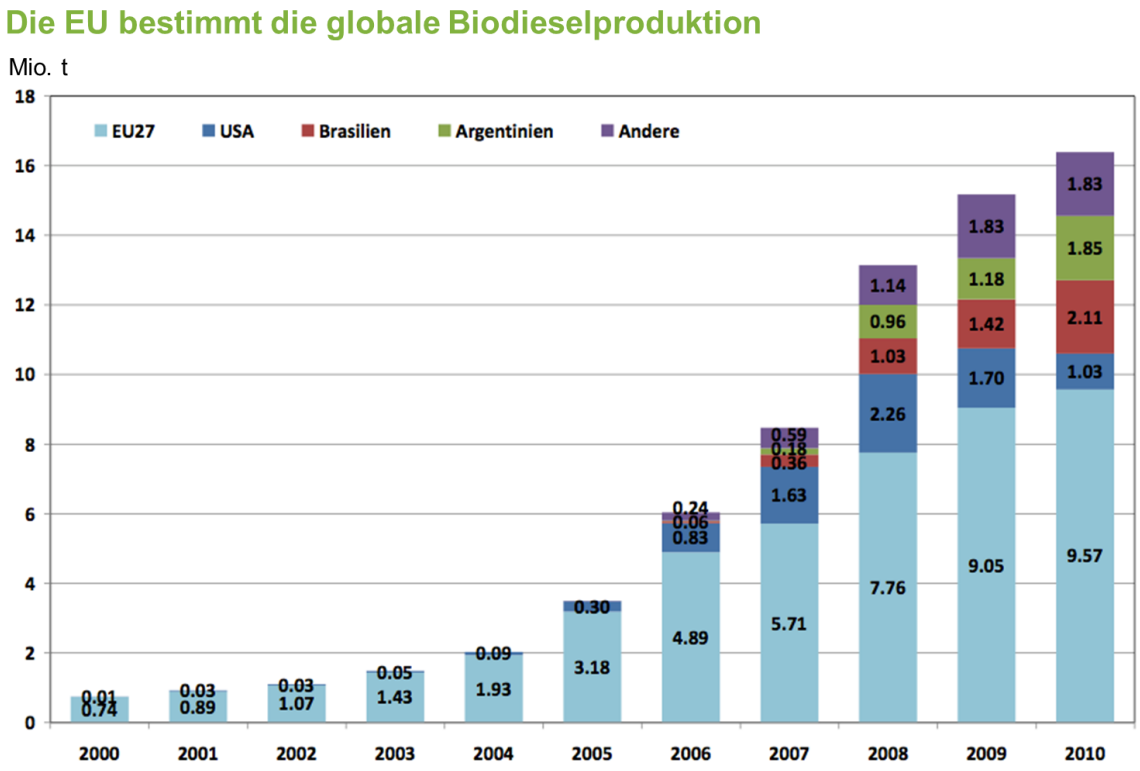


Abb. 609: Globale Biodieselproduktion[1648]

In den letzten Jahren sind weitere Produzentenländer hinzugekommen und auch auf dem Weltmarkt aktiv. So wird ein Großteil der Produktion in Argentinien, Malaysia und Indonesien nach Europa exportiert. Hier stellt lediglich die brasilianische Produktion eine Ausnahme dar. Sie wird ausschließlich auf dem Heimatmarkt verwendet.[1649]

Die Biodieselproduktion in **Argentinien** hat sich zwischen 2008 und 2011 von 0,7 Mio. t auf 2,4 Mio. t erhöht (s. folgende Abb.). Zwei Drittel der Produktion in 2011 wurden exportiert, zu ca. 90% in die EU. Argentinien ist der weltgrößte Exporteur und mittlerweile einer der weltgrößten Produzenten. Argentinien bietet für die Produktion und auch den Export von Biodiesel sehr gute Voraussetzungen. Es ist ein sehr wettbewerbsfähiger Produzent von Sojabohnen und anders als in Brasilien wird der Großteil der Sojabohnen national weiterverarbeitet. Rund um die Stadt Rosario haben sich am Ufer des Paraná-Flusses zahlreiche Sojaöl- und Biodieselproduzenten niedergelassen. Der am Atlantik gelegene Hochseehafen ermöglicht eine optimale Exportlogistik. Für 2012 wird eine Ausdehnung der Kapazität auf 3,2 Mio. t erwartet. Durch die steigende Beimischung auf B7 und evtl. B10 steigt auch der inländische Verbrauch an.[1650] Der inländische Verbrauch stützt mittlerweile die Biodieselproduktion erheblich und ist zwischen 2009 und 2012 deutlich stärker gewachsen als die Exporte (s. folgende Abb.).

[1648] UFOP 2011c a.a.O.
[1649] UFOP 2001c a.a.O.
[1650] Siehe Germany Trade & Invest 2012: Argentinien erweitert die Produktion von Biotreibstoffen.

Der inländische Biodieselverbrauch hat in Argentinien durch das B5 und B7 Mandat im Vergleich zum Export deutlich an Bedeutung gewonnen

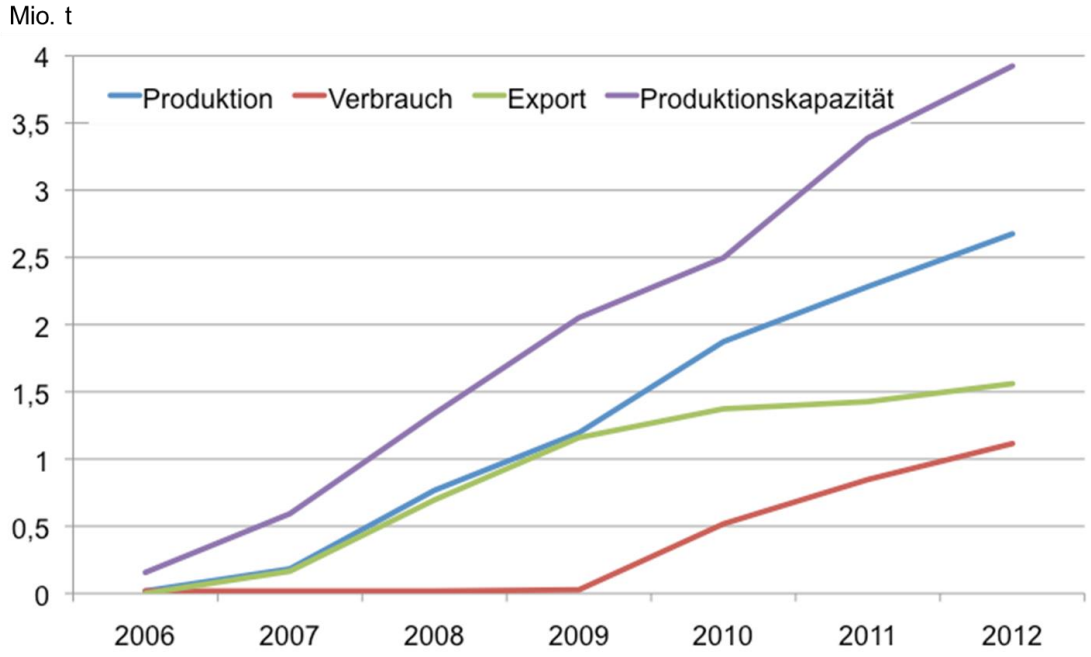


Abb. 610: Biodieselmarkt Argentinien[1651]

Die Biodieselproduktion in **Malaysia** leidet unter den hohen Palmölpreisen und der vor allem im Vergleich zu Indonesien fehlenden politischen Unterstützung der Produktion. Auch wenn es ein B5-Mandat gibt, spielt die nationale Verwendung bisher kaum eine Rolle, da die Dieselflotte extrem klein ist und das Mandat nicht voll implementiert wurde. Auch die Exporte sind im Vergleich zu den indonesischen Exporten nicht wettbewerbsfähig. Zudem hat der US Renewable Fuels Standard 2 (RFS2) die Verwendung von Palmöl als Rohstoff für die Biodieselproduktion praktisch ausgeschlossen. Die malaiische Biodieselproduktion kam aus den oben genannten Gründen in 2011 und 2012 weitgehend zum Erliegen (s. folgende Abb.). Da derzeit nicht mit wieder steigenden Exporten zu rechnen ist und der nationale Markt nicht attraktiv ist um eine große Produktion aufrecht zu erhalten, ist das Ende eines Großteils der malaiischen Biodieselproduktion und –industrie absehbar.[1652]

[1651] Basierend auf GAIN Report 2011a a.a.O.
[1652] Vgl. u.a. GAIN Report 2011b. Malaysia Biofuels Annual.

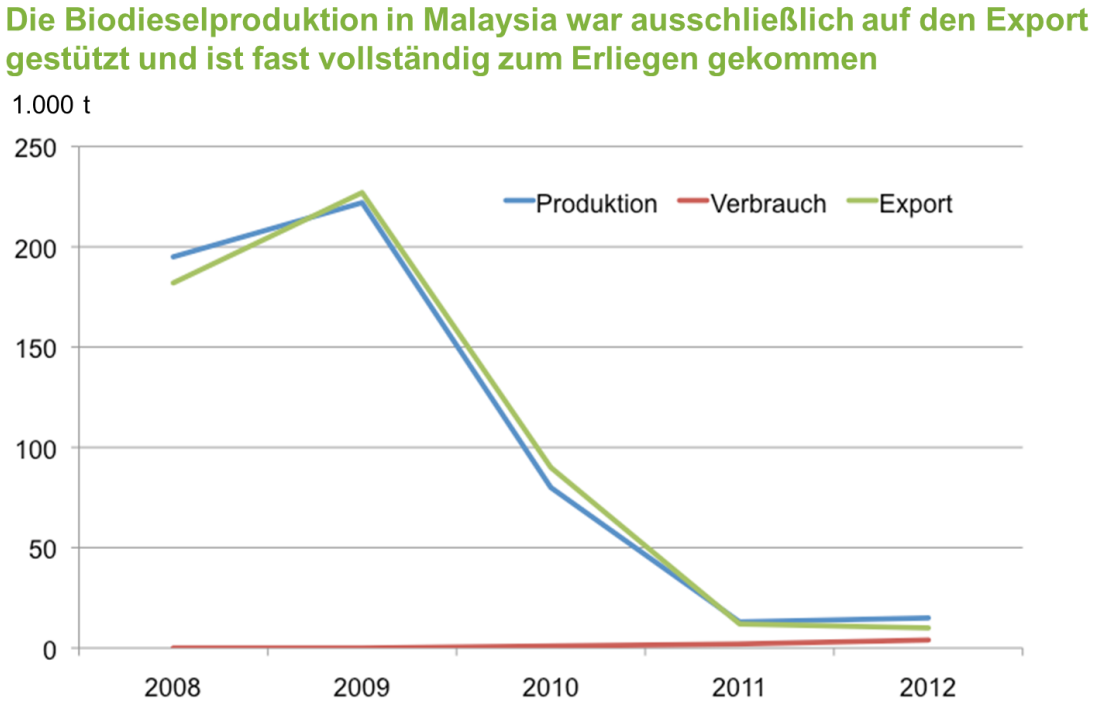


Abb. 611: Biodieselmarkt Malaysia[1653]

Die Biodieselproduktion in **Indonesien** hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Gleiches gilt für die Exporte, die alle in die EU gehen. Ein Hindernis bei der weiteren Entwicklung ist der Ausschluss von Palmöl als Rohstoff für Biodiesel im Renewable Fuels Standard 2 (RFS2) in den USA. Auch der heimische Absatz hat an Bedeutung gewonnen und spielt mittlerweile eine Rolle. Dies stützt die Biodieselindustrie auch im Vergleich zu der in Malaysia. Zudem hat der Dieselkraftstoff einen im Vergleich zu Malaysia deutlich höheren Anteil am Gesamtkraftstoffverbrauch, so dass ein B5-Mandat durchaus zu relevanten Absatzpotentialen führt.[1654]

[1653] Basierend auf GAIN Report 2011b a.a.O.
[1654] Vgl. u.a. GAIN Report 2011c. Indonesia. Biofuels Annual 2011.

Während die malaiische Biodieselproduktion nahezu stillsteht, wächst die indonesische weiter stark. Der nationale Verbrauch gewinnt an Bedeutung

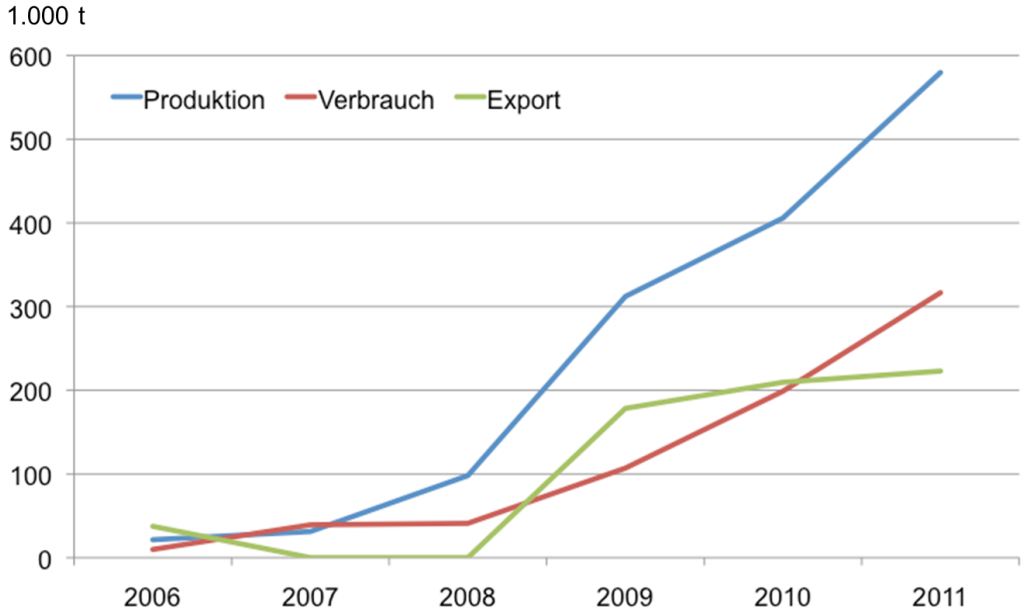


Abb. 612: Biodieselmarkt Indonesien[1655]

Die Biodieselproduktion in **Brasilien** ist seit 2006 kontinuierlich gestiegen und belief sich in 2011 auf fast 2,5 Mio. t. Der Verbrauch hat sich aufgrund der politischen Förderung und der regelmäßig festgelegten Auktionierung weitgehend parallel entwickelt (s. folgende Abb.). Die Anzahl der Biodieselanlagen ist dabei von sieben in 2006 auf 70 in 2011 gestiegen. Die Kapazitätsauslastung lag zu Beginn bei ca. 20 %, ist dann aber zumindest auf über 40% gestiegen. Nennenswerter Außenhandel mit Biodiesel findet nicht statt.

[1655] Basierend auf GAIN Report 2011c a.a.O.

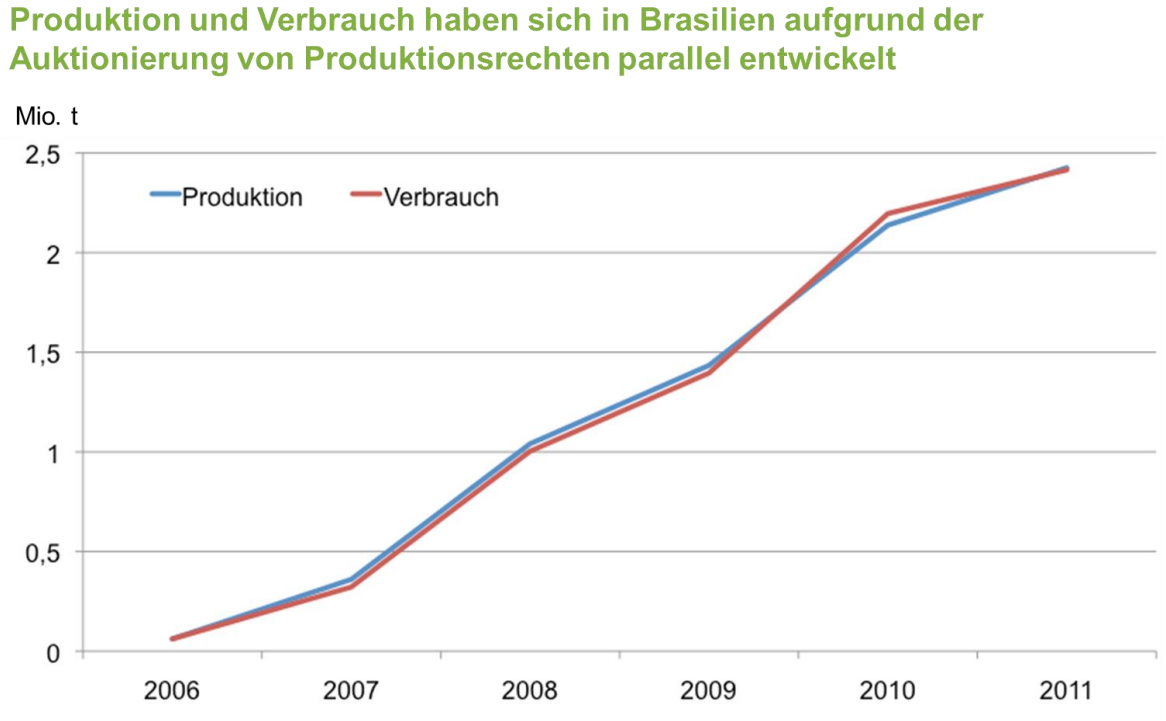


Abb. 613: Biodieselmarkt Brasilien[1656]

Obwohl andere Rohstoffe als Soja (v.a. Rhizinus) explizit gefördert werden und deren Einsatz Ziel des Biodieselprogramms waren, beruht 84% der Produktion auf Soja, gefolgt von tierischen Fetten mit 15 % und Baumwollöl mit 1%. Die extra geförderte Produktion aus Rhizinus und Palmöl spielt damit keine Rolle.

Bioethanol

Der Markt für Bioethanol in den **USA** hat sich aufgrund der oben beschriebenen politischen Förderung im Rahmen des Renewable Fuels Standard in den letzten Jahren rasant entwickelt und wird durch die vorgegebenen Mengenziele getrieben (s. folgende Abb.). Die Produktion ist mittlerweile auf über 50 Mio. m^3 angestiegen, was die USA zum weltweit mit Abstand größten Produzenten macht. Die Anzahl der Produktionsanlagen hat sich dabei von gut 50 im Jahre 2000 auf über 200 in 2011 erhöht.[1657]

[1656] GAIN Report 2011d: Brazil. Biofuels Annual 2011.
[1657] RFA 2012b: Statistics. www.ethanolrfa.org/pages/statistics (Abruf. 12. April 2012).

Die Bioethanolproduktion in den USA hat sich schnell erhöht und wird getrieben durch die Mengenvorgaben des RFS

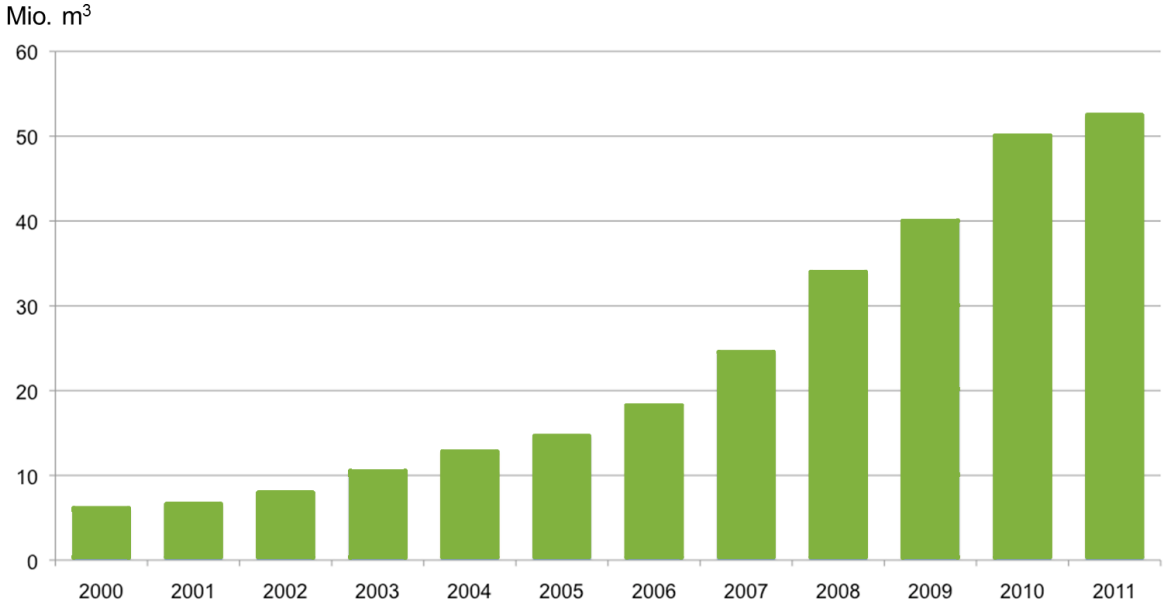


Abb. 614: Bioethanolproduktion USA[1658]

Während die **USA** zu Beginn des Renewable Fuels Standards zwischen 2006 und 2008 noch relativ große Mengen Bioethanol importiert hat (zwischen ca. 1,5 und 23 Mio. m^3), spielten Ethanolimporte zwischen 2009 und 2011 keine große Rolle. Die Exporte sind in diesen Jahren aber erheblich auf bis zu ca. 3 Mio. m^3 angestiegen. Hierzu haben in 2011 auch die oben beschriebenen Exporte nach Europa (sogenanntes E90) beigetragen. Heute wird von den USA allerdings Zuckerrohrethanol aus Brasilien importiert, da dieser in den USA als „advanced biofuel“ eingestuft ist und zur Erfüllung der Ziele beim Einsatz von „advanced biofuels“ verwendet wird.

Brasilien war lange Zeit der global führende Bioethanolproduzent, wurde aber in den letzten Jahren von den USA deutlich überholt. Brasilien produziert in den letzten Jahren zwischen 25 und 30 Mio. m^3 Ethanol. Dabei wird anhydrous (wasserfrei) und hydrated (hydrierter) Ethanol produziert. Anhydrous Ethanol enthält ca. 0,5% Wasser, während hydriertes Ethanol ca. 5% Wasser enthält. Das weitgehend wasserfreie Ethanol wird für die Beimischung verwendet, während hydriertes Ethanol direkt an der Tankstelle verkauft wird. Dabei ist das entwässerte Ethanol, da es aus dem wasserhaltigen Ethanol durch einen weiteren Prozessschritt zur Wasserentfernung produziert wird, stets etwas teurer.

Nach einer relativ stabilen Bioethanol-Produktionsmenge bis zum Jahr 2003, die in erster Linie durch die Beimischungsfestlegung bestimmt wurde, stieg dann die Produktion durch die Einführung und zunehmende Marktdurchdringung der FFVs erheblich auf bis zu fast 30 Mio. m^3 an (s. folgende Abb.). Der wichtiger werdende Anteil des Absatzes über den Einsatz von FFVs garantiert aber noch keinen ständig wachsenden Ethanolabsatz. Da die Konsumenten flexibel zwischen dem Benzinkraftstoff und Ethanol wechseln können, müssen Preisvorteile für Ethanol im Vergleich zum Benzinkraftstoff an der Zapfsäule existieren.

[1658] RFA 2012b a.a.O.

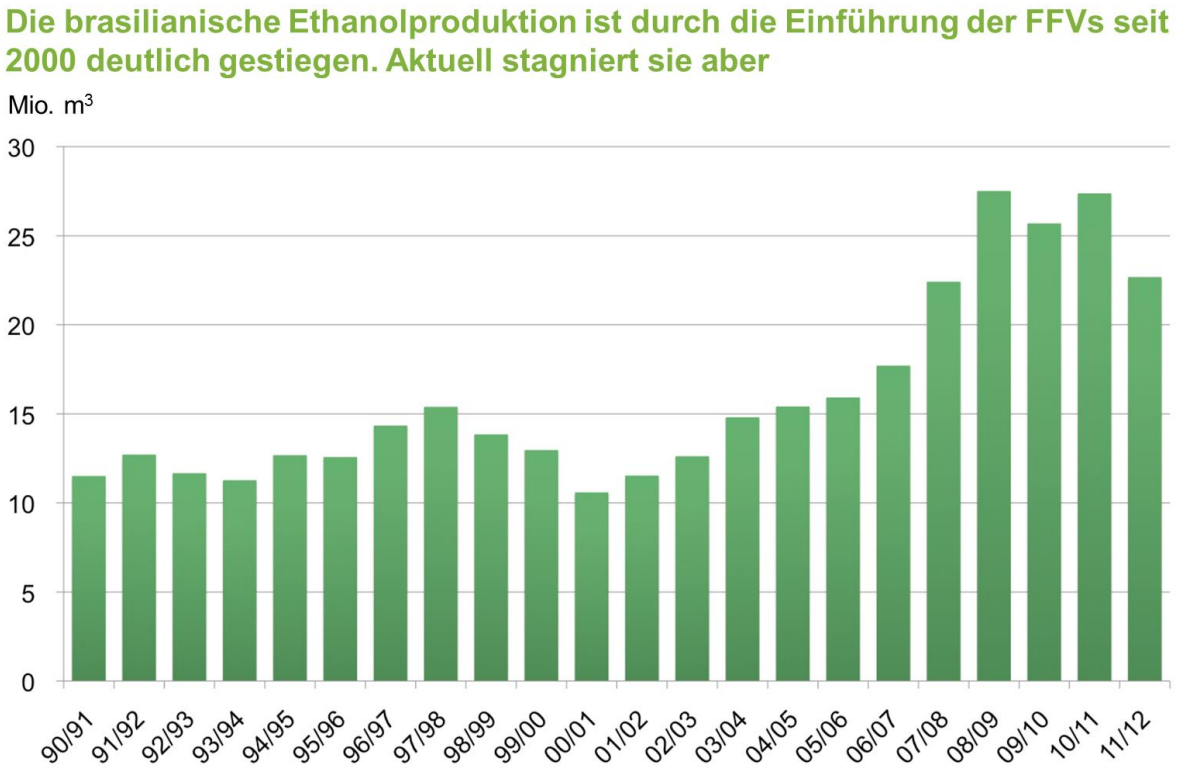


Abb. 615: Entwicklung Bioethanolproduktion in Brasilien[1659]

In 2011/12 sank die Bioethanolproduktion in Brasilien auf etwa 23 Mio. m^3.[1660] Dies wird in erster Linie auf hohe Zuckerpreise zurückgeführt, die Anreize zur Zuckerproduktion statt Ethanolproduktion setzten. Dadurch kam es auch erstmalig zu relevanten Importen von Kraftstoffethanol. Gleichzeitig sanken die eigenen Exporte (s. folgende Abb.).

[1659] UNICA 2012b: Brazilian ethanol production.
[1660] GAIN Report 2011d a.a.O.

Brasilien hatte in jüngster Vergangenheit Versorgungsprobleme bei Bioethanol. Die eigene Produktion und Exporte sanken, die Importe stiegen

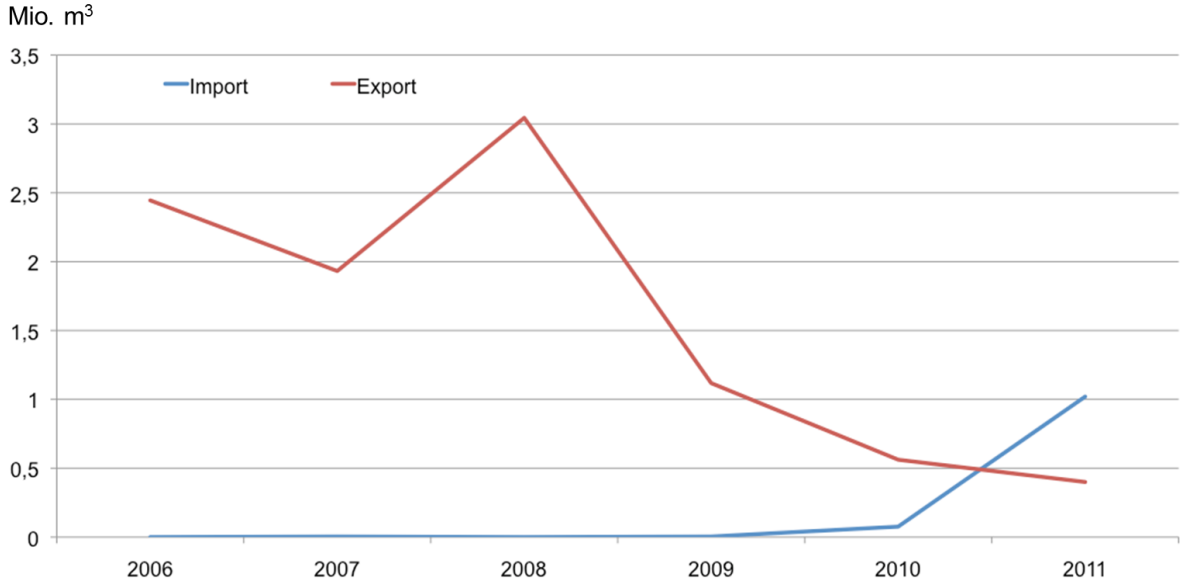


Abb. 616: Entwicklung Außenhandel[1661]

Durch die reduzierten Anreize zur heimischen Ethanolproduktion bei gleichzeitigem leichten Kapazitätsaufbau und den erstmalig stattfindenden größeren Importen sank auch die Auslastung der heimischen Produktionskapazitäten deutlich (s. folgende Abb.).

Brasilien setzt weiterhin auf einen Ausbau der Zuckerrohrproduktion und damit verbunden auf den Ausbau der Ethanolproduktion. Potentiale hierzu bestehen noch, wenngleich sie unter den Aspekten der Nachhaltigkeit vor allem aus europäischer Sicht kontrovers diskutiert werden. Die weitere Entwicklung der Bioethanolproduktion wird sich aber stets im Spannungsfeld der Zuckerpreise, fossilen Kraftstoffpreise, Ethanolpreise sowie der jeweils festgelegten Beimischungspflicht bewegen.

[1661] GAIN Report 2011d a.a.O.

Bei leichtem Kapazitätsaufbau und stagnierender bzw. sinkender Produktion in den letzten drei Jahren sank die Kapazitätsauslastung deutlich

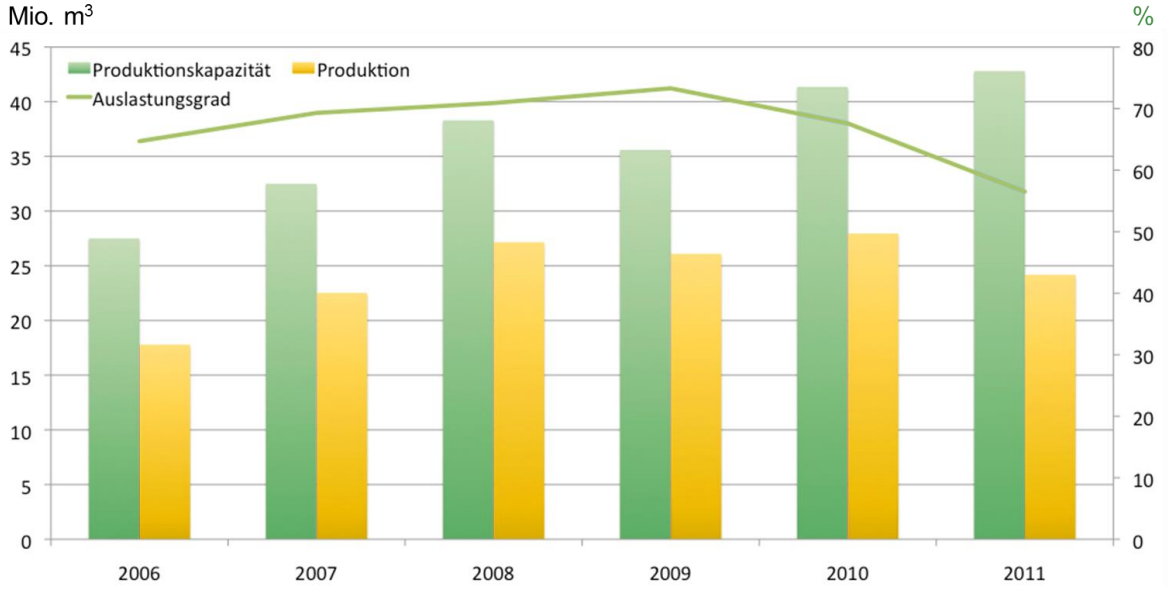


Abb. 617: Produktionskapazität und Auslastungsgrad Bioethanol Brasilien[1662]

13.1.8.3 Schlussfolgerungen

Der zunehmende Einsatz von Biokraftstoffen ist ein globaler Trend. In allen Weltregionen haben sich die Biokraftstoffmärkte in den letzten Jahren rasant entwickelt. Dies gilt für Biodiesel und Bioethanol. Biodiesel wird bisher vor allem aus Rapsöl, Soja- und Palmöl produziert, Bioethanol aus Zuckerrohr und Getreide. Dabei wird der Weltmarkt mit zusammen über drei Viertel der Produktion durch die USA und Brasilien bestimmt. In beiden Ländern hat Bioethanol eine große Bedeutung am Ottokraftstoffmarkt erreicht. Der Biodieselmarkt wird hingegen noch von Europa bestimmt, wobei auch hier die Produktion in Südamerika und Südostasien deutlich zunimmt, während sie in Europa stagniert und eher die Bioethanolproduktion noch ausgebaut wird.

Ohne gezielte politische Förderung wäre kaum ein Biokraftstoffmarkt auf der Welt wettbewerbsfähig im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen. Die Ziele der Förderung durch die Politik sind dabei in den Weltregionen sehr ähnlich. Durch einen verstärkten Einsatz von Biokraftstoffen soll eine stärkere Unabhängigkeit von Rohöl bzw. Rohölimporten ermöglicht werden, es sollen Substitute zu Rohöl aufgebaut, die Treibhausgasemissionen reduziert und die heimische Wirtschaft gefördert werden.

Zu Beginn der Entwicklung der jeweiligen Biokraftstoffmärkte waren dies meist rein nationale Märkte. Heute findet aber ein zunehmender internationaler Handel mit Biokraftstoffen selbst und den eingesetzten Rohstoffen statt. Teilweise wurden sogar Produktionen aufgebaut, die fast ausschließlich den Export bedienten. So war beispielsweise die Biodieselproduktion in Malaysia auf den Export in die EU und nach USA ausgerichtet und ein nationaler Einsatz fand kaum statt. Mit zunehmender Größe der Märkte und einer Ausrichtung auf verpflichtende Quotensysteme wurden die Märkte trotz weiterhin bestehender tarifärer Handelshemmnisse globaler, da nach den günstigsten Biokraftstoffen zur Erfüllung der Quoten gesucht wurde.

[1662] GAIN Report 2011d a.a.O.

Allerdings wurde auch die Kehrseite solcher rein politischen Märkte in den letzten Jahren vielfach deutlich. So wurden Steuerentlastungen reduziert, Importschranken ausgehebelt und Quoten angepasst. Zudem hat die Nachhaltigkeitsdiskussion und die Diskussion über das Treibhausgaseinsparungspotential von Biokraftstoffen die Märkte verunsichert und auch in der Politik zu mehr Zurückhaltung bei der Förderung von Biokraftstoffen gesorgt.

Die Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen ist bis heute (teilweise mit der Ausnahme von Brasilien) nicht eingetreten und sie ist auch aufgrund der parallel zum Rohölpreis ansteigenden Rohstoffkosten für Biokraftstoffe nicht absehbar. Neue Produktionstechnologien mit Kostenvorteilen und eine neue Rohstoffbasis mit weniger Nachhaltigkeitsproblemen wurden bisher nur sehr begrenzt entwickelt.

So kam es in einigen Ländern in den letzten Jahren zu einer Stagnation der Märkte, bei gleichzeitig deutlichen Überkapazitäten, die während der Boomphase mit noch großer politischer Unterstützung und geringeren Rohstoffpreisen aufgebaut wurden.

Biokraftstoffe stehen damit heute an einem Scheideweg. Die Diskussion um ihren Nutzen für die Umwelt und die Potentiale der Treibhausgaseinsparung, die Tank vs. Teller Diskussion und die begrenzte Rohstoffverfügbarkeit reißen nicht ab. Die Wettbewerbsfähigkeit heute produzierter Biokraftstoffe ist ohne massive politische Förderung weiterhin nicht gegeben und vielversprechende neue Technologien und Rohstoffe sind noch nicht marktreif. Gleichzeitig sinkt zumindest in der EU der Wille zur politischen Unterstützung. In den USA wird es schwierig die Vorgaben zum Einsatz von Zelluloseethanol einzuhalten. Während in Brasilien die Produktion aufgrund der hohen Zuckerpreise stagniert, entwickeln sich in Südostasien die nationalen Märkte nur sehr langsam. Daher bleibt abzuwarten, ob die globale Verwendung von Biokraftstoffen weiter so rasant steigt und ob sie durch neue Technologien und eine ausgedehnte Rohstoffbasis unterstützt wird.

13.2 Vergleich mit 2004

13.2.1 Beschreibung des Marktes in 2004[1663]

Dieselkraftstoffsubstitute

Im Jahr 2004 wurden in Deutschland ca. 1,1 Mio. t Biodiesel und ca. 130.000 t Pflanzenöl für einen Wert von knapp 1 Mrd. Euro abgesetzt. Damit wurde der Biokraftstoffanteil, der in Deutschland in 2004 bei 2,2% lag, fast ausschließlich durch Biodiesel gedeckt. Der Biodieselanteil im Dieselmarkt betrug in 2004 über 4%. Der Biodieselpreis lag bei ca. 0,7 Euro je Liter. Es bestanden drei etablierte Absatzkanäle: 55% des Biodiesels wurden direkt an Flotten (LKW und Busse) abgesetzt (B100, P100), 20 % wurde als Reinkraftstoff (B100, P100) über das Tankstellennetz (ca. 1.900 Tankstellen) an PKW verkauft. 25% wurden bereits als bis zu 5 %ige Beimischung verkauft. Das starke Wachstum des Marktes in 2004 beruhte auf dem Beginn der Beimischung (B5). Dies löste auch das Problem von teilweise bestehenden Überkapazitäten. Deutschland war damit in 2004 global der mit Abstand größte Markt für Biodiesel. Der wesentliche Treiber des Marktes war die Reduzierung der Mineralölsteuer für Biodiesel um 100%. Dies führte zu Preisvorteilen gegenüber fossilem Kraftstoff. Im Jahr 2004 verfügten 25 Biodieselanlagen in Deutschland über Erzeugungskapazitäten von 1,2 Mio. t. Die Rohstoffe stammten zu ca. 85 bis 90 % aus heimischem Anbau. Sonstige Dieselsubstitute waren im Jahr 2004 nicht auf dem Markt.

Ottokraftstoffsubstitute

Bioethanol war in 2004 neben Biodiesel und reinem Pflanzenöl der einzige erneuerbare Energieträger im Kraftstoffsektor. Es durfte gemäß damaliger Kraftstoffnorm Ottokraftstoff bis zu 5 vol. % Bioethanol beigemischt werden. Außerdem wurde Bioethanol zur Herstellung von ETBE verwendet. Im Jahr 2004 wurden in Deutschland ca. 100.000 m^3 Bioethanol mit einem Umsatzvolumen von ca. 50 Mio. Euro abgesetzt. Der Preis für Bioethanol lag bei ca. 0,5 Euro pro Liter. Der Absatz in 2004 erfolgte weit überwiegend über die ETBE-Produktion (Schätzung ca. 90.000 m^3), während die direkte Beimischung regional auf Nischenmärkte beschränkt war (Schätzung ca. 10.000 m^3). Eine flächendeckende Beimischung wurde von der Mineralölindustrie aus technischen, logistischen und kommerziellen Gründen noch abgelehnt. Der Absatz von Bioethanol für sogenannte Flex Fuel Vehicles (FFVs), die mit E85 betankt werden können, spielte keine Rolle. In Deutschland wurde Ethanol aus Weizen und Roggen produziert, Zuckerrübe spielte keine Rolle. Bioethanol wurde überwiegend aus Spanien importiert. Die heimische Produktionskapazität betrug in 2004 lediglich ca. 50.000 m^3. Neben der konstanten Ethanolproduktion für den traditionellen Sektor von knapp 300.000 m^3 begann aber in 2004 ein starker Ausbau der Produktionskapazitäten in Deutschland mit drei großen Anlagen mit insgesamt ca. 540.000 m^3, der sich aber erst in 2005 niederschlug. Der wesentliche Treiber des Marktes war die Reduzierung der Mineralölsteuer für Bioethanol um 100%.

[1663] Vgl.: FNR 2006: Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow.

Gassubstitute

Biomethan für den Transportsektor war im Jahr 2004 nicht auf dem Markt. Zudem war auch der Markt für die Verwendung von Erdgas als Kraftstoff mit ca. 450 Tankstellen und ca. 30.000 Erdgasfahrzeugen noch nicht so weit entwickelt.

Kerosinsubstitute und Schiffskraftstoffsubstitute

Kerosin- und Schiffskraftstoffsubstitute spielten im Jahr 2004 keine Rolle. Sie wurden in der alten Marktanalyse nicht betrachtet.

13.2.2 Wesentliche Änderungen und ihre Treiber

Seit 2004 hat sich der Markt für Biokraftstoffe grundlegend gewandelt. Die Treiber für die marktbestimmenden Änderungen sind drei Gruppen zuzuordnen (s. folgende Abb.):

- Politische Ziele für erneuerbare Energien im Transportsektor
- Kritik an Biokraftstoffen bzgl. Nachhaltigkeit und THG-Emissionen
- Notwendigkeit technischer Anpassungen

1) Der Transportsektor ist in der EU für ca. 20% der gesamten THG-Emissionen verantwortlich und der Anteil erneuerbarer Energien im Transportsektor blieb trotz Energiesteuerrichtlinie und Biokraftstoffrichtlinie aus dem Jahre 2003 weiter relativ gering. Der Einsatz von erneuerbaren Energien im Transportsektor und der Beitrag des Transportsektors zu THG-Einsparungen blieben wichtige politische Ziele. Um diese zu verfolgen wurden die nun verpflichtenden hohen Ziele für erneuerbare Energien im Transportsektor aus der RED (2009/28/EC) und die nationalen Quotenvorgaben für Biokraftstoffe implementiert. Über die in 2004 geltende Steuerentlastung für Biokraftstoffe wurden ausreichend Anreize geschaffen um die Biokraftstoffe, im Dieselbereich überwiegend als Reinkraftstoffe und im Ethanolbereich mit geringen Mengen als Beimischung, in den Markt zu bekommen. Den durch die 100%ige Steuerentlastung erzielten Kostenvorteilen für Biokraftstoffe und der damit verbundenen zunehmenden Verbreitung standen jedoch steigende Steuerausfälle gegenüber. Zudem war die tatsächlich eingesetzte Menge von Biokraftstoffen und deren Anteil am gesamten Kraftstoffmarkt schwer steuerbar. Der Kostenvorteil von Biokraftstoffen im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen hing jeweils von den aktuellen Produktionskosten (vor allem Rohstoffkosten) der Biokraftstoffe und den fossilen Kraftstoffpreisen ab. Zudem durfte keine Überkompensation erfolgen, was mit jährlichen Analysen geprüft wurde. Daher wurden in Deutschland ab 2007 verpflichtende Quoten für Biokraftstoffe festgelegt. Eine steuerliche Entlastung für Biokraftstoffe im Rahmen der Quote war nicht mehr möglich. Außerhalb der Quote setzte eine zunehmende Besteuerung ein. Dadurch kamen die Reinkraftstoffmärkte weitgehend zum Erliegen.

2) Zwischen 2004 und 2010 wurde die Kritik an Biokraftstoffen immer lauter. Ihre Nachhaltigkeit und ihr THG-Einsparungspotential wurden von der Wissenschaft, NGOs und teilweise der Öffentlichkeit angezweifelt. Biokraftstoffe wurden für Landnutzungsänderungen und damit verbundene Verluste von biodiversen und kohlenstoffreichen Flächen verantwortlich gemacht. Der Anbau von Biomasse für Biokraftstoffe stand unter ökologischen und sozialen Gesichtspunkten in der Kritik und die Diskussion „food vs. fuel“ erreichte mit steigenden

Rohstoffpreisen ihren vorläufigen Höhepunkt. Hierauf wurde von der Politik mit der Implementierung von Nachhaltigkeits- und THG-Anforderungen reagiert. Die Einhaltung der Anforderungen muss über die Verwendung von freiwilligen Zertifizierungssystemen nachgewiesen werden. Nur dann ist der Biokraftstoff auf die Quote und die Ziele der RED anrechenbar. Dies ist mittlerweile in den EU-Mitgliedsstaaten weitgehend umgesetzt. In Deutschland erfolgte die Implementierung über die BioKraft-NachV.

Zusätzlich wurde für bestimmte, als besonders nachhaltig eingestufte Biokraftstoffe eine Doppelanrechnung auf die Ziele ermöglicht. So soll eine Diversifizierung der Rohstoffbasis erzielt werden. Bei der Verwendung von Abfall- und Reststoffen die doppelanrechnungsfähig sind, soll so bspw. der Flächenbedarf für die Zielerreichung reduziert werden.

Darüber hinaus wurde über die FQD (2009/30/EC) eine bestimmte Reduktion der THG-Emissionen je Energieeinheit von durch die Mineralölindustrie vermarkteten Kraftstoffs verlangt. So wurden weitere Anreize geschaffen, Biokraftstoffe mit einer guten THG-Bilanz einzusetzen. In Deutschland wurde die sogenannte Dekarbonisierung bereits über die Festlegung einer „Klimaschutzquote“ ab 2015 in einer Änderung der BImSchV in 2009 festgelegt.

3) Um die verpflichtenden Ziele für den Einsatz erneuerbarer Energien im Transportsektor zu erreichen und die entsprechenden notwendigen Beimischungen zu ermöglichen, war eine Anpassung der Kraftstoffnormen notwendig. Dies schaffte die Voraussetzungen für die Beimischungen in Höhe von B7 und E10. Zudem wurde die Einspeisung von auf Erdgasqualität aufbereitetem Biomethan in das Erdgasnetz ermöglicht.

   Durch die Einbeziehung des Luftverkehrs in das europäische Emissionshandelssystem entstanden zudem bei den Fluggesellschaften Anreize, Biokerosin einzusetzen. So sollen entsprechende Reduktionen bei den Treibhausgasemissionen erzielt und ein Ersatz für fossile Kraftstoffe aufgebaut werden. Um die Beimischung von nach bestimmten Verfahren produzierten Biokraftstoffen zum herkömmlichen Jet-Fuel zu ermöglichen, mussten auch hier die Kraftstoffnormen angepasst werden.

Bahnbrechende technologische Entwicklungen mit einem relevanten Einfluss auf die Biokraftstoffmärkte gab es zwischen 2004 und 2010 nicht. Lediglich das finnische Unternehmen Neste Oil hat mit seinen Produktionsanlagen für den Biodiesel NExBTL in Porvoo (Finnland), Rotterdam und Singapur den Markt durchdrungen. BtL-Kraftstoffe und auch Bioethanol aus Lignozellulose konnten bisher nicht zur Marktreife mit relevanten Absatzmengen geführt werden. Gleiches gilt für neue Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen. Lediglich die Nutzung von Biomethan als Kraftstoff spielt mittlerweile im Bereich der Erdgasfahrzeuge eine gewisse Rolle.

Allerdings kam es, unter anderem angeregt durch die Nachhaltigkeits- und THG-Kritik an Biokraftstoffen und durch die BioKraft-NachV zu Prozessoptimierungen. Die Verwendung fossiler Quellen als Prozessenergie wurde durch neue Verfahren der Nutzung von Biomasse als Energiequelle reduziert. Dies hat zu einer Verbesserung der THG-Bilanzen traditioneller Biokraftstoffproduzenten beigetragen.

Der Erdölpreis und damit die Preise für die fossilen Kraftstoffe sind grundsätzlich ein wichtiger Parameter der Marktentwicklung für Biokraftstoffe, da sie entscheidend deren Wettbewerbsfähigkeit mitbestimmen. Zwischen 2004 und 2010 hat sich der Erdölpreis zwar deutlich erhöht von ca. 40 US$ auf 90 US$ je Barrel. Dies erhöht tendenziell die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe. Jedoch sind im gleichen Zeitraum auch die Rohstoffpreise für Biokraftstoffe

(Pflanzenöle, Getreide) deutlich gestiegen. Diese sind für ca. 80% der Produktionskosten verantwortlich. Darüber hinaus begann die Teilbesteuerung der Biokraftstoffe. Eine Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe im Vergleich zu den fossilen Kraftstoffen konnte so bisher nicht erreicht werden.

Zwischen 2004 und 2010 hat sich die Förderung von Biokraftstoffen grundlegend verändert. Dies zeigt deutliche Auswirkungen auf den Markt

Abb. 618: Markteinfluss der Biokraftstoffförderung in Deutschland

13.2.3 Erklärung der Marktentwicklung

Mit den oben beschriebenen Treibern und Änderungen lassen sich die Marktentwicklungen bei den einzelnen Substituten für fossile Kraftstoffe gut erklären. Die grundsätzlichen Änderungen durch die politischen Vorgaben (Umstellung von steuerlicher Förderung auf Quotenverpflichtung und Integration verpflichtender Nachhaltigkeits- und THG-Anforderungen) gelten dabei für alle Dieselkraftstoff-, Ottokraftstoff- und Gassubstitute. Im Bereich der Kerosinsubstitute spielt noch das europäische Emissionshandelssystem eine Rolle. Die Schiffskraftstoffsubstitute spielen eine untergeordnete Rolle. Ein Markt hat sich hier bisher nicht gebildet und es bestehen keine Anreize oder Verpflichtungen für einen Einsatz von Biokraftstoffen.

Dieselkraftstoffsubstitute

Die Entwicklungen bei den Dieselkraftstoffsubstituten können durch die oben genannten allgemeinen Treiber und Änderungen erklärt werden. Die zunehmende Besteuerung führte zu einem massiven Rückgang der Reinkraftstoffmärkte B100 und P100. Diese spielen heute quasi keine Rolle mehr. Zeitgleich wurde durch das Umschwenken auf die Quotenregelung der Beimischungsmarkt B5 und später B7 relevant. Die Beimischung bestimmt heute den Ge-

samtmarkt, konnte aber die weggefallenen Mengen aus dem B100- und P100-Markt nicht komplett auffangen. Zudem stagniert dieser Markt, da eine Beimischung über B7 hinaus nicht absehbar ist und der Dieselkraftstoffverbrauch in Deutschland kaum mehr wächst und ab 2015 ein Rückgang prognostiziert wird.[1664]

Eine Möglichkeit der Absatzsteigerung bei Dieselkraftstoffsubstituten wäre das Co-processing von Pflanzenölen bei Mineralölraffinerien. Dies wäre technisch möglich. Allerdings ist die entsprechende Verordnung nicht in Kraft und ein Absatz über die bestehende Quote hinaus würde auch nur stattfinden, wenn dies ökonomisch vorteilhaft wäre.

Die Doppelanrechnung von Biokraftstoffen führt derzeit vor allem bei den Dieselkraftstoffsubstituten zu einer Reduktion der insgesamt abgesetzten Menge. Dies liegt daran, dass die Doppelanrechnung de facto bisher fast ausschließlich für Biodiesel aus Altspeiseölen (UCOME) stattfindet, da keine anderen Biokraftstoffe für die Doppelanrechnung in relevanten Mengen zur Verfügung stehen.

Der Rohstoffeinsatz für die Biodieselproduktion konzentriert sich weiterhin auf die Verwendung von Raps, wobei je nach Preisrelation der verschiedenen Pflanzenöle und abhängig von den technischen Möglichkeiten und der Jahreszeit auch erhebliche Mengen Soja- und Palmöl zum Einsatz kommen können. Direktimporte von Biodiesel spielten in den letzten Jahren auch eine Rolle, insbesondere aus Argentinien und Südostasien. Die subventionierten B99 Importe aus den USA, unter denen die europäischen Produzenten in der Vergangenheit litten, spielten bis 2009 ein Rolle, wurden aber durch Anti-Dumping-Maßnahmen bekämpft.

Ottokraftstoffsubstitute

Die Entwicklungen bei den Ottokraftstoffsubstituten können durch die oben genannten allgemeinen Treiber und Änderungen erklärt werden. Jedoch spielte der Reinkraftstoffmarkt bei Ethanol (anders als bei Biodiesel) nie eine große Rolle. Dies gilt bis heute, obwohl E85 als Biokraftstoff mit herkömmlichen Bioethanol den fortschrittlichen Biokraftstoffen zugeordnet wurde und weiterhin zu 100% steuerentlastet ist. Durch die anfängliche Steuerentlastung für Bioethanol auch in der Beimischung und die spätere Quotenverpflichtung kam es jedoch zu einer verstärkten Beimischung von Ethanol. Diese erfolgte zunächst über ETBE, dann zunehmend über E5. Seit 2011 war dann auch E10 mit der Kraftstoffnorm vereinbar und wurde in Deutschland flächendeckend eingeführt. Allerdings stieß E10 auf erhebliche Akzeptanzproblemen bei den Autofahrern.

Die erhofften Entwicklungen bei der Bioethanolproduktion aus Lignozellulose sind bisher nicht eingetreten und es ist weiterhin nicht marktrelevant.

Zu relevanten Ethanolimporten kam es vor allem zwischen 2008 und 2011. Hier wurde zu geringen Zollsätzen Ethanol/Benzingemische importiert. Diese sogenannten E90-Importe kamen aus den USA, die so große Mengen Maisethanol auf dem europäischen Markt im Vergleich zu in Europa produziertem Ethanol wettbewerbsfähig anbieten konnte. Diese Praxis dürfte aber durch eine Entscheidung der Europäischen Kommission bzgl. der Zollklassifizierung aus dem März 2012 weitgehend beendet sein.

[1664] Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV) 2011: MWV-Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin. http://mwv.de/upload/statistiken/info/110622_Prognose_2025_vGz4jVRjg9gJGKN.pdf (Abruf: 27. Juli 2012).

Gassubstitute

Biomethan wird im Transportsektor erst seit kurzem überhaupt eingesetzt. Dies funktioniert nur in der bestehenden Flotte an Erdgasfahrzeugen (ca. 90.000 Fahrzeuge in 2011 und 900 Tankstellen).[1665] Reines Biomethan wird in 2012 erst an unter 100 Tankstellen angeboten. Zusätzlich erfolgt ein Absatz im Transportsektor über die Beimischung von Biomethan ins Erdgasnetz. Hervorgerufen wurde diese Entwicklung durch die Steuerentlastung von Biomethan im Transportsektor, durch die zunehmende Einspeisung von Biomethan in das Erdgasnetz und durch Initiativen des Unternehmens verbiogas, das seit 2011 zunehmend Biomethan über einzelne Tankstellen vertreibt.

Kerosinsubstitute und Schiffskraftstoffsubstitute

Kerosinsubstitute im Luftverkehr spielen eine noch unbedeutende Rolle. Jedoch finden seit 2011 verstärkt Testflüge statt. Auch in Passagierflügen wurden Biokraftstoffe mittlerweile getestet. Langfristige Einsätze finden bisher nicht statt. Teilweise wird dies auch mit fehlenden Mengen an zertifizierten verwendbaren Biokraftstoffen begründet. Durch die Standardisierung des Kraftstoffs wurden aber die Voraussetzungen für eine weitere Marktentwicklung geschaffen. Biokraftstoffe sind heute für die Fluggesellschaften die einzige Möglichkeit, fossilen Kraftstoff zu ersetzen und damit ohne Reduktion der verbrauchten Kraftstoffmenge und Effizienzsteigerungen, THG-Emissionen zu reduzieren. Anreize hierzu werden über die Aufnahme des Luftverkehrs in das europäische Emissionshandelssystem geschaffen. Jedoch bleibt abzuwarten, ab wann die derzeitige Ausstattung der Fluggesellschaften mit Emissionszertifikaten tatsächlich zu der Notwendigkeit des Einsatzes von Biokraftstoffen in einem größeren Umfang führt.

13.3 Vergleich mit der Prognose aus 2004 für 2010

13.3.1 Aufbereitung der Prognosedaten und Annahmen

In der Marktanalyse aus 2004 wurde prognostiziert, dass **Biodiesel** und **Bioethanol** vermehrt in der direkten Beimischung eingesetzt werden und vor allem der Bioethanolmarkt stark expandieren wird.[1666] Für den Einsatz von Biodiesel als Reinkraftstoff wurde ein starker Rückgang prognostiziert. Für BtL-Kraftstoffe wurde für 2010 kein relevanter Marktanteil prognostiziert. Für Biomethan wurde der Markt für 2010 nicht prognostiziert, jedoch darauf hingewiesen, dass der Einsatz nur in Einzelfällen Bedeutung erlangt, da die Verstromung im Rahmen des EEG lukrativer ist und 2004 noch keine Form der Biomethannutzung als Kraftstoff im Transportsektor existierte. **BtL-Kraftstoffe** und **Biomethan** werden daher hier nicht weiter betrachtet. **Biokerosin** und **Schiffskraftstoffsubstitute** waren nicht Gegenstand der letzten Marktanalyse und werden in diesem Kapitel daher ebenfalls nicht behandelt.

[1665] dena Deutsche Energie-Agentur 2011: Erdgas und Biomethan im künftigen Kraftstoffmix. Handlungsbedarf und Lösungen für eine beschleunigte Etablierung im Verkehr. Aktualisierte Fassung, September 2011.
[1666] FNR 2006 a.a.O.

Biodiesel

Für den Markt für Biodiesel wurde im Jahr 2004 mit einem Absatz von 1,2 Mio. t Biodiesel für 2010 ein Absatz von 2,8 Mio. t prognostiziert. Grundlage für diese Prognose war der Rückgang des Reinkraftstoffmarktes aufgrund der zunehmenden Besteuerung und ein deutlicher Anstieg der Beimischung. Dabei wurde eine weitere politische Förderung, zumindest durch die Beimischung angenommen, da Biodiesel sonst weiterhin nicht wettbewerbsfähig wäre. Das erreichbare Produktionsvolumen basierend auf rein heimisch produziertem Raps wurde bei 2 Mio. t gesehen. Bei Absatzsteigerungen darüber hinaus wurden Importe für notwendig erachtet. Ein im Vergleich zum OK-Markt stabiler DK-Markt, der tendenziell „short“ ist, wurde als weiterer Grund für einen wachsenden Biodieseleinsatz gesehen.

In 2003 wurden ca. 128.000 t Rapsöl als Reinkraftstoff eingesetzt. Hier wurde aufgrund des Kostenvorteils eine weitere Zunahme des Einsatzes bis 2010 im Bereich Land- und Forstwirtschaft und im Flottenbetrieb prognostiziert. Die gesamte Marktgröße von Biodiesel und Kraftstoffen aus reinem Pflanzenöl betrug in 2004 ca. 950 Mio. Euro.

Bioethanol

Der Markt für Bioethanol als Kraftstoff besteht in Deutschland erst seit 2004. Es wurden in 2004 ca. 100.000 m^3 Bioethanol im deutschen Kraftstoffmarkt abgesetzt. Die Marktgröße wurde auf 50 Mio. Euro geschätzt. Der überwiegende Teil wurde in der Form von ETBE abgesetzt, kleinere Mengen Bioethanol wurden regional direkt dem Ottokraftstoff beigemischt. Der direkten Beimischung stand die Mineralölindustrie damals noch sehr ablehnend gegenüber, während ETBE für sie eine gute Option war. Bis 2010 wurde ein erhebliches Wachstum von 73% p.a. prognostiziert. Gründe hierfür waren vor allem die steuerliche Förderung, die Ziele aus der Biokraftstoff-Richtlinie der EU und der im Vergleich zum Biodieselmarkt noch sehr kleine Ethanolmarkt. Für die Prognose wurde das Ziel aus der Biokraftstoff-Richtlinie der EU von 5,75% energetischem Anteil von Biokraftstoffen am Gesamtkraftstoffverbrauch in 2010 zugrunde gelegt. Dies entspräche dem Wachstum von 73% p.a. auf einen Bioethanolabsatz von 2,7 Mio. m^3 und einem Marktvolumen von 1,3 Mrd. Euro bei einem angenommenen Ethanolpreis von 0,5 Euro je Liter. Dabei wurde ein Wachstum vor allem im ETBE-Bereich prognostiziert. Es wurde darauf hingewiesen, dass eine Prognose für 2010 für die Beimischung (E5/E10) schwierig sei, da die technischen Probleme (Dampfdruck, Wasseraffinität, Reaktionsfreudigkeit) noch ungelöst waren, spätestens aber danach ein Wachstum erwartet wird.

13.3.2 Vergleich mit Ist-Situation und Abweichungsanalyse

Biodiesel und **Bioethanol** waren in 2010 weiterhin die dominierenden Biokraftstoffe, wenngleich es aufgrund der geänderten politischen Förderung weg von der Steuerentlastung hin zu einer verpflichtenden Beimischungsquote Verschiebungen im Markt gab. **BtL** hat keinerlei Bedeutung im Markt erreicht und **Biomethan** wird im Jahr 2010 nur pilotweise eingesetzt.

Biodiesel

Für den Biodieselmarkt inklusive der Pflanzenöle als Reinkraftstoff wurde ein Wachstum von 15% p.a. prognostiziert. Bei einem Markt von ca. 1,3 Mio. t in 2004 hätte das einen Markt von ca. 3,1 Mio. t in 2010 bedeutet. Der tatsächliche Markt in 2010 belief sich aber nur auf ca. 2,6 Mio. t. Die Marktgröße wurde auf 2,4 Mrd. Euro bei Preisen von 2004 prognostiziert, während sich die reale Marktgröße in 2010 um etwa 2,1 Mrd. Euro bewegte (s. folgende Abb.).

Die Prognose für Marktvolumen in Mrd. Euro und Menge in Mio. t für 2010 lag etwas zu hoch im Vergleich zum tatsächlichen Wert

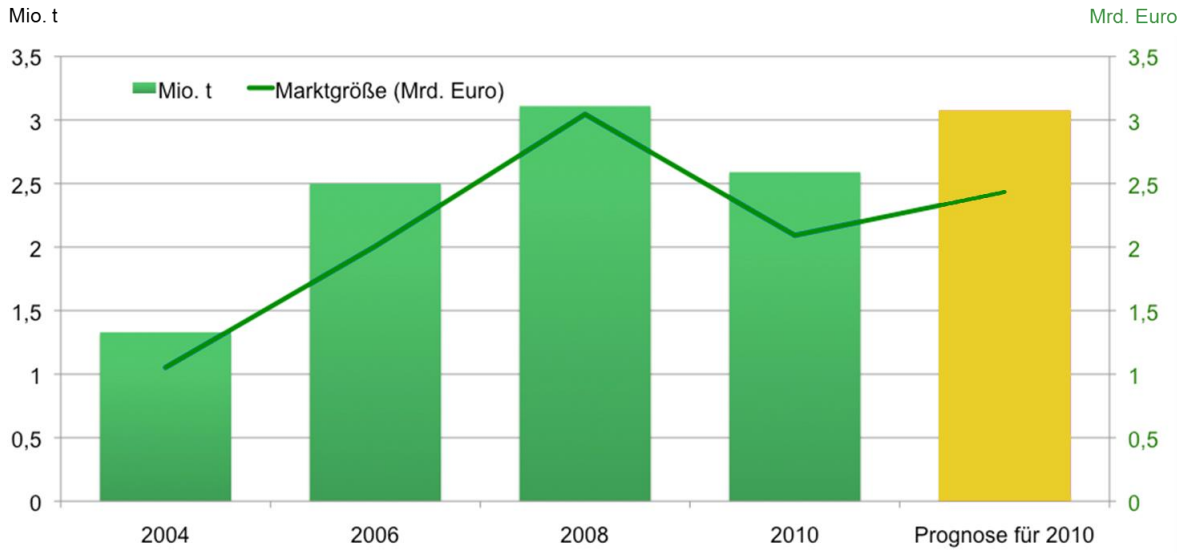


Abb. 619: Tatsächliche Entwicklung Biodieselmarkt vs. Prognose

Die Abweichungen hängen vor allem mit dem Umschwenken von der steuerlichen Förderung auf die Beimischungsquoten zusammen, die zu einem dramatischen Einbruch des Reinkraftstoffmarktes B100 führte. Ein Rückgang dieses Marktes wurde angenommen, jedoch nicht in dem eingetretenen Ausmaß. Mit einer deutlich steigenden Beimischung wurde in der Prognose aus 2004 jedoch bereits gerechnet. Der Außenhandel spielte in der alten Prognose keine Rolle, ist mittlerweile bei Biodiesel und seinen Rohstoffen aber von großer Bedeutung. Auch die starken Preisschwankungen bei den Rohstoffen und beim Endprodukt haben einen großen Einfluss auf die Marktgröße, spielten jedoch in der alten Prognose keine Rolle, da vielmehr der Preis aus 2004 zugrunde gelegt wurde (s. folgende Abb.).

Vergleich Prognose für 2010 mit tatsächlichen Daten für 2010

Kriterien	2004	Prognose 2010	Annahme	Ist 2010	Schlussfolge-rungen
Marktgröße	• 1,33 Mio. t Biodiesel und Pflanzenöl • 1 Mrd. €	• 3,07 Mio. t Biodiesel und Pflanzenöl • 2.43 Mrd. €	• Weiteres Wachstum, das bei 2 Mio. t an seine Grenzen stößt, sofern nur heimische Roh-stoffe verwendet werden • Reinkraftstoff verliert an Bedeu-tung, Markt für Beimischung wächst • Ohne politische Unterstützung ist Biodiesel auf ab-sehbare Zeit nicht wettbewerbsfähig • Keine Prognose zu Außenhandel	• 2,6 Mio. t Biodiesel und Pflanzenöl • 2,1 Mrd. €	• Import von Saat, Pflanzenölen und Endprodukt spielt in 2010 eine wichtige Rolle • Durch Verände-rung der politi-schen Rahmen-bedingungen Zusammenbruch des Reinkraft-stoffmarkts • Beimischung (auf B7/H3 begrenzt) konnte dies nicht ausgleichen • Starke Preis-schwankungen wurden nicht berücksichtigt
Produktion s-wert	• 0,85 Mrd. €	• 2.43 Mrd. €		• 2,26 Mrd. t • 1,2 Mrd. €	
Import / Export	• bis zu 200.000 t • kein relevanter Export	• k.A.		• 1,26 Mio. t • 1,16 Mio. t	
Preise	• 70,58 Cent/l (Großhandels-preis exkl. Ener-giesteuer) (2005)	• k.A.		• 72,05 Cent/l (Großhandels-preis exkl. Energiesteuer)	

Abb. 620: Abweichungsanalyse Biodiesel

Bioethanol

Für den Bioethanolmarkt wurde ein Wachstum von 73 % p.a. prognostiziert. Bei einem Markt von ca. 80.000 t in 2004 hätte das einen Markt von ca. 2,1 Mio. t in 2010 bedeutet. Der tatsächliche Markt in 2010 belief sich aber nur auf ca. 1,2 Mio. t. Die Marktgröße wurde auf 1,3 Mrd. Euro bei konstanten Preisen von 2004 prognostiziert, während sich die reale Marktgröße in 2010 etwa bei knapp 0,8 Mrd. Euro bewegte (s. folgende Abb.).

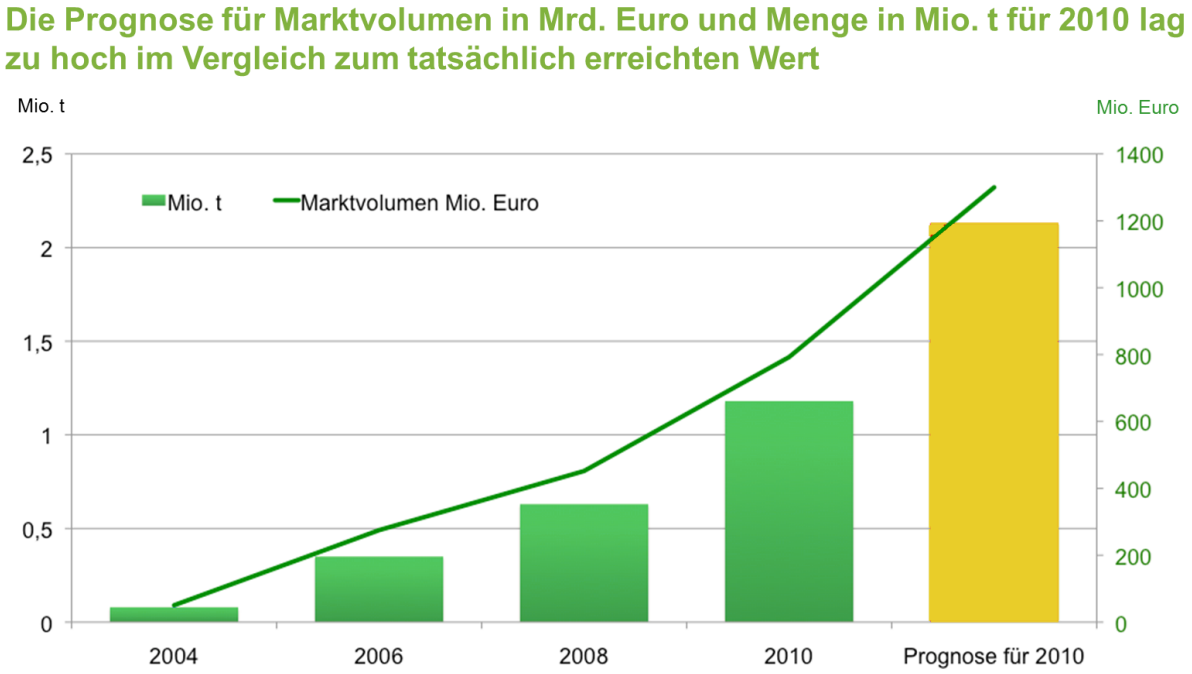


Abb. 621: Tatsächliche Entwicklung Bioethanolmarkt vs. Prognose

Die Abweichungen hängen in erster Linie damit zusammen, dass die politischen Ziele für die Biokraftstoffverwendung nicht so schnell wie prognostiziert umgesetzt wurden bzw. vor allem über den DK-Markt und zunächst nicht so sehr über den Bioethanolmarkt umgesetzt wurden. In Deutschland war die über das Biokraftstoffquotengesetz im Jahr 2007 eingeführte Unterquote für den OK-Markt geringer als für den DK-Markt. Hinzu kam ein deutlich schwächerer OK-Markt als angenommen, wodurch sich die Menge zur Erreichung der energetischen Ziele zum Einsatz von Biokraftstoffen im OK-Markt reduzierte (s. folgende Abb.).

Vergleich Prognose für 2010 mit tatsächlichen Daten für 2010

Kriterien	2004	Prognose 2010	Annahme	Ist 2010	Schlussfolgerungen
Marktgröße	• 100.000 m³ (90% über ETBE) • 48 Mio. €	• 2,7 Mio. m³ • 1,3 Mrd. Euro	• Biokraftstoffe erreichen einen Anteil von 5,75 % (energetisch) vom Kraftstoffverbrauch aufgrund EU-Biokraftstoffrichtlinie (eingeführt bis 2010) • Die 5,75% wurden auch für den Einsatz von Bioethanol im OK-Markt angenommen • Einschränkend wurde angemerkt, dass die Erreichung des Ziels das Commitment und erhebliche Anstrengungen aller Stakeholder erfordert • Preis Ethanol bleibt stabil bei 0,5 Euro je Liter	• 1,57 Mio. m³ • 800 Mio. Euro	• Staatl. Regulierung hat wie prognostiziert zu einer deutlichen Steigerung des Bioethanolmarktes geführt, der in 2004 im Vergleich zum Biodieselmarkt noch sehr klein war • Deutliche Produktionssteigerung Bioethanol in D • Beimischung (E5/ E10) hat stark an Bedeutung gewonnen, ETBE nicht stark gewachsen • Verbrauch Ottokraftstoffe in Deutschland stärker gesunken als prognostiziert
Produktions-wert	• 25.300 m³ • 12 Mio. €	• k.A.		• 737.000 m³ • 380 Mio. €	
Gesamtmarkt OK	• 25,4 Mio. t	• 22,9 Mio. t		• 19,6 Mio. t	
Preise	• 0,5 €/l	• 0,5 €/l		• 0,52 €/l	

Abb. 622: Abweichungsanalyse Bioethanol

13.3.3 Schlussfolgerungen für das Prognosemodell

Die Prognose der alten Marktanalyse und die tatsächlich eingetretene Marktsituation zeigen deutlich, dass der Markt für Biokraftstoffe fast ausschließlich von politischen Entscheidungen abhängt. Durch die zunehmende Förderung von Biokraftstoffen über Quotensysteme verloren selbst die Relation der Biokraftstoffpreise zum fossilen Kraftstoffpreis und die Entwicklung der Rohstoffpreise an direkter Bedeutung für den Absatz von Biokraftstoffen. Der Biokraftstoffabsatz wurde fast ausschließlich über die Quote bestimmt, da Reinkraftstoffe ohne die entsprechende steuerliche Förderung nicht wettbewerbsfähig sind.

Für das Prognosemodell bzgl. der eingesetzten Mengen an Biokraftstoffen bedeutet dies, dass der Fokus vor allem auf von politischen Entscheidungen getriebenen Szenarien zu Biokraftstoffen liegen sollte. Nur darüber ist es möglich, sich der zukünftigen Entwicklung der Biokraftstoffmärkte anzunähern. Ein Extremszenario für zukünftige politische Entscheidungen wäre beispielsweise die Einführung eines iLUC Faktors für traditionelle Biokraftstoffe bzw. einer Politik, die iLUC-Effekte zu vermeiden versucht. Dies könnte einen Großteil der heutigen aus landwirtschaftlichen Rohstoffen produzierten Biokraftstoffe vom Markt verdrängen und zu einer verstärkten Verwendung von Biokraftstoffen aus Abfällen und Reststoffen führen. Die politischen Ziele für erneuerbare Energien im Transportsektor würden so in Frage gestellt. Der neue Vorschlag der Kommission zur RED und FQD in seiner heutigen Form mit einer Begrenzung des Einsatzes herkömmlicher Biokraftstoffe auf 5 % stellt beispielsweise ein solches Szenario dar.

13.4 Prognose für das Jahr 2020

Auf Basis verschiedener Szenarien werden im Folgenden Prognosen für den Biokraftstoffmarkt in 2020 entwickelt. Dafür werden zunächst die Grundannahmen und Einflussfaktoren herausgearbeitet. Neben den herkömmlichen Biokraftstoffen werden Biokraftstoffe basierend auf Abfall- und Reststoffen und Biokraftstoffe auf Basis von Lignozellulose explizit in den Szenarien berücksichtigt. Bei Lignozelluloseethanol wird von einer Doppelanrechnung ausgegangen. Darüber hinaus gehende Konzepte der Bioraffinerien werden nicht gesondert betrachtet, da mit einer Umsetzung bis 2020 nicht zu rechnen ist.[1667] Gleiches gilt für die Verwendung von Algen als Rohstoff.

13.4.1 SWOT Analyse

Biokraftstoffe aus zucker-, stärke- und ölhaltigen Agrarrohstoffen sind in Deutschland und Europa aufgrund der langjährigen politischen Förderung etabliert. Eine wesentliche Stärke der heutigen Biokraftstoffe ist, dass sie nach wie vor die einzige relevante erneuerbare Alternative zur Verwendung fossiler Kraftstoffe sind. Die entsprechenden Technologien für herkömmliche Biokraftstoffe sind etabliert und ertragsstarke Rohstoffe werden verwendet. Dadurch wird die deutsche Landwirtschaft unterstützt, THG-Einsparungen werden erzielt und die Abhängigkeit von fossilen Kraftstoffen im Transportsektor wird reduziert.

Biokraftstoffe werden fast ausschließlich in der Beimischung verwendet, wobei diese in der Höhe technisch begrenzt ist. Kernproblem bezüglich einer Ausdehnung der Verwendung von Biokraftstoffen sind weiterhin die mangelnde Wettbewerbsfähigkeit und zunehmend die bestehenden Zweifel an der Nachhaltigkeit von Biokraftstoffen. Bis heute sind trotz zahlreicher Ankündigungen keine relevanten Mengen fortschrittlicher Biokraftstoffe auf Basis neuer Technologien und Rohstoffe auf dem Markt.

Chancen für einen wachsenden Absatz von Biokraftstoffen bestehen durch die steigenden Beimischungs- und THG-Reduktionsverpflichtungen im Transportsektor. Auch eine zukünftige Marktreife neuer Technologien und die Verbreiterung der Rohstoffbasis würde die Entwicklung der Biokraftstoffe fördern. Durch die Mehrfachanrechnung bestehen besondere Chancen für abfall- und reststoffbasierte Biokraftstoffe. Eine relative Preissteigerung bei den fossilen Kraftstoffen im Vergleich zu den Preisen für die Rohstoffe der Biokraftstoffproduktion würde die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe direkt erhöhen.

Der politische Wille, Biokraftstoffe zu unterstützen hat aufgrund der Nachhaltigkeitsdiskussion nachgelassen. Ein großes Risiko für die Biokraftstoffmärkte besteht darin, dass die politische Förderung für die herkömmlichen Biokraftstoffe aufgrund der mangelnden Akzeptanz in der Öffentlichkeit, der Politik und bei NGOs eingestellt wird und fortschrittliche Biokraftstoffe keine Marktreife erreichen. Die deutsche Produktion kann zudem durch steigende Importe gefährdet werden. Darüber hinaus besteht das Risiko, dass ein sinkender Verbrauch fossiler Kraftstoffe und die Mehrfachanrechnung von Biokraftstoffen den durch die Quoten bestimmten Biokraftstoffmarkt reduzieren.

[1667] Die Bundesregierung 2012: Roadmap Bioraffinerien im Rahmen der Aktionspläne der Bundes-regierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Berlin.

Biokraftstoffe sind auch weiterhin abhängig von einer politischen Förderung

Stärken	Chancen
• Biokraftstoffe aus zucker-, stärke- und ölhaltigen pflanzlichen Rohstoffen sind etabliert. Ihre Verwendung vor allem in der Beimischung ist größtenteils technisch problemlos möglich • Etablierte Technologien und Verwendung von ertragsstarken Rohstoffen • Heute einzige mengenrelevante Alternative zur Substitution fossiler Kraftstoffe • Möglichkeit der Erzielung von THG-Einsparungen im Transportsektor • Unterstützung Landwirtschaft	• Steigende Beimischung • Anerkannter Beitrag zur Sicherung der heimischen Energieversorgung und zum Klimaschutz • Entwicklung neuer Technologien und Verbreiterung der Rohstoffbasis • Biokraftstoffe aus Rest- und Abfallstoffen und nicht biogene erneuerbare Kraftstoffe für die Mehrfachanrechnung • Steigende Preise für fossile Kraftstoffe
Schwächen	**Risiken**
• Bislang sind Biokraftstoffe nicht wettbewerbsfähig im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen • Zweifel an Nachhaltigkeit und THG-Einsparungen • Technische Beschränkungen bzgl. Beimischungshöhe und Verwendung als Reinkraftstoff • Abgesehen von HVO bislang keine neuen Produkte	• Weiter schwindende Akzeptanz bei Politik, NGOs und Öffentlichkeit bzgl. Nachhaltigkeit, THG-Emissionen, food vs. fuel • Beendigung/ Reduktion der politischen Förderung • Steigende Agrarrohstoffpreise • Steigende Importe aufgrund fehlender Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Produktion • Keine Marktreife neuer Technologien • Rückgang Verbrauch fossiler Kraftstoffe reduziert die Biokraftstoffmengen zur Quotenerfüllung • Mehrfachanrechnung reduziert den Gesamtmarkt für Biokraftstoffe

Abb. 623: SWOT-Analyse Biokraftstoffe

13.4.2 Ziele der Bundesregierung

Die Bundesregierung hat im Rahmen der Umstellung von einer Mengenquote für Biokraftstoffe auf eine THG-Vermeidungsquote das Ziel von 7% THG-Einsparung je Energieeinheit bis 2020 formuliert. Gleichzeitig besteht weiterhin das Ziel aus der RED bis 2020 10% erneuerbare Kraftstoffe im Transportsektor einzusetzen.

13.4.3 Grundannahmen für die Entwicklung der Szenarien

Der Biokraftstoffmarkt wird weiterhin durch die gezielte politische Förderung erneuerbarer Energien im Transportsektor als Alternative zu fossilen Kraftstoffen getrieben. Wichtigste Elemente dieser Förderung sind die RED und die nationalen Umsetzungen. Auch die FQD mit der Dekarbonisierungsstrategie wird zunehmend eine Rolle spielen. Die Unterstützung der Landwirtschaft und der Aufbau einer Alternative zu fossilen Kraftstoffen mit tendenziell steigenden Preisen und begrenzter Verfügbarkeit sind weitere wichtige Treiber des Marktes.

Dem gegenüber stehen aber auch große Hindernisse einer weiteren Marktentwicklung. Dazu gehören zunächst die vollständige Abhängigkeit des Marktes von der politischen Förderung und die mangelnde Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe. Die Wettbewerbsfähigkeit der in Deutschland und Europa produzierten Biokraftstoffe ist weiterhin nicht absehbar, insbesondere weil die Agrarrohstoffpreise tendenziell steigen. Durch die politische Förderung ist der Biokraftstoffmarkt erst entstanden und sie bestimmt den Markt auch weiterhin. Dies hat zur Folge, dass neue Ausrichtungen in der Förderpolitik wie beispielsweise der Wechsel von der Steu-

erentlastung zur Quote oder aktuell durch die Nachhaltigkeitsdiskussion (iLUC, „food vs. fuel“) und den neuen Vorschlag der Europäischen Kommission für die RED und FQD den Markt stark verändern können. Zudem führt die Unstetigkeit in der politischen Förderung zu erheblichen Unsicherheiten im Markt, die sich auch negativ auf Investitionstätigkeiten auswirken. Auch technische Begrenzungen bei der Beimischung, die fehlende Marktreife fortschrittlicher Biokraftstoffe und ein möglicher Rückgang des Verbrauchs fossiler Kraftstoffe können Hindernisse einer weiteren Marktentwicklung sein.

Ohne politische Förderung gäbe es keinen Biokraftstoffmarkt. Die Nachhaltigkeitsdiskussion führt zu einer Kehrtwende der Politik

Treiber der Marktentwicklung	Hindernisse der Marktentwicklung
• Förderung erneuerbarer Energien im Transportsektor als Alternative zu fossilen Kraftstoffen • THG-Einsparung im Transportsektor • Unterstützung Landwirtschaft • Unsicherheiten beim Mineralölpreis • Steigende Preise für fossile Kraftstoffe • RED/ FQD und nationale Umsetzung	• Keine Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen • Markt komplett abhängig von politischer Förderung • Steigende Agrarrohstoffpreise • Technische Beschränkungen bzgl. Beimischung • Fehlende Akzeptanz (NGOs, teilw. Bevölkerung) • Zweifel an Nachhaltigkeit und THG-Einsparungen durch Biokraftstoffe führen zu einer Kehrtwende in der Politik • Erhebliche Unsicherheiten im Markt bzgl. zukünftiger Politik • Food vs. fuel Diskussion • Versprechungen zu fortschrittlichen Biokraftstoffen bisher nicht erfüllt • Rückgang Verbrauch fossiler Kraftstoffe

Abb. 624: Treiber und Hindernisse bei der zukünftigen Entwicklung

Die Analyse des Biokraftstoffmarktes heute und auch der Marktentwicklungen und politischen Entwicklungen in den letzten Jahren, sowie der Vergleich der Prognose aus der alten Marktanalyse mit den tatsächlichen Ereignissen hat deutlich gezeigt, dass einige wenige Einflussfaktoren den Markt auch zukünftig bestimmen werden. Folgende Einflussfaktoren mit entsprechenden Ausprägungen für die Marktentwicklung bei den Biokraftstoffen in Deutschland bis 2020 wurden bei der Entwicklung der Szenarien zugrunde gelegt (s. folgende Abb.):

- Weltmarktpreise für Rohstoffe (Preise für fossile Kraftstoffe bzw. Rohöl und Preise für Agrarrohstoffe): Die Relation dieser Preise bestimmen die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen. Eine Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe ist heute nicht gegeben, so dass die Absatzmengen für Biokraftstoffe ausschließlich durch die Quoten vorgegeben sind.
- Handelspolitik und Importe von Biokraftstoffen: Zoll- und Preisentwicklungen bei den importierten Biokraftstoffen beeinflussen die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Produktion. Zusätzlich spielen bei den Importen im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion mögliche Imagefragen bezüglich der importierten Biokraftstoffe und deren Herkunft eine Rolle.

- Neue Technologien: Hier ist entscheidend, inwieweit neue Technologien zur Verfügung stehen und marktreif, d.h. wettbewerbsfähig bezüglich Kostenposition, Qualität und technischer Anwendbarkeit im Vergleich zur Verwendung herkömmlicher Biokraftstoffe sind.
- THG-Einsparung und iLUC: Durch den neuen Vorschlag der Europäischen Kommission zur Änderung der RED bzw. FQD zeichnen sich neue Anforderungen, die sich in der Marktentwicklung bis 2020 deutlich niederschlagen werden, bereits ab. Dies gilt vor allem bezüglich des Vorschlags nur noch „iLUC-freie“ Biokraftstoffe zu fördern und die Verwendung von traditionellen Biokraftstoffen zu begrenzen, auch wenn die Höhe der Begrenzung noch stark diskutiert wird. Eng verbunden mit dem Themenbereich THG-Einsparung und iLUC sind auch die öffentliche Akzeptanz von Biokraftstoffen und weitere wissenschaftliche Diskussionen. Beides wird auch wiederum einen Einfluss auf zukünftige politische Entscheidungen zur Förderung der Biokraftstoffe haben.
- Ziele RED und FQD: Die Ziele bezüglich des Einsatzes erneuerbarer Energien im Transportsektor und der THG-Reduktion je eingesetzter Energieeinheit bestehen weiterhin und werden auch durch den neuen Vorschlag der Europäische Kommission zur Änderung der RED und FQD bisher nicht geändert. Entscheidend wird der Erreichungsgrad bei den Zielen sein. Hierauf hat die Begrenzung bei den Höchstmengen traditioneller Biokraftstoffe sowie die Ausgestaltung der Mehrfachgewichtung einen großen Einfluss. Hierdurch werden die absoluten Mengen an verwendeten Biokraftstoffen bestimmt.
- Mehrfachgewichtung bestimmter Biokraftstoffe: Die zukünftigen Regelungen zur Mehrfachanrechnung von Biokraftstoffen werden mitbestimmen, wie viele mehrfach anrechenbare Biokraftstoffe auf den Markt kommen und zur Erreichung der Ziele aus der RED beitragen. Entscheidend sind hier die Art der Rohstoffe, die für die Mehrfachanrechnung in Frage kommen und die zur Verfügung stehenden Mengen an Rohstoffen. Wichtig ist auch die Ausgestaltung der Kontrollen und Zertifizierung. Gerät diese zu aufwendig, könnten bestimmte Lieferketten nicht mehr realisierbar sein. Findet auf der anderen Seite in großem Ausmaß Betrug statt, wird die Mehrfachanrechnung an Akzeptanz verlieren. Die Mehrfachanrechnung reduziert die verwendeten Mengen an Biokraftstoffen insgesamt, die für die Zielerreichung notwendig sind und verdrängt auch die traditionellen Biokraftstoffe.

Die verschiedenen Einflussfaktoren wurden in die Cluster „Angebot und Nachfrage“ sowie „Rechtliche Rahmenbedingungen“ eingeteilt.

Bezogen auf die Fragestellung wurden die Einflussfaktoren zur Entwicklung von vier Marktszenarien für Biokraftstoffe erarbeitet

Fragestellung: Wie entwickelt sich der Markt für Biokraftstoffe in Deutschland bis zum Jahr 2020?

Cluster	Einflussfaktoren	Ausprägungen
Angebot und Nachfrage	Weltmarktpreise für Rohstoffe (fossil/ Agrar)	→Wettbewerbsfähigkeit Biokraftstoffe
	Handelspolitik und Importe Biokraftstoffe	→Zölle, Preisvorteil →Image
	Neue Technologien	→Marktreife →Wettbewerbsfähigkeit im Vgl. zu traditionellen Biokraftstoffen (Kostenposition, qualitative Kriterien)
Rechtliche Rahmenbedingungen	THG-Einsparung und iLUC	→Implementierung neuer Anforderungen →Öffentliche Akzeptanz von Biokraftstoffen
	Ziele RED und FQD	→Erreichungsgrad →Anpassung
	Mehrfachgewichtung bestimmter Biokraftstoffe	→Art und Mengen der Rohstoffe →Ausgestaltung der Kontrolle

Abb. 625: Einflussfaktoren auf die Marktentwicklung

Eine positive Ausprägung eines Clusters bedeutet, dass sich der Markt für Biokraftstoffe positiv entwickelt und mehr Biokraftstoffe in Deutschland abgesetzt werden. Bei einer negativen Ausprägung eines Clusters kommt es zu einer negativen Marktentwicklung. Je nach Ausprägung (positiv oder negativ) in den beiden Clustern und durch eine Kombination der unterschiedlichen Ausprägungen wurden vier Marktszenarien für den Biokraftstoffmarkt in 2020 abgeleitet (s. folgende Abb.).

Es ergeben sich vier Marktszenarien. Die politischen Entscheidungen dominieren die zukünftige Entwicklung

		Angebot und Nachfrage	
		Positiv – Steigende Wettbewerbsfähigkeit, innovativ	**Negativ** – keine Wettbewerbsfähigkeit, keine neuen Technologien
Rechtliche Rahmenbedingungen	**Positiv** – Verbesserung Image Biokraftstoffe	Szenario A: Revival der Biokraftstoffe	Szenario B: Leichtes Wachstum
	Negativ – Traditionelle Biokraftstoffe unerwünscht	Szenario C: Wettbewerbsfähig aber weiter unerwünscht	Szenario D: Auslaufmodell Biokraftstoffe

Abb. 626: Ableitung der vier Szenarien für die Marktentwicklung

13.4.4 Szenarien

Die folgenden Szenarien für 2020 zeigen die möglichen Entwicklungen des Biokraftstoffmarktes auf (s. folgende Abb.). Sie basieren auf den oben entwickelten Einflussfaktoren und clustern. Der Absatz in Mio. t von Biodiesel, Bioethanol, Bioethanol aus Lignozellulose und von Biokraftstoffen aus Abfall- und Reststoffen wird für jedes einzelne Szenario abgeleitet. Dies umfasst auch den „real case“ (Szenario B). Der energetische Anteil der Biokraftstoffe am Gesamtkraftstoffverbrauch in 2020 in Prozent wird ebenfalls dargestellt. Hierfür wurde der für 2020 prognostizierte Verbrauch fossiler Kraftstoffe berücksichtigt. Dies erfolgt auf Basis der Prognose für den fossilen Kraftstoffverbrauch in 2020 des Mineralöwirtschaftsverbandes.[1668]

Unter Verwendung unterschiedlicher Ausprägungen der Cluster wurden vier Szenarien für den Biokraftstoffmarkt in 2020 abgeleitet

Szenario A: Revival der Biokraftstoffe

- Keine Zweifel mehr an Nachhaltigkeit und THG-Einsparung
- Biokraftstoffe werden wieder als wichtige Alternative zu fossilen Kraftstoffen gesehen
- Weitere politische Förderung der Biokraftstoffe
- Keine Begrenzung der Verwendung herkömmlicher Biokraftstoffe. Beitrag von mehrfach anrechenbaren Biokraftstoffen
- Ermöglichung von höheren Beimischungen
- Steigende Wettbewerbsfähigkeit
- Neue, marktreife Technologien
- Erfüllung RED-Ziele

Szenario B: Leichtes Wachstum

- Die Kritik an den Biokraftstoffen verliert an Bedeutung
- Biokraftstoffe werden weiter gefördert. Jedoch wird als Vorsichtsmaßnahme eine Begrenzung bei herkömmlichen Biokraftstoffen von 6 % umgesetzt
- Relevanter Beitrag von mehrfach anrechenbaren Biokraftstoffen
- Höhere Beimischungen werden nicht möglich
- Keine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit
- Keine Marktreife neuer Technologien
- RED-Ziele werden nicht vollständig erreicht

Szenario C: Wettbewerbsfähig aber unerwünscht

- Biokraftstoffe werden weiterhin kritisch gesehen
- Diskussionen zu THG-Emissionen aufgrund von iLUC und die „food vs. fuel“ Debatte stehen weiter im Vordergrund
- Begrenzung der Verwendung herkömmlicher Biokraftstoffe auf 5 %. Die gestiegene Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe wirkt sich nicht positiv auf deren Absatz aus
- Die Mehrfachanrechnung wird bzgl. der Rohstoffbasis sehr offen gestaltet. Der Kontrollaufwand bleibt überschaubar
- Mehrfach anrechenbare Biokraftstoffe leisten einen wichtigen Beitrag

Szenario D: Auslaufmodell Biokraftstoffe

- Anhaltende kritische Diskussion um Biokraftstoffe
- Begrenzung der Verwendung herkömmlicher Biokraftstoffe auf 5 %
- Biokraftstoffe aus Abfall und Reststoffen werden auch kritisch gesehen. Der Kontrollaufwand wird erhöht und die Rohstoffbasis eingeschränkt
- Der Beitrag der Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen ist marginal
- Keine Wettbewerbsfähigkeit, keine neue Technologien
- Verwendung von Biokraftstoffen stagniert

Abb. 627: Übersicht Szenarien

[1668] MWV 2011 a.a.O.

Szenario A „Revival der Biokraftstoffe“

Im Positivszenario „Revival der Biokraftstoffe“ verliert die Nachhaltigkeitsdiskussion (Zweifel an THG-Einsparung, iLUC-Effekte, „food vs. fuel“, Zerstörung Biodiversität) an Brisanz. Biokraftstoffe werden in der Öffentlichkeit, bei NGOs und Wissenschaft wieder als Kernkomponente gesehen, um im Transportsektor THG-Emissionen zu reduzieren und eine Alternative zu fossilen Kraftstoffen aufzubauen. Mengenrelevante Alternativen zu den Biokraftstoffen stehen nicht zur Verfügung. Heutige Zweifel an den Biokraftstoffen spielen keine die Marktentwicklung beeinflussende Rolle mehr.

Das Cluster „rechtliche Rahmenbedingungen“ entwickelt sich positiv, da das Image der Biokraftstoffe rehabilitiert ist. An der politischen Förderung von Biokraftstoffen wird festgehalten. Heute diskutierte Deckelungen des Anteils herkömmlicher Biokraftstoffe werden nicht umgesetzt. Gleichzeitig entwickelt sich das Cluster „Angebot und Nachfrage“ positiv. Die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe steigt, internationaler Handel wird nicht durch weitere Handelshemmnisse begrenzt. Es kommt aber auch zu keiner Verdrängung der deutschen Produktion durch den Import besonders wettbewerbsfähiger Biokraftstoffe. Auch neue Technologien kommen auf den Markt. Sie sind herkömmlichen Biokraftstoffen bezüglich Nachchaltigkeit und THG-Einsparungen überlegen und tragen zu einem besseren Image der Biokraftstoffe insgesamt bei. Bioethanol aus Lignozellulose wird in geringen Mengen abgesetzt. Die positiven Entwicklungen im Bereich der fortschrittlichen Biokraftstoffe wirken sich auch auf die herkömmlichen Biokraftstoffe positiv aus. Vertrauen auf Seiten der Politik und auch der Investoren wird so zurückgewonnen.

An der Begrenzung für herkömmliche Biokraftstoffe aus dem derzeitigen Vorschlag der Europäischen Kommission zur RED und FQD wird nicht festgehalten. Das Ziel der RED von 10% erneuerbaren Energien im Transportsektor bleibt verpflichtend. Der Beitrag von Biokraftstoffen und auch von herkömmlichen Biokraftstoffen dazu wird in keiner Weise begrenzt. Das Ziel wird durch Biokraftstoffe aufgrund der steigenden Wettbewerbsfähigkeit und dem klaren Festhalten der Politik an den Zielen erfüllt. Die Mineralölindustrie bleibt verpflichtet entsprechend ausreichende Mengen an Biokraftstoffen einzusetzen. Entsprechende Anreize sind weiterhin groß genug, so dass die Mineralölindustrie dies umsetzt. Auch mehrfach anrechenbare Biokraftstoffe leisten einen Beitrag, da der Anreiz der Mehrfachanrechnung groß ist und die Kontrollen bei Abfall- und Reststoffen effizient organisiert werden. Es erfolgt eine glaubwürdige und sichere Zertifizierung dieser Biokraftstoffe. Außerdem kommt es durch das insgesamt wieder positivere Umfeld für Biokraftstoffe zu verstärkten Investitionen in fortschrittliche Biokraftstoffe, die sich auch schon in höheren Mengen niederschlagen.

Der Einsatz von Biokraftstoffen steigt absolut gesehen um knapp 2 Mio. t. Die prozentuale Steigerung ist größer, da auch mehrfachanrechenbare Biokraftstoffe auf den Markt kommen und der fossile Kraftstoffverbrauch sinkt.

Szenario B „Leichtes Wachstum“

Im Szenario „Leichtes Wachstum“ entwickelt sich das Cluster „rechtliche Rahmenbedingungen“ ähnlich positiv wie in Szenario A, und Biokraftstoffe erlangen insgesamt wieder ein besseres Image im Hinblick auf ihre Nachhaltigkeit und THG-Einsparung. Die Kritik an den Biokraftstoffen reißt aber, anders als in Szenario A, nicht vollständig ab. Biokraftstoffe werden weiter politisch gefördert. Allerdings kommt es wie im Vorschlag der Europäischen Kommissi-

on zur RED und FQD vorgesehen, zu einer Begrenzung der Verwendung herkömmlicher Biokraftstoffe. In diesem Szenario werden 6% als Vorsichtsmaßnahme aufgrund nicht gänzlich auszuschließender iLUC-Effekte angenommen. Mehrfach anrechenbare Biokraftstoffe, insbesondere UCOME, leisten einen relevanten Beitrag. Es wird eine relativ breite Rohstoffbasis für die Mehrfachanrechnung festgelegt. Eine glaubwürdige und effiziente Zertifizierung dieser Biokraftstoffe ist sichergestellt.

Das Cluster „Angebot und Nachfrage“ entwickelt sich in diesem Szenario jedoch negativ. Die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe verbessert sich nicht. Fortschrittliche Biokraftstoffe hergestellt mit neuen Technologien oder aus neuen Rohstoffen sind nicht in relevanten Mengen auf dem Markt. Sie erreichen keine Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu herkömmlichen Biokraftstoffen. Da Biokraftstoffe eine relativ teure Option bleiben findet kein relevanter Ausbau statt. Höhere Beimischungen werden nicht ermöglicht, was die Erreichung des RED-Ziels von 10% ebenfalls erschwert, da die Reinkraftstoffmärkte nicht wieder aktiviert werden. Auch über die Dekarbonisierungsstrategie findet kein ausreichender Anreiz statt, entsprechend hohe Mengen an Biokraftstoffen einzusetzen, denn auch für die Erreichung der Dekarbonisierungssziele wäre eine Anpassung der heutigen Beimischungsmöglichkeiten notwendig.

Das RED-Ziel von 10% wird trotz der weiteren politischen Förderung von Biokraftstoffen nicht erreicht. Dies ist insbesondere aufgrund der Begrenzung des Beitrags herkömmlicher Biokraftstoffe der Fall. Es wird aber von einem deutlichen Wachstum der absoluten Menge an Biokraftstoffen ausgegangen, was sich durch den sinkenden Verbrauch an fossilen Kraftstoffen und dem Einsatz mehrfachanrechenbarer Biokraftstoffe prozentual stärker niederschlägt. Dieses Szenario wird als „real case“-Szenario angesehen. An Biokraftstoffen wird bis zu einem bestimmten Umfang festgehalten, jedoch findet kein deutlicher Ausbau statt und der Beitrag der herkömmlichen Biokraftstoffe bleibt politisch begrenzt.

Szenario C „Wettbewerbsfähig aber weiter unerwünscht“

In Szenario C entwickelt sich das Cluster „rechtliche Rahmenbedingungen“ negativ. Biokraftstoffe werden aufgrund der anhaltenden Nachhaltigkeitsdiskussionen und insbesondere aufgrund möglicher iLUC-Effekte weiterhin kritisch gesehen. Die Verwendung herkömmlicher Biokraftstoffe wird, wie im Vorschlag der Kommission zur neuen RED und FQD vorgesehen, daher auf 5 % begrenzt.

Das Cluster „Angebot und Nachfrage“ entwickelt sich positiv. Die gestiegene Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe wirkt sich aufgrund der vorgeschriebenen Begrenzung des Einsatzes herkömmlicher Biokraftstoffe auf 5 % und des weiterhin negativen Images der Biokraftstoffe jedoch nicht positiv auf den Absatz aus. Erste Mengen an Bioethanol aus Lignozellulose werden abgesetzt, da ihre Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu den herkömmlichen Biokraftstoffen gestiegen ist. Die Mehrfachanrechnung der Biokraftstoffe wird bzgl. der Rohstoffbasis relativ offen gestaltet und der zusätzliche Kontrollaufwand bleibt überschaubar. Mehrfach anrechenbare Biokraftstoffe leisten daher einen wichtigen Beitrag. In größeren Mengen steht hier aber nur UCOME zur Verfügung. Allerdings reichen hier die eingesetzten Mengen nicht aus, um das RED-Ziel trotz der vorgesehenen Begrenzung des Einsatzes herkömmlicher Biokraftstoffe noch zu erreichen.

Absolut gesehen kommt es zu keiner relevanten Steigerung des Einsatzes von Biokraftstoffen, obwohl sie an Wettbewerbsfähigkeit gewonnen haben. Prozentual nimmt der Einsatz aber aufgrund der Mehrfachanrechnung und des Rückgangs im Verbrauch fossiler Kraftstoffe zu.

Szenario D „Auslaufmodell Biokraftstoffe“

In dem Negativszenario D haben die Cluster „rechtliche Rahmenbedingungen“ und „Angebot und Nachfrage“ beide eine negative Ausprägung wie in den obigen Szenarien bereits beschrieben. In diesem Szenario verlieren die Biokraftstoffe deutlich an Bedeutung. Die politische Unterstützung für Biokraftstoffe lässt kontinuierlich nach. Der Anteil herkömmlicher Biokraftstoffe wird tatsächlich wie im derzeitigen Vorschlag der Europäischen Kommission für die Erneuerung der RED und FQD auf 5% begrenzt. Dies wurde für das Negativszenario angesetzt. Allerdings können die 5% aufgrund der insgesamt durch das Umschwenken der Politik verursachten Verunsicherung und des teilweisen Rückzugs von Marktakteuren und eines Investitionsstopps nicht mehr erreicht werden.

Auch die Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen leiden unter einem zunehmend schlechten Image. Die Menge an entsprechenden Rohstoffen ist begrenzt und zunehmende Zweifel an der Nachhaltigkeit und Herkunft der Abfall- und Reststoffe führt zu immer strengeren Kontrollen und Einschränkungen bei der Rohstoffbasis. Biokraftstoffe aus Abfall- und Reststoffen leisten daher keinen relevanten Beitrag. Die Wettbewerbsfähigkeit von Biokraftstoffen hat sich nicht erhöht und neue Technologien wurden auch nicht etabliert. Die Verwendung von Biokraftstoffen insgesamt stagniert und liegt unter 5%. Ihr prozentualer Anteil ist geringer als heute. Die absolute Menge abgesetzter Biokraftstoffe geht deutlich zurück. Das Vertrauen in die Biokraftstoffe ist in jeder Hinsicht zerstört. Es finden keine Weiterentwicklungen und Investitionen mehr statt. Auch die Bemühungen zur Weiterentwicklung der Biokraftstoffe und Forschungsaktivitäten im Bereich fortschrittlicher Biokraftstoffe werden von den Unternehmen eingestellt, da kein Marktpotential für Biokraftstoffe mehr gesehen wird und die Aktivitäten in diesem Bereich unter dem insgesamt schlechten Markt für Biokraftstoffe leiden.

Für die Szenarien A bis D ergeben sich im Vergleich zu 2011 die in der folgenden Abb. dargestellten prozentualen energetischen Anteile der Biokraftstoffe am Gesamtkraftstoffmarkt. Biokraftstoffe aus Abfall wurden doppelt angerechnet. Es ist zu berücksichtigen, dass bis 2020 der Dieselkraftstoffmarkt stagniert und der Ottokraftstoffmarkt deutlich schrumpft. Dies bedeutet, dass erhöhte energetische Anteile am Ottokraftstoffmarkt nicht zwangsläufig auch gestiegene absolute Absatzmengen für Bioethanol bedeuten. Im Positivszenario A „Revival der Biokraftstoffe“ werden energetisch 10% des fossilen Kraftstoffverbrauchs in 2020 ersetzt. Im Szenario B „Leichtes Wachstum“ werden 7,5% ersetzt. Dieses Szenario wird als realistisch angesehen, da der Markt stark reguliert ist und die beschriebene Entwicklung auf Basis der gesetzlichen Vorgaben am wahrscheinlichsten ist. Es basiert auf der Annahme einer Begrenzung der herkömmlichen Biokraftstoffe bei 6% und einem deutlichen Beitrag der Biokraftstoffe aus Abfall, die doppelt auf die Quote angerechnet werden. In Szenario C „Wettbewerbsfähig, aber unerwünscht“ werden 7% und im Szenario D „Auslaufmodell Biokraftstoffe“ weniger als 5 % des fossilen Kraftstoffverbrauchs in 2020 ersetzt. Die Doppelanrechnung von abfallbasierten Biokraftstoffen ist in der Abb. bereits entsprechend berücksichtigt.

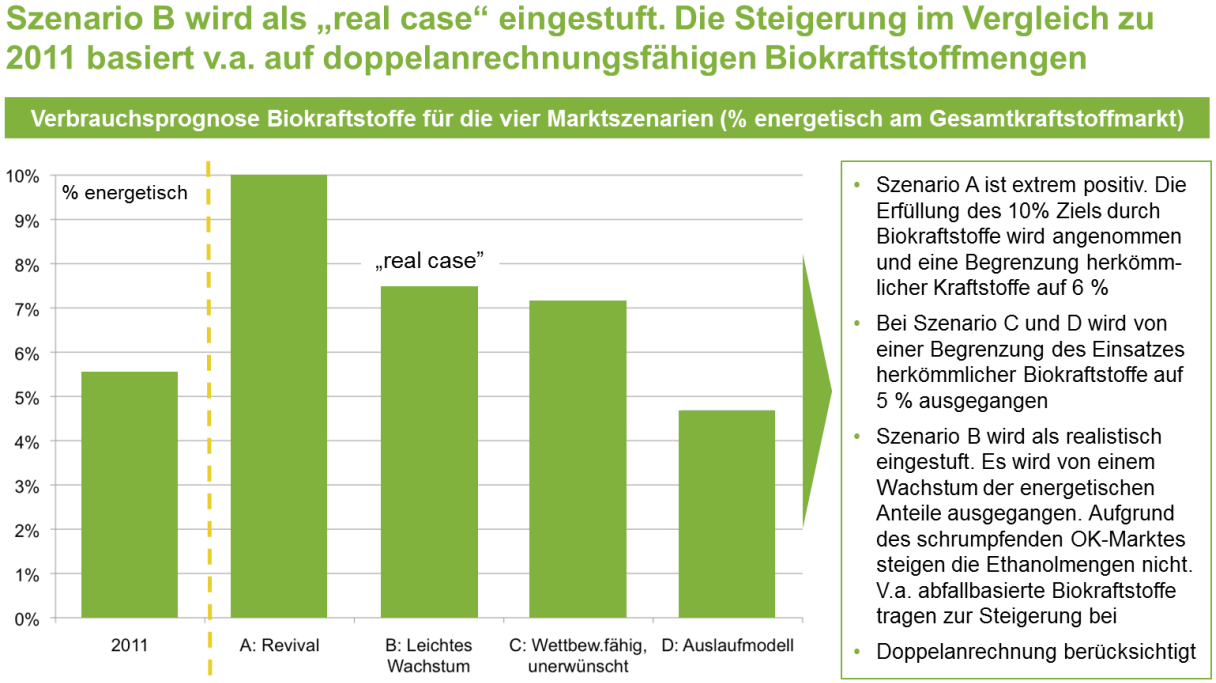
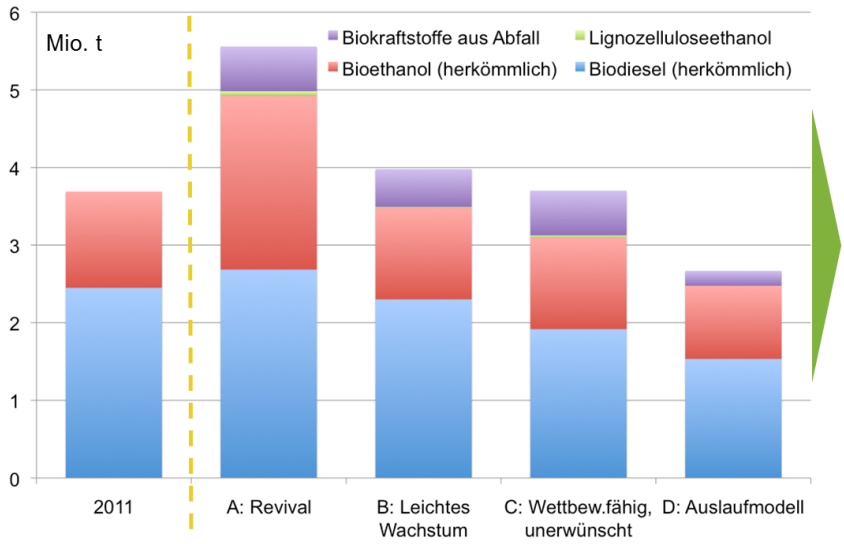


Abb. 628: Marktszenarien für 2020

Bei einer Betrachtung der hinter den energetischen Anteilen liegenden absoluten Biokraftstoffmengen in Mio. t wird deutlich, dass es in Szenario A und B trotz der im Vergleich zu 2011 steigenden energetischen Anteile kaum zu Änderungen bei den absolut abgesetzten Mengen kommt (s. folgende Abb.). Dies liegt an dem deutlichen Rückgang des Ottokraftstoffverbrauchs bis 2020 bei Stagnation des fossilen Dieselverbrauchs und an den zunehmenden Mengen an doppelanrechnungsfähigen Biokraftstoffen im Markt. Diese sind in der Abb. nur mit ihren tatsächlichen absoluten Mengen berücksichtigt.

Nur bei einer Umkehr der heute diskutierten Biokraftstoffpolitik kann es zu einem deutlichen Wachstum kommen

Verbrauchsprognose Biokraftstoffe für die vier Marktszenarien (in Mio. t)



- Der energetische Anteil der Biokraftstoffe an den prognostizierten Kraftstoffverbräuchen in 2020 ist die Basis der Szenarien
- DK-Markt stagniert, OK-Markt schrumpft deutlich bis 2020
- Im Positivszenario müssen ggfs. technische Hindernisse überwunden werden
- Der Biomethanverbrauch steigt, ist aber durch die Flottengröße stark begrenzt und nicht gesondert ausgewiesen
- Biokerosin und Bioschiffskraftstoffe sind bis 2020 nicht mengenrelevant
- Tatsächliche Mengen (vor Doppelanrechnung)

Abb. 629: Marktszenarien für 2020

In der Abb. sind die hinter den Szenarien liegenden tatsächlichen absoluten Mengen an herkömmlichen Biodiesel und Bioethanol, Lignozelluloseethanol und Biokraftstoffen aus Abfall (v.a. UCOME) dargestellt. Es wird deutlich, dass es im Vergleich zu 2011 lediglich im Szenario A „Revival“ zu tatsächlichen Steigerungen bei den abgesetzten Mengen kommt. Ansonsten profitieren nur die doppelanrechnungsfähigen Biokraftstoffe und geringe Mengen Lignozelluloseethanol werden abgesetzt. Es ist zu beachten, dass der Ottokraftstoffmarkt bis 2020 deutlich schrumpft, so dass konstante Mengen an Biokraftstoffen zu erhöhten energetischen Anteilen führen.

Die quantitativen Prognosen unterscheiden sich deutlich. Der Markt für abfallbasierte (doppelanrechnungsfähige) Biokraftstoffe wächst

	Biokraftstoffmengen (Mio. t)	
2011	Biodiesel (herkömmlich):	2,45
	Bioethanol (herkömmlich):	1,24
	Lignozellulose-Ethanol:	0
	Abfall und Reststoffe:	nicht getrennt erfasst
Szenario A **Revival**	Biodiesel (herkömmlich):	2,68
	Bioethanol (herkömmlich):	2,24
	Lignozelluloseethanol:	0,06
	Abfall und Reststoffe:	0,58
Szenario B **Leichtes Wachstum („real case“)**	Biodiesel (herkömmlich):	2,30
	Bioethanol (herkömmlich):	1,18
	Lignozelluloseethanol:	0,012
	Abfall und Reststoffe:	0,49
Szenario C **Wettbewerbsfähig aber unerwünscht**	Biodiesel (herkömmlich):	1,92
	Bioethanol (herkömmlich):	1,18
	Lignozelluloseethanol:	0,029
	Abfall und Reststoffe:	0,58
Szenario D **Auslaufmodell**	Biodiesel (herkömmlich):	1,53
	Bioethanol (herkömmlich):	0,94
	Lignozelluloseethanol:	0
	Abfall und Reststoffe:	0,19

Abb. 630: Mengenbedarf in den verschiedenen Szenarien

13.5 Zusammenfassende Bewertung und strategische Optionen

Biokraftstoffe sind etabliert und als Beimischung fester Bestandteil der Kraftstoffmärkte. Die reinen Biokraftstoffmärkte (B100, P100) sind durch die zunehmende Besteuerung mittlerweile zusammengebrochen. Mit einer Wiederbelebung wird nicht gerechnet. Der Biokraftstoffmarkt bleibt auch in Zukunft ein weitgehend politischer Markt. Die Wettbewerbsfähigkeit der Biokraftstoffe im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen ist noch nicht absehbar. Die verwendeten Mengen hängen von den politisch gesetzten Rahmenbedingungen ab.

Nach der Veröffentlichung des neuen Vorschlags der Europäischen Kommission zur RED und FQD ist davon auszugehen, dass der Anteil herkömmlicher Biokraftstoffe begrenzt wird. Bei herkömmlichen Biokraftstoffen werden keine relevanten Entwicklungen mehr stattfinden und die abgesetzten Mengen stagnieren. Insbesondere deutsche Biodieselproduzenten werden weiter mit Überkapazitäten zu kämpfen haben. Trotz Maßnahmen der EU zur Eindämmung

der Biodiesel- und Bioethanolimporte, werden auch in Zukunft Importe aus Ländern mit Wettbewerbsvorteilen nicht zu verhindern sein.

Bis 2020 stagniert der Dieselkraftstoffmarkt. Der Ottokraftstoffmarkt schrumpft. Bei gleichbleibenden Beimischungsverpflichtungen würden daher die absetzbaren Ethanolmengen deutlich sinken.

Bei den abfall- und reststoffbasierten Biokraftstoffen ist aufgrund der geplanten Doppel- und Vierfachanrechnung mit einer deutlichen Steigerung des Absatzes zu rechnen. Die Vorteilhaftigkeit mehrfachanrechenbarer Biokraftstoffe sinkt jedoch mit der Dekarbonisierung ab 2015, da ihre THG-Einsparungen nicht doppelt berücksichtigt werden. Es ist davon auszugehen, dass für die Doppelanrechnung in Deutschland überwiegend UCOME verwendet wird und geringe Mengen sonstiger auf Abfall und Reststoffen basierte Bio-kraftstoffe zum Einsatz kommen. Dies wird u.a. auch von den Positivlisten für doppelanrechnungsfähiges Material und deren Auslegung abhängen. Es wird außerdem damit gerechnet, dass bis 2020 geringe Mengen Lignozelluloseethanol auf den Markt kommen und die Bedeutung von Biomethan von einer sehr geringen Ausgangsbasis aus steigt. Mit weiteren neuen Technologien und Rohstoffen wird nicht gerechnet.

Erste Entwicklungen zeichnen sich auch bei den nicht-biobasierten erneuerbaren Kraftstoffen ab. Diese können laut Vorschlag der Europäischen Kommission von einer Vierfachanrechnung profitieren. Relevante Mengen sind aber erst nach 2020 möglich.

Insgesamt wird die Erreichung der RED und FQD-Ziele und des Ziels der Bundesregierung von 7% THG-Reduktion bis 2020 schwieriger. Die Erreichbarkeit des RED-Ziels von 10% bei einer Begrenzung der herkömmlichen Biokraftstoffe auf möglicherweise 5%, hängt auch davon ab, wie doppelanrechnungsfähige Abfall- und Reststoffe definiert werden und wie aufwendig die Kontrollmechanismen für die Lieferketten gestaltet werden. Das 7% THG-Reduktionsziel für Deutschland ist nur erreichbar, wenn herkömmliche und auch abfallbasierte Biokraftstoffe deutlich höhere THG-Einsparungen aufweisen als bisher, oder es auch bei den THG-Reduktionen zu Mehrfachgewichtungen kommt.

Zusammenfassend können folgende strategische Optionen und Empfehlungen für den weiteren politischen Umgang mit dem Biokraftstoffmarkt abgeleitet werden:

1. Grundsätzlich ist eine Begrenzung des Einsatzes der traditionellen Biokraftstoffe als Vorsichtsmaßnahme gerechtfertigt. Die Einführung von iLUC-Faktoren für Biokraftstoffe ist aber eine Scheinlösung. Sie geht vollkommen an dem eigentlichen Problem von nicht nachhaltigen und mit hohen Kohlenstoffemissionen verbundenen Landnutzungsänderungen vorbei. Um das Problem der direkten und indirekten Landnutzungsänderungen anzugehen, muss eine Ausdehnung der Nachhaltigkeitsanforderungen auf alle Bereiche der Nutzung nachwachsender Rohstoffe stattfinden. Hier sollte mit verpflichtenden Vorgaben und freiwilligen Initiativen angesetzt werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass die durch die Nachhaltigkeits- und Treibhausgaszertifizierung erreichten positiven Effekte auch bei stagnierenden Biokraftstoffmärkten weiter Bestand haben. Gleichzeitig könnte die große Chance der Ausdehnung dieser positiven Effekte genutzt werden.

2. Grundsätzlich sollte sich die gesamte Politik im Biokraftstoffbereich zunehmend an der THG-Einsparung orientieren. Fortschrittliche Biokraftstoffe wären dann Biokraftstoffe mit geringen THG-Emissionen. Sie müssten von besonderen Marktanreizen profitieren können. Diese wären biokraftstoff-, rohstoff- und technologieneutral.

3. Um dies umzusetzen ist es dringend erforderlich, die Dekarbonisierung im Rahmen der FQD zu implementieren. Es sollte schnell für Klarheit gesorgt werden, wie die in Deutschland ab 2015 geltende THG-Einsparungsquote in der Praxis implementiert wird.

4. THG-Einsparungspotentiale in der Landwirtschaft sollten dringend gehoben werden. Die Emissionen der Landwirtschaft haben einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtemissionen der Biokraftstoffe. Forschungsvorhaben und auch erste praktische Erfahrungen zeigen, dass dies möglich ist. Ein solcher Ansatz wirkt über den Rohstoffbedarf für die Biokraftstoffe hinaus. Eine Einbeziehung in die Zertifizierung ist möglich. Entsprechende Anreize können über eine Umsetzung der Dekarbonisierungsstrategie gesetzt werden.
5. Für Biokraftstoffe aus Abfall und Reststoffen und die Doppel- bzw. Vierfach-Anrechnung sollten klare Rahmenbedingungen geschaffen werden. Bei einer großzügigen Auslegung der Mehrfachanrechnung könnten die Ziele der RED erreicht werden. Allerdings werden auch Marktverzerrungen und Missbrauchsfälle wahrscheinlicher. Um Marktverzerrungen und nicht-nachhaltige Nutzungen von Abfall- und Reststoffen zu vermeiden, müssen die Entwicklungen analysiert werden. Ein Monitoring von Preis- und Mengenentwicklungen, Effekten in anderen Ländern und Industrien, Effekten auf die Fläche sowie von Betrugspotentialen ist erforderlich. Eine möglichst weitgehende Vereinheitlichung in der EU bezüglich der mehrfachanrechenbaren Materialien und beim Vorgehen der Zertifizierung und Kontrolle entlang der Wertschöpfungskette ist notwendig.
6. Die Möglichkeiten von nicht-biobasierten Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien und industriellen Abfallströmen sollten analysiert und konkrete Vorhaben in diesem Bereich gegebenenfalls unterstützt werden.

Insgesamt müssen die heute noch bestehenden Ziele zum Einsatz von Biokraftstoffen überdacht werden. Die Ziele der RED können eventuell auch bei einer Begrenzung der Anteile herkömmlicher Biokraftstoffe durch eine entsprechend großzügige Auslegung der Mehrfachanrechnung erreicht werden. Um Fehlentwicklungen zu vermeiden, ist ein strenges Monitoring von Beginn an notwendig. Die RED-Ziele und die Dekarbonisierungssziele passen allerdings nicht zusammen, da die THG-Einsparung nicht mehrfach gezählt werden kann.

13.6 Quellenverzeichnis

ADAC et al. 2011: Absichtserklärung zur Forcierung von Erdgas und Biomethan im Verkehr. 14. September 2011.

Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI) 2011a: Abfrage Preisinformationen.

AMI 2011b. Abfrage Marktdaten.

ASTM International 2012. Standards Worldwide. www.astm.org (Abruf: 25. Juli 2012).

Aviation Initiative for Renewable Energy in Germany e.V. (aireg) 2012a: Pressemitteilung. Alternative Flugkraftstoffe sind der Schlüssel für klimaneutrales Fliegen. Berlin, den 19. April 2012. http://aireg.de/index.php/alternative-flugkraftstoffe-sind-der-schlüssel-für-klimaneutralesfliegen.html (Abruf: 23. April 2012).

Aireg 2012b: AK Qualität und Zulassung. http://www.aireg.de/de/arbeitskreis-4.html (Abruf: 25. Juli 2012).

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) 2011: Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland, www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_ mineraloeldaten/index.html (Abruf 30. November 2011).

BAFA 2012: Amtliche Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland. Monat: Dezember 2011, http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloeldaten/2011/index.html (Abruf: 10. Dezember 2012).

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) (Hrsg.) (2012): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2011 Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung. Bonn, 2012.

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 2012: Energiedaten. Zahlen und Fakten. Nationale und Internationale Entwicklung. http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten/gesamtausgabe.html (Abruf: 10. Dezember 2012).

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2011: Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelungen für die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Bonn, 31. Mai 2011.

Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen 2012: Bericht der Bundesnetzagentur über die Auswirkungen der Sonderregelungen für die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz. Bonn, 31. Mai 2012.

Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e.V. (BDB^{e}) 2012: Marktdaten Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen. http://www.bdbe.de/branche/marktdaten/ (Abruf: 11. Dezember 12).

BDB^{e} 2012a: Marktdaten. Die deutsche Bioethanolwirtschaft in Zahlen. http://www.bdbe.de/branche/marktdaten (Abruf: 12. Februar 2012).

BDB^{e} 2012b: E85 – Mobil mit bis zu 85 % Bioethanol. http://www.bdbe.de/bioethanol/e85/ (Abruf: 16. April 2012).

BDB^{e} 2012c: Bioethanolproduktion seit 2005: http://www.bdbe.de/branche/deutschland/ (Abruf: 17. April 2012).

Simadri Das, Gayathri J, Saddam Hussain M, Dhivakaran J 2013: Algal Biofuel – an overview. Discovery Energy, Volume 1, Number 1, April 2013.

dena Deutsche Energie-Agentur 2011: Erdgas und Biomethan im künftigen Kraftstoffmix. Handlungsbedarf und Lösungen für eine beschleunigte Etablierung im Verkehr. Aktualisierte Fassung, September 2011.

Deutscher Bundestag 2012: Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgasminderung von Biokraftstoffen, über das Biomassepotential sowie über die auf dem Kraftstoffmarkt befindlichen Biomethan-Mengen. Drucksache 17/9621, 10.05.2012.

Die Bundesregierung 2012: Roadmap Bioraffinerien im Rahmen der Aktionspläne der Bundesregierung zur stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Berlin.

ECOFYS 2012: Potential of biofuels for shipping. Final Report.

ECOFYS et al. 2011: Biofuels Baseline 2008. Tender No. TREN/D1/458/2009, 18.10.2011.

Energiesteuergesetz (EnergieStG) vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534; 2008 I S. 660; 1007), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 1. März 2011 (BGBl. I S. 282) geändert worden ist.

Enviro.aero 2011: Passenger flights biofuels programme. http://www.enviro.aero/Biofuelspassengerflights.aspx (Abruf: 2.12.2011).

Enviro.aero (2011b): Flight testing – the latest developments. http://www.enviro.aero/Testing-programme.aspx (Abruf: 2.12.2011).

ePURE (European renewable ethanol) 2012a: Press Release. European Commission publishes regulationi classifying ethanol imports; closes loophole. http://epure.org/pdf/rw3ea6c089-19a2-e3eb.pdf (Abruf: 24. April 2012).

ePURE 2012b: Production capacity installed. Fuel ethanol. http://epure.org/statistics/info/Productioncapacityinstalled1 (Abruf: 20. April 2012).

ePURE 2012c: Statistics Fuel ethanol. http://epure.org/theindustry/statistics (Abruf: 20. April 2012).

ePURE (european renewable ethanol) 2012d: Statistics Fuel ethanol. Production data. http://epure.org/statistics/info/Productiondata1 (Abruf: 19. Dezember 2012).

Europäische Kommission 2010: Bericht der Kommission über indirekte Landnutzungsänderun-gen im Zusammenhang mit Biokraftstoffen und flüssigen Biobrennstoffen, Brüssel, 22.12.2010. KOM(2010) 811 endgültig.

European Biodiesel Board (EBB) 2012: Statistics. The EU biodiesel industry. http://www.ebb-eu.org/stats.php (Abruf: 30. März 2012).

European Commission 2012: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 98/70/EC relating to quality of petrol and diesel fuels and amending Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy form renewable sources. COM(2012) 595 final. Brussels, 17.10.2012.

European Commission 2012a: Renewable Energy. Sustainability schemes for biofuels, http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/sustainability_schemes_en.htm (Abruf: 11. April 2012).

European Commission 2012b: Renewable Energy. Biofuels: Member states reports 2010, 2011. http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/ms_reports_dir_2003_30_en.htm (Abruf: 23. April 2012).

European Commission 2011: Commission Staff Working Document. Recent progress in developing renewable energy sources and technical evaluation of the use of biofuels and other

renewable fuels in transport in accordance with article 3 of Directive 2001/77/EC and Article 4(2) of Directive 2003/30/EC (COM(2011) 31 final).

European Commission 2010a: Communication from the Commission on voluntary schemes and default values in the EU biofuels and bioliquids sustainability scheme (2010/C 160/01).

European Commission 2010b: Communication from the Commission on the practical implementation of the EU bio-fuels and bioliquids sustainability scheme and on counting rules for biofuels.

E85.biz 2012: E85 Bioethanoltankstellen in Deutschland, Stand 09.03.2012, http://www.e85.biz/media/archive1/ethanol-tankstellen-d.pdf (Abruf: 12. April 2012).

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) 2012: BtL-Plattform. www.btl-plattform.de (Abruf 25. Februar 2012).

(FNR) 2012a: Daten und Fakten über Biokraftstoffe. http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biokraftstoffe/entwicklung-biodiesel-in-deutschland.html (Abruf: 17. Dezember 2012).

FNR 2011: Daten und Fakten über Biokraftstoffe. www.bio-kraftstoffe.info/daten-und-fakten (Abruf: 30. November 2011).

FNR 2006: Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow.

F.O. Licht Commodity Analysis 2012a. Ethyl Alcohol Balance Germany.

F.O. Licht Commodity Analysis 2012b. Fuel ethanol prices, anhydrous fuel, NW European ports, T2.

F.O. Licht Commodity Analysis 2012c. Ethyl Alcohol Balance EU.

GAIN Report 2011a: Argentina. Biofuels Annual 2011.

GAIN Report 2011b. Malaysia Biofuels Annual 2011.

GAIN Report 2011c. Indonesia. Biofuels Annual 2011.

GAIN Report 2011d. Brasil. Biofuels Annual 2011.

Gas Auskunft 2012: Energienachrichten. Über 100 Biomethan-Tankstellen in Deutschland. 10.10.2012. http://www.gasauskunft.de/html/service/energienachrichten.html?energienews=09267.ueber-100-biomethan-tankstellen-in-deutschland (Abruf: 26. Oktober 2012).

GasHighWay – Route to Green Transportation 2012: Promoting the Uptake of Gaseous Vehicle Fuels, Biogas and Natural Gas, in Europe. http://www.gashighway.net/default.asp?sivuID=25922&component=/modules/bbsView.asp&recID=22741 (Abruf: 20. April 2012).

Germany Trade & Invest 2012: Argentinien erweitert die Produktion von Biotreibstoffen.

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist.

Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom 15. Juli 2009.

Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorschriften. (Biokraftstoffquotengesetz – BioKraftQuG).

Green Gas Grids 2012a: Discussion Paper on Biomethane Focus Issues: Sustainability, Technical Standards, Trade and Country Targets. 31 January 2012. http://www.greengasgrids.eu/sites/default/files/files/Discussion%20Paper%202012(2).pdf (Abruf: 2. April 2012).

Green Gas Grids 2012b: Overview of biomethane markets and regulations in partner countries. March 2012. http://www.greengasgrids.eu/sites/default/files/files/120325_D2_2_Overview_of_biomethane_markets_final.pdf (Abruf: 2. April 2012).

Olaf Hözer-Schopohl 2012: Die Luftfahrt im EU ETS. 2. Sitzung des AK Nachhaltigkeit der AIREG, 16.03.2012, Bonn.

International Energy Agency (iea) 2011: Technology Roadmap. Biofuels for Transport. Paris. http://www.iea.org/papers/2011/biofuels_roadmap.pdf (Abruf: 8. Januar 2012).

International Maritime Organization (IMO) 2012: International Convention fort he Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). http://www.imo.org/about/conventions/listofconventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx (Abruf: 3. November 2012).

Michael Kröger, Franziska Müller-Langer 2012: Review on possible algal-biofuel production processes. Biofuels (2012) 3(3), S. 333-349.

David Laborde (IFPRI) 2011: Assessing the Land Use Change Consequences of European Bio-fuel Policies. Final Report. October 2011.

Lufthansa 2012: Biokraftstoff im Praxistest. Wir bringen Nachhaltigkeit in die Luft. www.puresky.de (Abruf: 20. April 2012).

Stefan Majer, Arne Gröngröft 2010: Ökologische und ökonomische Bewertung der Produktion von Biomethanol für die Biodieselherstellung. Kurzstudie des Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) für die Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP), Mai 2010.

Mineralölwirtschaftsverband e.V. (MWV) 2011: MWV-Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland, Berlin. http://mwv.de/upload/statistiken/info/110622_Prognose_2025_vGz4jVRjg9gJGKN.pdf (Abruf: 27. Juli 2012).

Official Journal of the European Union 2012: Commission Implementing Regulation (EU) No 211/2012 of 12 March 2012 concerning the classification of certain goods in the Combined Nomenclature. Official Journal, Volume 55, 13 March 2012. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:073:FULL:EN:PDF (Abruf: 24. April 2012).

Renewable Fuels Association (RFA) 2012a: Renewable Fuels Standard. www.ethanolrfa.org/pages/renewable-fuels-standard (Abruf: 20. April 2012).

RFA 2012b: Statistics. www.ethanolrfa.org/pages/statistics (Abruf. 12. April 2012).

Richtlinie 2003/96/EG des Rates vom 27. Oktober 2003 zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom.

Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor.

Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG.

Richtlinie 2009/30/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Spezifikationen für Otto-, Diesel- und Gasölkraftstoffe und die Einführung eines Systems zur Überwachung und Verringerung der Treibhausgasemissionen sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/32/EG des Rates im Hinblick auf die Spezifikationen für von Binnenschiffen gebrauchte Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 93/12/EWG.

Frank Rosillo-Calle et al. 2012: The potential role of biofuels in commercial air transport – biojetfuel. Commissioned by: IEA Bioenergy Task 40 sustainable International Bioenergy Trade. September 2012.

Sechsunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Durchführung der Regelungen der Biokraftstoffquote) vom 29. Januar 2007 (BGBl. I S. 60), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 26. November 2012 (BGBl. I S. 2363) geändert worden ist.

Statistisches Bundesamt 2012. Destatis. Genesis Online. Code: 51000 Außenhandel. WA 38249091: Fettsäuremonoalkylester, mit einem Gehalt an Estern von 96,5% vol oder mehr (FAMAE). https://www-genesis.destatis.de/genesis/online (Abruf: 18. Dezember 2012).

Stefan Rösch 2011: Bio-SNG – Stand der Technik und Markteintrittsstrategien. Deutsches BiomasseForschungsZentrum, 5. Kolloquium Sustainable BioEconomy, Karlsruhe, 2. Dezember 2011. http://www.dbfz.de/web/fileadmin/user_upload/Vortraege/Vortraege_DBFZ/Roensch_KIT_Sustainable_Bioeconomy_2011.pdf (Abruf: 12. Januar 2012).

Norbert Schmitz, Jan Henke, Gernot Klepper 2009: Biokraftstoffe. Eine vergleichende Analyse. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (Hrsg.), Gülzow.

Solarpraxis AG (Hrsg.) 2012: Multitalent Biogas. Neue Chancen für Landwirtschaft, Industrie und Umwelt. Dritte, vollständig überarbeitete Auflage, Berlin.

UFOP (Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.) 2011a: Biodieselproduktionskapazitäten in Deutschland. http://www.ufop.de/2287.php (Abruf 6. Dezember 2012).

UFOP 2011b: Biodiesel 2010/2011. Sachstandsbericht und Perspektive – Auszug aus dem UFOP-Jahresbericht. Berlin, August 2011. http://www.ufop.de/downloads/Auszug_Biodiesel_D_2011_web.pdf (Abruf: 12. November 2011).

UFOP 2011c: Internationale Biodiesel-Märkte. Produktions- und Handelsentwicklungen. UFOP-Schriften 2011, Biodiesel & Co. http://www.ufop.de/downloads/EV_Ecofys-UFOP_dt_2012.pdf (Abruf: 12. Dezember 2011).

UNICA (Brazilian Sugarcane Industry Association) 2012a: Brazilian light vehicles sales by fuel type.

UNICA 2012b: Brazilian ethanol production.

Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie (VDB) 2012a: Umfrage: Heimischer Biodiesel fast ausschließlich aus Rapsöl – Biokraftstoffverband fordert CO_2-Weret für Öl aus Teersanden. http://www.biokraftstoffverband.de/downloads/2092/120207_PMUmfrageRohst.pdf (Abruf: 23. April 2012).

VDB 2012b: Bioethanol. http://www.biokraftstoffverband.de/de/bioethanol/marktdatenbe.html (Abruf: 16. April 2012).

VDB 2012c: Informationen: Biokraftstoffe in Deutschland. Stand: Januar 2012. http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/biodiesel.html (Abruf: 6. Dezember 2012).

Verbio Biofuel and Technology 2012a: 15.03.2012 Pressemitteilungen: Alle VNG-Erdgastankstellen bieten nun aus Reststoffen hergestelltes Bioerdgas von VERBIO. http://www.verbio.de/presse/aktuelles/pressemitteilungen/alle-vng-erdgastankstellen-bieten-nun-aus-reststoffen-hergestelltes-bioerdgas-von-verbio/ (Abruf: 20. April 2012).

Verbio AG 2012b: Corporate News. http://www.verbio.de/uploads/tx_ivpresse/20120510_Corporate_News_VERBIO_Q1_Ergebnis.pdf (Abruf: 25. Juli 2012).

Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen (Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung – Biokraft-NachV vom 30. September 2009, die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 71 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 geändert worden ist.