

# Forschen - Bewerten - Sachgerecht diskutieren

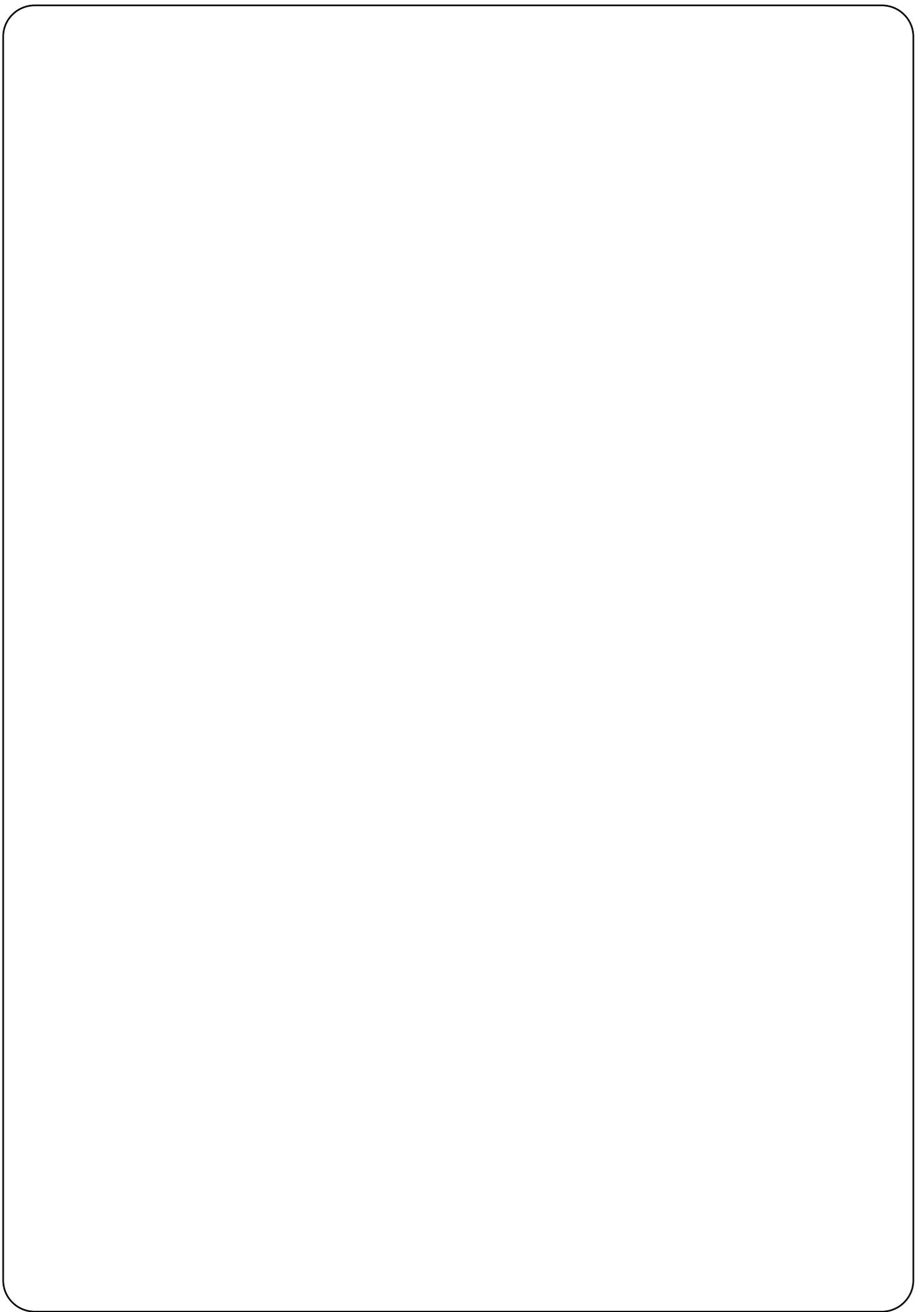
**Forschungseinrichtungen zum Thema:  
„Biokraftstoffe in Deutschland, Österreich und der Schweiz“**

**EIN POSITIONSPAPIER DES  
FORSCHUNGSNETZWERK BIOGENE KRAFTSTOFFE**

**ForNeBiK**

ForschungsNetzwerk Biogene Kraftstoffe

26. November 2009



# Forschen – Bewerten – Sachgerecht diskutieren

---

## Forschungseinrichtungen zum Thema: „Biokraftstoffe in Deutschland, Österreich und der Schweiz“

### Vorwort

Das erste Positionspapier vom Oktober 2008 zur Biokraftstoff-Forschung „Forschen-Bewerten-Sachgerecht diskutieren“ hat in der Öffentlichkeit viel Aufmerksamkeit erlangt und trug zur Versachlichung der Diskussion über die Verwendung von Biokraftstoffen bei.

Gleichwohl hat sich innerhalb des vergangenen Jahres Vieles geändert - aus Sicht der Forschungseinrichtungen nicht immer zum Besten. Langfristig verlässliche politische Rahmenbedingungen zur Ausrichtung zukunftsweisender Forschung im Biokraftstoffbereich fehlen. Bereits erreichte Beiträge zum Klimaschutz wurden durch die geänderten Rahmenbedingungen wieder leichtfertig verspielt. Gestützt allein auf eine vermeintlich wissenschaftliche Unsicherheit im Bereich der Biokraftstoff-Forschung (Nutzungskonkurrenzen, Emissionen usw.), wurden hauptsächlich nach Außen getragene fiskalpolitische und privatwirtschaftliche Partikularinteressen vertreten.

Das aktualisierte Positionspapier möchte erneut Anstoß geben für eine sachgerechte Diskussion des Biokraftstoffthemas zur Erarbeitung einer langfristigen Strategie der Bioenergie. Die sinnvolle Verwendung der Biokraftstoffe ist hierbei eine Kernforderung.

Das Positionspapier ist in allen Bereichen den aktuellen Forschungsergebnissen und Sachständen angepasst worden. Insbesondere die neuen, in den letzten Monaten stark diskutierten Themen, wie bspw. die Fragen der Nachhaltigkeit, der Elektromobilität, der Nutzungskonkurrenzen sowie der Besteuerung sind in das Positionspapier integriert worden. Gleichsam wurde hierzu auch das Positionspapier neu strukturiert.

Das ForschungsNetzwerk Biogene Kraftstoffe konnte nach dem Erscheinen des ersten Positionspapiers zahlreiche weitere namhafte Forschungseinrichtungen als Mitglied begrüßen. Ein Zeichen für uns, dass die Positionierung der Gründungsmitglieder zu den Fragen der Biokraftstoff-Forschung die Richtige war.

Das gemeinsame Positionspapier wird von zahlreichen Forschungseinrichtungen inhaltlich getragen.<sup>1</sup>

Gerne stellen sich die Mitglieder des ForschungsNetzwerk Biogene Kraftstoffe Ihren Fragen!

***Straubing, November 2009***

---

<sup>1</sup> Siehe Anhang.

## Vorwort zum ersten Positionspapier

Das Positionspapier „Biokraftstoff-Forschung in Deutschland, Österreich und der Schweiz“ ist im Rahmen der ersten Sitzung des ForschungsNetzwerk Biogene Kraftstoffe (ForNeBiK) am 21. und 22. Februar 2008 in Straubing erstellt und durch die Geschäftsstelle des ForNeBiK ausgearbeitet worden.

Das Positionspapier vermittelt einerseits den Status quo der Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung und verdeutlicht andererseits daraus resultierende Handlungsempfehlungen sowie Anforderungen an den zukünftigen F&E-Bedarf im Bereich der derzeit marktverfügbaren Biokraftstoffe. Das gemeinsame Positionspapier wird von zahlreichen Forschungseinrichtungen inhaltlich getragen.

Das ForNeBiK ist ein durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten initiiertes und finanziell unterstütztes Forschungsnetzwerk.

***Straubing, Oktober 2008***

# Inhaltsverzeichnis und Schlagworte

---

<b>BIOKRAFTSTOFFE IM KONTEXT DES FORNEBIK .....</b>	<b>4</b>
<b>AUSGANGSSITUATION .....</b>	<b>5</b>
<i>Erdöl, Verkehr, Klima, Daseins-Fürsorge</i>	
<b>STATUS QUO DER VERWENDUNG VON BIOKRAFTSTOFFEN .....</b>	<b>8</b>
<i>Markt der Biokraftstoffe, Volkswirtschaft</i>	
<b>POLITIKRAHMEN DER EU .....</b>	<b>10</b>
<i>RL 2009/30/EG, RL 2009/28/EG, Aktionsplan</i>	
<b>POLITIKRAHMEN DEUTSCHLAND, ÖSTERREICH UND DER SCHWEIZ.....</b>	<b>12</b>
<i>BioKraftQuG, EnergieStG, Biokraft-NachV, Kraftstoffverordnung, Mineralölsteuergesetz</i>	
<b>MARKT UND UMFELD.....</b>	<b>16</b>
<i>Besteuerung, Wirtschaft, Potenzial, Landwirtschaft, Import, Energieeffizienz</i>	
<b>BIOMASSEBEREITSTELLUNG (SITUATION UND POSITION).....</b>	<b>19</b>
<i>Anbau, Biomasseproduktion, Humus, gfP und CC, Klima, Pflanzenzucht, THG, Gentechnik, multifunktionale Landwirtschaft, Entwicklungsländer</i>	
<b>KRAFTSTOFFHERSTELLUNG UND QUALITÄTSDEFINITION (SITUATION UND POSITION) .....</b>	<b>24</b>
<i>Kraftstoffqualität, Biodiesel, Rapsölkraftstoff, Bioethanol, Biomethan, Additivierung, DIN, weltweiter Qualitätsstandard</i>	
<b>MOTORTECHNIK UND ABGASNACHBEHANDLUNG (SITUATION UND POSITION) .....</b>	<b>28</b>
<i>Einspritzung, Verbrennung, Biodiesel, Rapsölkraftstoff, Bioethanol, Biomethan, Abgasnachbehandlungssysteme, Emissionen, Grenzwerte, Abgasnorm, Effizienz</i>	
<b>KLIMA- UND UMWELTSCHUTZ (SITUATION UND POSITION) .....</b>	<b>34</b>
<i>Herstellungs- und Konvertierungsverfahren, Produktionsanlage, Reststoffe, Bewertung, Potenzial, Naturschutz, Koppelprodukt, Nachhaltigkeit</i>	
<b>POLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN FÜR BIOKRAFTSTOFFE (SITUATION UND POSITION)....</b>	<b>41</b>
<i>Nachhaltigkeit, Zertifizierung, Reinkraftstoffe, THG-Bilanz, Elektromobilität, Besteuerung, Förderung, Nutzungskonkurrenzen</i>	
<b>ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG.....</b>	<b>51</b>
<b>LITERATUR .....</b>	<b>54</b>
<b>FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN.....</b>	<b>74</b>

# Biokraftstoffe im Kontext des ForNeBiK

---

Biokraftstoffe im Sinne des **Energiesteuergesetzes**<sup>2</sup> sind Energieerzeugnisse ausschließlich aus Biomasse im Sinne der Biomasseverordnung<sup>3</sup>. Energieerzeugnisse, die anteilig aus Biomasse hergestellt werden, gelten in Höhe des Anteils als Biokraftstoff.<sup>4</sup>

Hierbei handelt es sich um:

1. Fettsäuremethylester gemäß DIN EN 14214 („Biodiesel“),
2. Bioethanol gemäß DIN EN 15376,
3. Pflanzenöl gemäß DIN V 51605 („Rapsölkraftstoff“),
4. durch thermochemische Umwandlung von Biomasse entstandene synthetische Kohlenwasserstoffe bzw. -gemische („BtL-Kraftstoffe“),
5. durch biotechnologische Verfahren zum Aufschluss von Zellulose gewonnene Alkohole („LCB-Ethanol“),
6. durch Vergärung oder synthetisch erzeugtes, auf Erdgasqualität aufbereitetes Biogas („Biomethan“)<sup>5</sup>.

Unterschieden wird dabei zwischen Biokraftstoffen, die sich derzeit auf dem Markt und in der Anwendung befinden (siehe auch § 50 Abs. 4 EnergieStG, Position 1 bis 3) sowie solchen, die sich noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium befinden (siehe § 50 Abs. 5 EnergieStG, Position 4 und 5).

Biokraftstoffe, die bereits heute marktfähig sind (einschließlich Biomethan) und in einem erheblichen Umfang produziert werden, stehen im Fokus der Mitglieder des ForschungsNetzwerk Biogene Kraftstoffe.

Bezüglich der Dimension Zeit-Raum bezieht sich das ForNeBiK in seinem Positionspapier im Wesentlichen auf die Zeit bis 2020 sowie auf den Anbau von Rohstoffen und die Herstellung von Biokraftstoffen in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

---

<sup>2</sup> Energiesteuergesetz (EnergieStG), Energiesteuergesetz vom 15. Juli 2006 (BGBl. I S. 1534; 2008, 660; 2008, 1007), das durch das Gesetz vom 30. Juli 2009 (BGBl. I S. 2444) geändert worden ist.

<sup>3</sup> Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV, Biomasseverordnung vom 21. Juni 2001 (BGBl. I S. 1234), die durch die Verordnung vom 09. August 2005 (BGBl. I S. 2419) geändert worden ist.

<sup>4</sup> Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2433) geändert worden ist.

<sup>5</sup> Siehe hierzu im Besonderen § 37b S. 7 BImSchG, „Biomethan gilt nur dann als Biokraftstoff, wenn es den Anforderungen für Erdgas nach § 6 der Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen in der jeweils geltenden Fassung entspricht.“

# Ausgangssituation

Eine der wichtigsten Erkenntnisse der Studie „Zukunft der weltweiten Erdölversorgung“ der Ludwig-Bölkow-Stiftung und Energy Watch Group im Mai 2008 ist, dass das weltweite Erdölförderungsmaximum (sog. Peak Oil) bereits 2006 eingetreten ist; die Ölförderung wird jährlich um einige Prozentpunkte zurückgehen und ab 2030 drastisch fallen.<sup>6</sup> Die Weltwirtschaft steht damit am Anfang eines tiefen Strukturwandels, so die Studie. Bestätigt wird diese Erkenntnis zum Peak Oil mehr und mehr auch durch die Mineralölwirtschaft selbst; angeführt im Jahr 2008 durch den Mineralölkonzern Total.<sup>7</sup> Festzustellen ist allerdings, dass nicht die Frage nach dem „Ende des Erdölzeitalters“ zu stellen ist, sondern was die Gesellschaften bereit sind, zukünftig für die fossile Energieversorgung zu zahlen. Fossile Energien werden teurer werden!<sup>8</sup>

Der zukünftige bodengebundene **Personenverkehr** wird ein 10 %-iges Wachstum der Verkehrsleistung bis 2020 aufweisen und der **Güterverkehr** kontinuierlich um rund 65 %-Punkte über das Niveau von 2000 wachsen.<sup>9</sup> Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs werden bis 2020 gegenüber 2005 um 3 % leicht ansteigen und stagnieren dann auf diesem Niveau bis 2030.<sup>10</sup> Einige Zahlen hierzu:<sup>11</sup>

- der Verkehrssektor erzeugt 70 % der Nachfrage nach Erdöl in der Europäischen Union,
- die Emissionen im Verkehrssektor steigen stetig (2005 trug der Verkehrssektor mit 24,1 % zur Gesamtmenge der Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) der Europäischen Union bei), prognostiziert wird eine Steigerung um weitere 30 %,
- auf den Stadtverkehr entfallen 40 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen und 70 % der sonstigen durch Kraftfahrzeuge entstehenden Schadstoffemissionen,
- die Überlastung der Straßen, die sich hauptsächlich auf großstädtische Gebiete konzentriert, kostet die Europäische Union etwa 1 % des BIP.

<sup>6</sup> Hierzu Schindler/Zittel (2008), S. 12 und S. 17.

<sup>7</sup> Mosconi, in Fokart (2008), S. 22 ff., wobei der Peak Oil nur schwerlich zu datieren sei und eher geologische und machtpolitische Interessen ausschlaggebender seien. So auch Masset, in Fokart (2008), S. 15. Hierzu auch Campbell, Zitat: "Once people understand that peak oil is imposed by nature and not by conspiracy, speculation or bad trading they would have much more sympathy for measures necessary to be taken" Association for the Study of Peak Oil and Gas (ASPO) annual event, Berlin, 19. Mai 2009, siehe <http://www.energiekrise.de/>. In einer guten Übersicht und detaillierten Informationen siehe Cramer et al. (2009), S. 236 ff.

<sup>8</sup> Zur Prägnanz sowie zur Vormachtstellung der OPEC-Staaten und der Preisgestaltung in von Hirschhausen et al. (2009).

<sup>9</sup> So auch UBA (2009) unter <http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodent=2842>, ebenso Matthes et al. (2008), S. 15. Siehe auch hierzu P6\_TA-PROV(2008)0087, Nachhaltige europäische Verkehrspolitik, Entschließung des Europäischen Parlaments vom 11. März 2008 zu der nachhaltigen europäischen Verkehrspolitik unter Berücksichtigung der europäischen Energie- und Umweltpolitik (2007/2147(INI)), S. 3 ff., Zitat: „dass die Mobilität eine der größten Errungenschaften und Herausforderungen des 20. Jahrhunderts ist und dass für einen nachhaltigen Verkehr ein faires Gleichgewicht zwischen verschiedenen und häufig einander zuwiderlaufenden Interessen gefunden werden muss, wobei es gilt, gleichzeitig dem Grundrecht der Bürger auf Mobilität, der Bedeutung des Verkehrssektors für die Wirtschaft und die Beschäftigung, der Verantwortung für die lokale und globale Umwelt sowie dem Recht der Bürger auf Sicherheit, Lebensqualität und Gesundheit gerecht zu werden“.

<sup>10</sup> Matthes et al. (2008), a. a. O. sowie Schmied et al. (2007). Siehe auch KOM (2009) 192.

<sup>11</sup> Siehe hierzu P6\_TA-PROV(2008)0087 Nachhaltige europäische Verkehrspolitik Entschließung des Europäischen Parlaments vom 11. März 2008 zu der nachhaltigen europäischen Verkehrspolitik unter Berücksichtigung der europäischen Energie- und Umweltpolitik (2007/2147(INI)), S. 3 ff.

Der Bericht des BIOFUELS RESEARCH ADVISORY COMMITTEE stellt daher folgerichtig fest: „The growing transport sector is considered to be one of the main reasons for the EU failing to meet the Kyoto targets. It is expected that 90 % of the increase of CO<sub>2</sub> emissions between 1990 and 2010 will be attributable to transport“<sup>12</sup>. Ähnliche Erkenntnisse gelten auch für die USA.<sup>13</sup>

Ein **Strukturwandel** anderer Art steht den Gesellschaften im Rahmen des **Klimawandels** bevor. Der INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE zeigt einprägsam die Entwicklungsszenarien der Klimaerwärmung auf und verdeutlicht dies durch die Auswirkungen auf bewirtschaftete Systeme durch regionale Temperaturerhöhungen<sup>14</sup> in Folge eines starken Anstiegs der CO<sub>2</sub>-Emissionen.<sup>15</sup>

Im Ergebnis wird somit eine Haupttriebfeder der Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre in Europa im **Personen- und Güterverkehr** gesehen.<sup>16</sup>

Die Förderung der derzeit verfügbaren Biokraftstoffe wird daher in **Europa** als ein notwendiger Zwischenschritt gesehen, um die Treibhausgasemissionen<sup>17</sup> kurzfristig zu reduzieren, die Energiequellen im Verkehrssektor zu diversifizieren<sup>18</sup> und die EU-Wirtschaft auf Alternativen im Verkehrssektor vorzubereiten.<sup>19</sup>

<sup>12</sup> Siehe [http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/draft\\_vision\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/draft_vision_report_en.pdf), McKinsey&Company (2007) stellen hierzu fest, dass allein die Optimierung von Benzin- und Dieselmotoren von Personenwagen bis 2020 bis zu acht Megatonnen Treibhausgasvermeidung bringt und damit ein Drittel des gesamten Potenzials des Transportsektors in Höhe von rund 28 Megatonnen beitragen könnten.

<sup>13</sup> Siehe bspw. Energy Information Administration (EIA) (2009), S. 21 ff.

<sup>14</sup> IPCC (2007), S. 2 ff.; Hübler/Klepper (2007) sowie Kalies/Schröder (2007).

<sup>15</sup> Siehe auch Kyoto-Protokoll in der deutschen Übersetzung unter <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpger.pdf>

<sup>16</sup> Siehe hierzu P6\_TA-PROV(2008)0087 Nachhaltige europäische Verkehrspolitik; Entschließung des Europäischen Parlaments vom 11. März 2008 zu der nachhaltigen europäischen Verkehrspolitik unter Berücksichtigung der europäischen Energie- und Umweltpolitik (2007/2147(INI)).

<sup>17</sup> KOM (2009) 192, S. 10, Zitat: „Die Netto-Treibhausgaseinsparungen, die in den Jahren 2006 und 2007 EU-weit durch die Vermarktung und den Verbrauch von Biokraftstoffen erzielt wurden, sind auf 9,7 bzw. 14,0 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent zu beziffern.“

<sup>18</sup> Siehe KOM (2009) 192, S. 9, Zitat: „Im Jahr 2007 konnten 1.593 Mio. Liter Benzin und 7.730 Mio. Liter Diesel durch Biokraftstoffe ersetzt werden. Dies entspricht nahezu 3 % des gesamten Kraftstoffverbrauchs des Straßenverkehrs in der Europäischen Union.“

<sup>19</sup> So der Rat der Europäischen Union (7224/1/07, Übermittlungsvermerk): „Daher billigt [der Europäische Rat] unter Berücksichtigung unterschiedlicher individueller Gegebenheiten, Ausgangspunkte und Möglichkeiten die folgenden Ziele: [...] ein in kosteneffizienter Weise einzuführendes verbindliches Mindestziel in Höhe von 10 % für den Anteil von Biokraftstoffen am gesamten verkehrsbedingten Benzin- und Dieselmotorenverbrauch in der EU bis 2020, das von allen Mitgliedstaaten erreicht werden muss. Der verbindliche Charakter dieses Ziels ist angemessen, vorausgesetzt, die Erzeugung ist nachhaltig, Biokraftstoffe der zweiten Generation stehen kommerziell zur Verfügung und die Richtlinie über die Kraftstoffqualität wird entsprechend geändert, damit geeignete Mischungsverhältnisse möglich werden“ unter <http://europa.eu/bulletin/de/200703/i1016.htm> sowie Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments 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, Erwägungsgrund (9). Im Überblick zudem Geringer/Hofmann (2007). Ebenso in Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament: Fortschrittsbericht „Erneuerbare Energien“: Bericht der Kommission gemäß Artikel 3 der Richtlinie 2001/77/EG und Artikel 4 Absatz 2 der Richtlinie 2003/30/EG sowie über die Umsetzung des EU-Aktionsplans für Biomasse (KOM (2005) 628) KOM (2009) 192 endgültig, Brüssel, 24. April 2009.

**Deutschland**<sup>20</sup> sowie **Österreich** und die **Schweiz** in ähnlicher Weise verfolgen im Rahmen ihrer Daseins-Fürsorge eine Energieversorgung mit den Zielen einer wirtschaftlichen, sicheren und umweltverträglichen Versorgung;<sup>21</sup> alle drei Ziele sind dabei gleichrangig.<sup>22</sup> Im Gesamtkanon dieser Ziele sind Strategien zum Ausbau und der Förderung erneuerbarer Energien entwickelt worden. Die Förderung der Biokraftstoffe ist hierbei ein entscheidender Inhalt.<sup>23</sup>

---

<sup>20</sup> Siehe Seite 31 des Koalitionsvertrages zwischen CDU, CSU und FDP, „Wachstum, Bildung, Zusammenhalt“, 17. Legislaturperiode – Entwurf – unter [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_\\_\\_Anlagen/koalitionsvertrag.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/___Anlagen/koalitionsvertrag.html)

<sup>21</sup> Siehe auch Auswärtiges Amt, <http://www.auswaertiges-amt.de/diplo/de/Aussenpolitik/Themen/EnergieKlima/Uebersicht.html>

<sup>22</sup> So auch in gleicher Weise international Moonaw, in Hohmeyer/Trittin (2008), S. 9: „The transformation in the energy system that is needed to address climate change is indeed massive. But this is much more than an environmental issue. It is in fact an economic development issue where the energy driven economy of the industrial revolution needs to be replaced with a system that is sustainable for both developed and developing countries.“

<sup>23</sup> BMU (2007), siehe auch unter [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund\\_meseberg.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_meseberg.pdf), mittlerweile allerdings in der inhaltlichen Prägnanz diskutiert, hierzu später mehr.

# Status quo der Verwendung von Biokraftstoffen

---

Waren die Jahre 2006 und 2007 für den Markt der Biokraftstoffe, vor allem angetrieben durch die ansteigenden Preise für fossile Kraftstoffe, mit einem deutlichen **Wachstum**<sup>24</sup> versehen, so ist für das Jahr 2008 (in der Folge auch 2009) eine erhebliche **Schrumpfung**, insbesondere bei der Verwendung der Reinkraftstoffe zu verzeichnen.

Der gesamte Biokraftstoffabsatz fiel von 4,6 Mio. t im Jahr 2007 auf rd. 3,7 Mio. t in 2008.<sup>25</sup> Der Absatz von Biodiesel war mit rd. 2,7 Mio. t (2007: 3,3 Mio. t) hierbei dominierend (1,6 Mio. t. in der Beimischung<sup>26</sup> und 1,1 Mio. t als Reinkraftstoff<sup>27</sup>). Deutlich rückläufig war auch der Absatz von Pflanzenöl<sup>28</sup> mit 400.000 t (2007: 830.000 t), während der Bioethanolabsatz, vornehmlich im Rahmen der Beimischung<sup>29</sup>, mit 625.000 t gegenüber dem Vorjahr (460.000 t) angestiegen ist (davon Reinkraftstoff 9.000 t<sup>30</sup>).<sup>31</sup> Im Jahr 2008 sank somit der Anteil von Biokraftstoffen am deutschen Kraftstoffverbrauch von 7,3 % (2007) auf 5,9 %, bezogen auf den Energiegehalt. Trotz alledem nimmt Deutschland in Europa mit der Produktion und Nutzung von Biokraftstoffen nach wie vor die **Spitzenposition** ein.<sup>32</sup>

---

<sup>24</sup> Zu den Zahlen 2006 und 2007 siehe BT-Drs. 16/8028, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dr. Happach-Kasan, Kauch, Ackermann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP (Drs. 16/7881), Zukunft der biogenen Reinkraftstoffe sowie in Ergänzung Linkohr et al. (2009).

<sup>25</sup> Linkohr et al. (2009), S. 9.

<sup>26</sup> Beimischung seit 01. Januar 2009 maximal 7 Volumenprozent (Qualitätsnorm DIN 51628: 2008-08 (D) Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Anforderungen und Prüfverfahren – Dieselkraftstoff B7), entspricht 6,3 % energetisch, siehe auch Automotive fuels - Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines - Requirements and test methods.

<sup>27</sup> Gemäß EN 14214: 2008.

<sup>28</sup> Gemäß DIN V 51605: Kraftstoffe für pflanzenöлтаugliche Motoren, Rapsölkraftstoff - Anforderungen und Prüfverfahren, Ausgabe Juli 2006.

<sup>29</sup> Beimischung maximal 5 Volumenprozent (Qualitätsnorm DIN EN 228:2008-11 (D) Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Unverbleite Ottokraftstoffe - Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 228: 2008), entspricht 3,25 % energetisch (siehe derzeit auch DIN EN 228:2009-09, Überarbeitung von EN 228:2008 "Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Unverbleite Ottokraftstoffe - Anforderungen und Prüfverfahren" um die Anpassung an alle Anforderungen aus der Überarbeitung der Kraftstoffrichtlinie EC/98/70 durch 2009/30/EC durchzuführen).

<sup>30</sup> Gemäß DIN 51625: 2008-08 (D) Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Ethanolkraftstoff - Anforderungen und Prüfverfahren.

<sup>31</sup> Insgesamt hierzu: Fünfter nationaler Bericht zur Umsetzung der Richtlinie 2003/30/EG vom 08.05.2003 „zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor“ 2007, sowie Linkohr et al. (2009), S. 15 f und S. 24 f sowie Mühlenhoff (2009b).

<sup>32</sup> EurObserv'ER 2009, <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro192.pdf>

Der **Umsatz** allein aus dem Betrieb von Anlagen zur Nutzung biogener Kraftstoffe in Deutschland im Jahr 2008 lag bei rund 3,5 Mrd. € (2007 rund 3,59 Mrd. €).<sup>33</sup>

**Volkswirtschaftlich** wird geschätzt, dass 25.500 Arbeitnehmer (2007 waren es noch 28.500 Arbeitnehmer) entlang der Wertschöpfungskette „Biokraftstoff“ (Anbau, industrielle Weiterverarbeitung, Vorleistungseffekte in Zulieferersektoren) in Deutschland beschäftigt sind (direkt, indirekt, induziert).<sup>34</sup> Schätzungen gehen von 37.000 Arbeitnehmern in 2010 bzw. rund 76.000 Beschäftigten in 2020 aus.<sup>35</sup> Mit Einführung des Energiesteuergesetzes haben die Belastungen des Staatshaushalts in den letzten Jahren an Bedeutung verloren; für das Jahr 2009 können ggf. positive (Netto-)Effekte in Höhe von 1,74 Mrd. € prognostiziert werden.<sup>36</sup>

Die **Biokraftstoffrichtlinie** der EU sowie die Neuausrichtung der **Kraftstoffstrategie** der Bundesregierung werden weiterhin am Einsatz von Biokraftstoffen festhalten; dies vor allem durch die Beimischungsverpflichtungen zu regulären Diesel- und Otto-Kraftstoffen. Eine Wiederbelebung des Marktes für reine Biokraftstoffe mit Vorlage eines Gesetzentwurfes zum 01. Januar 2010 gemäß Koalitionsvertrag bleibt abzuwarten.<sup>37</sup>

---

<sup>33</sup> Linkohr et al. (2009), S. 29 sowie Böhme et al. (2009), S. 40. In den letzten Jahren stieg die Anzahl der Transportunternehmen, die Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff verwendeten, erheblich an. Die Unternehmen investierten in die Anpassung der Fahrzeuge, in Betriebstankstellen und in Produktionsanlagen für Biokraftstoffe, siehe hierzu BAG (2007), S. 1.

<sup>34</sup> Angaben für 2008 für den Biokraftstoffbereich liegen noch nicht vor. Siehe zu 2007 auch Nusser et al. (2007). Die Berechnung der Brutto-Beschäftigungseffekte (Vollzeitäquivalente) erfolgte mit dem Fraunhofer Input-Output-Modell ISIS. Ebenfalls Staiß/Zimmer/Linkohr (2006), Schöpe (2006) und Heißenhuber/Berenz/Rauh (2007).

<sup>35</sup> In Schöpe (2006) wurden für das Jahr 2009 rund 50.500 Arbeitsplätze prognostiziert, S. 28.

<sup>36</sup> Schöpe (2006), S. 28.

<sup>37</sup> Siehe hierzu Seite 20 des Koalitionsvertrages zwischen CDU, CSU und FDP, „Wachstum, Bildung, Zusammenhalt“, 17. Legislaturperiode – Entwurf – unter [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_\\_\\_Anlagen/koalitionsvertrag.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/___Anlagen/koalitionsvertrag.html)

## Politikrahmen der EU

Die **Richtlinie 2009/28/EG**<sup>38</sup> sieht vor, dass jeder Mitgliedstaat kosteneffizient gewährleistet, dass sein Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen bei allen Verkehrsträgern im Jahr 2020 mindestens 10 % seines Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor entspricht<sup>39</sup>. Der verbindliche Charakter des Biokraftstoffziels ist gemäß der Richtlinie angemessen, sofern:

1. die Herstellung auf nachhaltige Weise erfolge,
2. Biokraftstoffe der zweiten Generation kommerziell zur Verfügung stünden
3. und die Richtlinie 98/70/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 1998 über die Qualität von Otto- und Dieselmotorkraftstoffen geändert würde<sup>40</sup>, um geeignete Beimischungsverhältnisse zu ermöglichen.

Die Europäische Union gibt mit dieser Richtlinie sehr ambitionierte Ziele vor. Wie bereits die Vorgängerrichtlinie gewährt die Richtlinie 2009/28/EG den Mitgliedstaaten die Freiheit der Instrumentenwahl. Eingeschlossen zur Erfüllung der Ziele sind ebenfalls Biomethan und „grüner Strom“, sprich Elektromobilität.

Parallel regelt die **Richtlinie 2009/30/EG**<sup>41</sup> als Artikelgesetz zur Änderung der **Richtlinie 98/70/EG** die Einhaltung der Grundsätze für eine nachhaltige Biomasseproduktion und der Nachweisführung sowie der Verankerung einer Dieselmotorkraftstoffnorm mit einem Anteil von 7 Vol.-% Biodiesel im Dieselmotorkraftstoff (B7). Im Ergebnis zielt die Richtlinie 2009/30/EG insbesondere darauf ab, dass die Nutzung flüssiger Biokraft- und Biobrennstoffe (gegenüber fossilen Referenzkraftstoffen) zu einer spezifischen Treibhausgasreduzierung von mindestens 35 % führen muss sowie ab 2017 von 50 % und für Neuanlagen (nach 2017) von 60 %.

<sup>38</sup> Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments 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.

<sup>39</sup> Da die allgemeinen Ziele der Richtlinie, hier bspw. 10 % Biokraftstoffanteil im Verkehrssektor auf Ebene der Mitgliedstaaten nicht ausreichend verwirklicht werden können, kann die EU im Einklang mit Artikel 5 des Vertrags niedergelegten Subsidiaritätsprinzip handeln; überdies ist der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit gegeben.

<sup>40</sup> Bereits in Juni 2009 geschehen durch die 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.

<sup>41</sup> 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, seit Juni 2009 in Kraft und durch die Mitgliedstaaten bis Ende 2010 in nationales Recht umzusetzen.

Darüber hinaus hat die EU in den vergangenen zwei Jahren weitere Initiativen eingeleitet, um den Verkehrssektor in Europa „grüner“ zu machen. Hierzu gehören die **CO<sub>2</sub>-Verordnung**<sup>42</sup> und die Richtlinie über die Förderung **sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge**<sup>43</sup>. Im Jahr 2008 hat die Kommission eine Strategie zur **Ökologisierung des Verkehrs** angenommen<sup>44</sup>, die dem Einsatz saubererer Fahrzeuge sowie einer verbesserten Logistik förderlich sein dürfte.

Entsprechend der Richtlinie 2009/28/EG muss zudem jeder Mitgliedstaat einen **Aktionsplan für erneuerbare Energie** verabschieden. Diese Aktionspläne sollen die nationalen Ziele der Mitgliedstaaten für die Anteile von Energie aus erneuerbaren Quellen an der im Jahr 2020 im Verkehrs-, Elektrizitäts- sowie Wärme- und Kältesektor verbrauchten Energie enthalten. Hierin sollen vor allem angemessene Maßnahmen enthalten sein, die für das Erreichen der nationalen Gesamtziele ergriffen werden. Ein Muster<sup>45</sup> für die nationalen Aktionspläne für erneuerbare Energie hat die Kommission bereits vorgelegt; unter Punkt 4.2.10. sind hier die Nachhaltigkeitskriterien und die Überprüfung ihrer Einhaltung von Biokraftstoffen und anderen flüssigen Biobrennstoffe gemäß Artikel 17 bis 21 der Richtlinie 2009/28/EG genannt.

---

<sup>42</sup> Verordnung (EG) Nr. 443/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen. Siehe auch unter [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eu\\_verordnung\\_co2\\_emissionen\\_Pkw.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eu_verordnung_co2_emissionen_Pkw.pdf), Stand April 2009.

<sup>43</sup> Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (Text von Bedeutung für den EWR), ABl. L 120 vom 15.5.2009, S. 5–12.

<sup>44</sup> Siehe ausführlich unter [http://ec.europa.eu/transport/strategies/2008\\_greening\\_transport\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/strategies/2008_greening_transport_en.htm), Stand Juli 2008.

<sup>45</sup> Commission of the European Communities, Brussels, 30.06.2009, C(2009) 5174-1 Commission Decision, of 30.6.2009 establishing a template for National Renewable Energy Action Plans under Directive 2009/28/EC.

## Politikrahmen Deutschland, Österreich und der Schweiz

Hintergrund der in den Jahren 2007 und 2008 massiven Bemühungen um den Einsatz von Biokraftstoffen in **Deutschland** waren die Erwartungen zur **Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen**, die erklärtes Ziel der Bundesregierung sind.<sup>46</sup> Allein der **Verkehrssektor** in Deutschland verursacht derzeit CO<sub>2</sub>-Emissionen von rd. 156 Mio. t pro Jahr<sup>47</sup>; gleichfalls ist im Verkehrsbereich die geringste Minderung an CO<sub>2</sub>-Emissionen erreicht worden - insbesondere im Vergleich zum verarbeitenden Gewerbe.<sup>48</sup> Allerdings, so ist festzuhalten, ist im Verkehrsbereich seit dem Jahr 2000 erstmals eine deutliche Trendwende der bis dahin gestiegenen CO<sub>2</sub>-Emissionen feststellbar (Senkung um rund 22,4 Mio. t). Folgende Gründe<sup>49</sup> sind hier maßgeblich:

1. Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche,
2. deutliche Verschiebung zugunsten von Dieselfahrzeugen bei den Neuzulassungen,
3. kontinuierlicher Anstieg der Kraftstoffpreise,
4. Verwendung von Biokraftstoffen,
5. (Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland),<sup>50</sup>
6. (Abwrackprämie)<sup>51</sup>.

In Deutschland sind auf der Grundlage des im Oktober 2006 vom Bundestag verabschiedeten Biokraftstoffquotengesetzes Unternehmen, die Kraftstoffe in Verkehr bringen, seit Januar 2007 verpflichtet, einen gesetzlich bestimmten Mindestanteil (Quote) in Form von Biokraftstoffen abzusetzen.<sup>52</sup> Die vorgeschriebenen **Quoten** können entweder durch Beimischung von Biokraftstoffen zu Diesel- oder Ottokraftstoff erfüllt werden, oder auch durch das in Verkehr bringen von **reinen Biokraftstoffen**. Die Bundesregierung hatte zudem im August 2007 in Meseberg Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramms (IEKP) beschlossen. Die Maßnahmen enthielten dabei Vorgaben für den Verkehrssektor, der insgesamt CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 33,6 Mio. t bis 2020 zu erbringen habe.

<sup>46</sup> Machat/Werner (2007) sowie im Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, „Wachstum, Bildung, Zusammenhalt“, 17. Legislaturperiode – Entwurf – an verschiedenen Stellen unter [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_\\_\\_Anlagen/koalitionsvertrag.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/___Anlagen/koalitionsvertrag.html)

<sup>47</sup> Siehe auch UBA unter <http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeid=2842>, Stand Juli 2009 sowie Pehnt (2007), Staiß et al. (2008), S. 23. ff. sowie insgesamt IPCC (2007).

<sup>48</sup> Siehe UBA (2009) unter <http://www.umweltbundesamt-umwelt-deutschland.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeid=2842>, Stand Juli 2009

<sup>49</sup> Strogies et al. (2008), S. 161, Kalinowska/Kuhfeld/Kunert (2006) sowie Zahlen des Mineralölwirtschaftsverband MWV, September 2009.

<sup>50</sup> Siehe hierzu im Kapitel „Politische Rahmenbedingungen für Biokraftstoffe“.

<sup>51</sup> Verlässliche Zahlen hierzu fehlen derzeit, siehe aber Deutscher Bundestag, Drucksache 16/13746, 16. Wahlperiode, 06.07.2009 Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Winfried Hermann, Dr. Anton Hofreiter, Bettina Herlitzius, weiterer Abgeordneter und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen – Drucksache 16/13288 – Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung für mehr Klimaschutz im Verkehr. S. 4, „Laut Mitteilung des Kraftfahrt-Bundesamtes von Mai 2009 hat sich die durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emission von neu zugelassenen Pkw von 162 g/km im Dezember 2008 auf 154,5 g/km im April 2009 verringert. Dieses Ergebnis sei auf die verstärkte Nachfrage nach Kleinwagen zurückzuführen.“

<sup>52</sup> Im Jahr 2008: Diesel-Quote=4,4 %, Ottokraftstoff-Quote=2,0 %; zusätzlich zu den Mindestquoten wurde ab dem Jahr 2009 eine Gesamtquote von 6,25 % für beide Kraftstoffarten eingeführt, welche bis zum Jahr 2015 stufenweise auf 8 % erhöht werden sollte. Alle Quoten beziehen sich auf den Energiegehalt der Kraftstoffe, siehe auch BT-Drs. 16/8028, a. a. O. Gemessen am Kraftstoffverbrauch (Otto- und Dieselmotoren zuzüglich Biokraftstoffe) betrug der Anteil biogener Kraftstoffe energetisch ca. 7 %, der Anteil von Biodiesel als Reinkraftstoff ca. 3 % und als Beimischung ca. 2,4 %. Der Anteil Pflanzenöl am Kraftstoffverbrauch betrug energetisch ca. 1,2 %.

Im Rahmen der öffentlichen Diskussionen um den Anteil an Biokraftstoffen am Kraftstoffmarkt hatte das Bundeskabinett am 07. Oktober 2008 entgegen der Beschlusslage vom Oktober 2006 beschlossen, die **Gesamtquote** an Biokraftstoffen im Jahr 2009 um 1 Prozentpunkt auf nunmehr 5,25 % zu senken. Im Umkehrschluss gilt, dass mit der Absenkung der Gesamtquote an Biokraftstoffen die „**Quote**“ für die Nutzung **fossiler Kraftstoffe** um 1 Prozentpunkt erhöht wurde.

Mit dem **Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen**, das am 23. April 2009 vom Deutschen Bundestag beschlossen wurde<sup>53</sup>, wurden u. a. auch die geltenden Regelungen im **Bundes-Immissionsschutzgesetz** zur Biokraftstoffquote sowie im **Energiesteuergesetz** zur steuerlichen Förderung der Biokraftstoffe angepasst.

**Kernpunkte** der gesetzlichen Änderungen sind u. a.:

- Die Gesamtquote für das Jahr 2009 wird auf 5,25 % und für die Jahre 2010 bis 2014 auf 6,25 % abgesenkt. Als Unterquote für den fossilen Diesel ersetzenden Biokraftstoff gilt 4,4 Prozent energetisch; die Unterquote für den Ottokraftstoff ersetzenden Biokraftstoffe gilt 2,8 Prozent energetisch.
- Ab dem Jahr 2015 werden die Biokraftstoffquoten von der jetzigen energetischen Bewertung auf die Netto-Treibhausgasminderung als Bezugsgröße umgestellt. Mit Blick auf den im April durch das Bundeskabinett beschlossenen Biomasseaktionsplan<sup>54</sup> soll sich der Anteil der Biokraftstoffe bis 2020 so weit erhöhen, dass dadurch die Treibhausgasemissionen um 7 % gegenüber dem Einsatz fossiler Kraftstoffe reduziert werden (dies entspricht einem Anteil von rd. 12 % energetisch).
- Anrechnung von Biomethan<sup>55</sup> auf die Ottokraftstoff- und die Gesamtquote, sofern die Anforderungen der Kraftstoffqualitätsverordnung erfüllt sind.<sup>56</sup>

Damit die über 7 Vol.-% hinausgehende Quotenverpflichtung in Form der Beimischung erbracht werden kann, soll ab Januar 2010 das gemeinsame Hydrieren von qualitativ hochwertigen, aber auch unterschiedlichen pflanzlichen Ölen mit mineralölstämmigen Ölen zugelassen werden, sofern der Anbau, Transport usw. zertifiziert sind. Der Umfang der **hydrierten Öle (HVO)** soll auf 3 Vol.-% begrenzt werden. Eine entsprechende Rechtsverordnung nach § 37d fehlt indes noch und bedarf im Weiteren der Zustimmung des Bundestages.

<sup>53</sup> Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen (BioKraftFändG) G. v. 15.07.2009, BGBl. I S. 1804, 3108.

<sup>54</sup> BMU (2009b).

<sup>55</sup> Soweit DIN 51624: 2008-02 (D) Kraftstoffe für Kraftfahrzeuge - Erdgas - Anforderungen und Prüfverfahren entsprechend.

<sup>56</sup> Siehe hierzu auch Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen vom 27. Januar 2009 (BGBl. I S. 123).

Gründe<sup>57</sup> für einen **langsameren Ausbau** der Verwendung von Biokraftstoffen als geplant sind:

1. Geforderte Nachhaltigkeitskriterien, die sicherstellen sollen, dass die Biomasse zur Verwendung als Kraftstoff nachhaltig erzeugt wurde sind noch nicht wirksam.
2. Durch eine Verschiebung der Quotenerhöhung ist Zeit gewonnen, um Biomasse aus anderen Quellen zu gewinnen und um Nutzungskonkurrenzen mit Nahrungs- und Futtermitteln zu vermeiden.
3. Für eine Übergangszeit ist die Beimischung von 10 Vol.-% Ethanol zu Ottokraftstoffen wegen der Motorenunverträglichkeit von Altfahrzeugen nicht möglich.
4. Biokraftstoffe der zweiten Generation stehen noch nicht in relevanten Mengen dem Markt zur Verfügung.

Bereits seit August 2006 wurde im Rahmen des **Energiesteuergesetzes** die im Januar 2004 eingeführte steuerliche Begünstigung von reinen Biokraftstoffen schrittweise abgeschafft (Überkompensationsregelung des § 50 Abs. 6 EnergieStG). Bis 2014 wird die bisherige Energiesteuer auch auf Biodiesel (B100) und reines Pflanzenöl erhoben. Dabei gilt auch, dass die Biokraftstoffe, die im Rahmen des Biokraftstoffquotengesetzes von Januar 2007 zur Deckung der Mindestquoten genutzt werden, ebenfalls dem vollen Steuersatz, der bisher nur für fossile Kraftstoffe galt, unterliegen. Synthetische Biokraftstoffe, E85 und aufbereitetes Biogas (Biomethan) sind bis 2014 steuerbegünstigt.

In **Österreich** wurde die EU-Richtlinie im Rahmen einer Novelle der **Kraftstoffverordnung**<sup>58</sup> im November 2004 in österreichisches Recht umgesetzt.<sup>59</sup> Seit dem 1. Oktober 2005 muss der Substitutionsverpflichtete gemäß dieser Verordnung 2,5 % (gemessen am Energieinhalt) aller in Verkehr gebrachten Otto- und Dieselkraftstoffe durch Biokraftstoffe ersetzen. Der Anteil hat sich bis zum 01. Oktober 2008 auf 5,75 % (gemessen am Energieinhalt) erhöht. Haupttreiber beim Inverkehrbringen von Biokraftstoffen ist in erster Linie die Beimischung von etwa 4,7 Vol.-% Biodiesel zu Diesel; seit Oktober 2007 ebenfalls Bioethanol. In 2008 wurden in Summe 406.000 t Biodiesel in Verkehr gebracht, 304.000 t davon in der Beimischung. Bioethanol (85.000 t) wurde hauptsächlich beigemischt.<sup>60</sup> Die Gesamtmenge an Pflanzenöl betrug 2008 rund 20.000 t. Reinkraftstoffe sind in Österreich gänzlich von der Mineralölsteuer befreit<sup>61</sup>; Beimischungen anteilig.<sup>62</sup>

<sup>57</sup> Siehe Begründung zum Gesetz „1. Zielsetzung und Notwendigkeit des Gesetzes“, S. 1.

<sup>58</sup> Kraftstoffverordnung (VO Nr. 417/2004 i. d. g. F.): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Qualität von Kraftstoffen. Mineralölsteuergesetz (BGBl. 180/2004 i. d. g. F.): Bundesgesetz, mit dem die Mineralölsteuer an das Gemeinschaftsrecht angepasst wird.

<sup>59</sup> Zur Verwendung von Biokraftstoffen in Österreich siehe Kurzweil/Lichtblau/Pölz (2003).

<sup>60</sup> Siehe Winter (2009).

<sup>61</sup> Durch den Beschluss des Nationalrates vom 24. April 2007 wurde das Mineralölsteuergesetz 1995 (BGBl. Nr. 630/1994), zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 180/2004 (Mineralölsteuergesetz 1995, BGBl. I Nr. 630/1994, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 57/2004.), mittels Budgetbegleitgesetz (BBG 2007) (BBG 2007 – 43 d.B. (XXIII. GP)): Budgetbegleitgesetz 2007, (BGBl. I Nr. 24/2007), geändert.

<sup>62</sup> Siehe Winter (2009).

Biokraftstoffe kommen in der **Schweiz** nur zu einem geringen Anteil in den Verkehr. In der Schweiz werden etwa 3.300 t (3.200 t in 2007) Bioethanol in Verkehr gebracht, dies entspricht einem Promille des gesamten Benzinabsatzes. Biodiesel hat einen Absatz von rund 12.000 t (9.900 t in 2007), was gut 5 Promille des gesamten Dieselölabsatzes entspricht.<sup>63</sup> Langfristig ist von 200.000 t Bioethanol und 70.000 t Biodiesel auszugehen.<sup>64</sup> Die Schweiz geht bei der Verwendung von Biokraftstoffen einen sehr restriktiven Weg. Die Änderung des **Mineralölsteuergesetzes** per 1. Juli 2008 bezweckte zwar die steuerliche Förderung von Erd- und Flüssiggas sowie von Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen. Um eine Steuererleichterung zu erhalten, müssen die Treibstoffe jedoch aus erneuerbaren Rohstoffen unabhängig von ihrer Herkunft ökologische und soziale Mindestanforderungen erfüllen; spezifizierende Vorgaben fehlen aber noch. Die Erarbeitung der Ausführungsbestimmungen zum Nachweis der positiven ökologischen Gesamtbilanz für Biokraftstoffe hat sich allerdings als schwierig herausgestellt - nach wie vor ist die Treibstoff-Ökobilanzverordnung nicht in Kraft getreten.

Anzumerken ist allerdings, dass derartige „Treibstoff-Ökobilanzen“ schwierig zu gestalten sind. Den Gesamtprozess der Verwendung von Biokraftstoffen betrachtend<sup>65</sup>, hängt die Einsparung an CO<sub>2</sub> von zahlreichen Faktoren ab, vor allem

- von Anbau- und Ernteverfahren unterschiedlicher Kulturen (Weizen, Raps, Misch-Kulturen usw.),
- den Rohstoffeigenschaften, dem Herstellungsverfahren und dem Qualitätsmanagement
- sowie von seiner Verwertung in Verbrennungsmotoren und der Abgasnachbehandlung.

In ähnlicher Weise haben erste Erkenntnisse in Deutschland Einfluss genommen auf die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung (BioSt-NachV)<sup>66</sup>. Geregelt wird hier, dass bestimmte Anforderungen an die nachhaltige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen und an die Erhaltung besonders schützenswerter Landschaftstypen eingehalten und die weiteren umweltbezogenen und sozialen Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit dokumentiert werden. Darüber hinaus muss flüssige Biomasse zur Stromerzeugung bei Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette ein bestimmtes Treibhausgas-Minderungspotenzial aufweisen.<sup>67</sup> Eine Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (**Biokraft-NachV**) ist im September vom Bundeskabinett beschlossen worden. Durchführungsvorschriften fehlen indes noch und sind bis zum Inkrafttreten der Verordnung zu verabschieden.

<sup>63</sup> Siehe Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2008, Stand 01.08.2009 unter [http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/index.html?lang=de&dossier\\_id=00763](http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/index.html?lang=de&dossier_id=00763).

<sup>64</sup> Siehe insgesamt 08.3823 – Interpellation „Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Beimischung von Bioethanol/Biodiesel“ von Bourgeois Jacques vom 16.12.2008 mit Antwort des Bundesrates vom 11. Februar 2009.

<sup>65</sup> Edwards et al. (2007), S. 14 ff.

<sup>66</sup> Siehe BMU (2009a).

<sup>67</sup> Diese Anforderungen entsprechen den europaweit einheitlichen Anforderungen, auf die sich die Europäische Union in der Richtlinie 2009/28/EG verständigt hat.

## Markt und Umfeld

Parallel mit der **steigenden Besteuerung** des Biodiesels und der Rapsölkraftstoffe setzten **massive Umwälzungen** auf dem Markt ein; zahlreiche klein- und mittelständische Unternehmen stellten die Produktion ein oder meldeten Insolvenz an.<sup>68</sup> Fuhrparkleiter, insbesondere der Speditionen, sahen in der Nutzung des Biodiesels keine wirtschaftliche Alternative mehr; nach dem Aufbrauchen von Restkontingenten stellten daher fast alle Speditionen die Betankung wieder auf herkömmlichen Dieselkraftstoff um.<sup>69</sup> In den Monaten Januar bis April 2009 lag der Verbrauch von Biodiesel um 60 % bzw. Rapsölkraftstoff um 72 % unter dem Niveau des entsprechenden Vorjahreszeitraumes.<sup>70</sup>

Festzuhalten ist: Für die Motorentechnik- und Fahrzeughersteller ist dies **kein verlässlicher Markt**.<sup>71</sup> Vor allem auch potenzielle Nutzer von Biokraftstoffen in Deutschland sind aufgrund des nicht validen Marktes, zuletzt gefördert durch die politischen Unwägbarkeiten, von der Verwendung abgeschreckt.

Durch den Einbruch bei der Verwendung von Biodiesel und Rapsölkraftstoffe stiegen ebenfalls die **CO<sub>2</sub>-Emissionen** um rund 2,3 Mio. t (vermeidene CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung von Biodiesel und Rapsölkraftstoffe in 2008 7,1 Mio. t und in 2007 rund 9,4 Mio. t.)<sup>72</sup>; eine weitere CO<sub>2</sub>-Emissionserhöhung durch die Nicht-Verwendung von Biokraftstoffen in 2009 ist anzunehmen.<sup>73</sup> Vergleichend betrachtet entspricht diese Reduktion an CO<sub>2</sub>-Emissionen in etwa der gesamten CO<sub>2</sub>-Vermeidung durch die installierte Photovoltaik in Deutschland (ca. 2,4 Mio t).

Bezogen auf die Biokraftstoffziele der EU ist zu konstatieren, dass die **Landwirtschaft** der EU-27 selbst bei der Maßgabe, dass die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln sicherzustellen sei, einen beachtlichen Anteil zu den Energiezielen der EU im Jahr 2020 durch die Bereitstellung von Bioenergiepflanzen beitragen könnte, unter der Voraussetzung des Fortbestehens der langjährigen Trends in der Agrarproduktion und dem Nahrungsmittelverbrauch.<sup>74</sup>

<sup>68</sup> Siehe Remmele (2009b), S. 262, Pressemitteilung des Technologie- und Förderzentrums „Mehr als 150 dezentrale Ölmühlen stillgelegt - Höhe der Energiesteuer machte den Verkauf von Rapsölkraftstoff unmöglich“ unter [http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/31924/090903\\_umfrage\\_dezentrale\\_oelmuehlen.pdf](http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/31924/090903_umfrage_dezentrale_oelmuehlen.pdf)

<sup>69</sup> BAG (2007), S. 23 sowie S. 5, Zitat: „Die investierten Beträge sind nach den Ausführungen der befragten Unternehmen jeweils im fünfstelligen Bereich anzusiedeln. Darüber hinaus beteiligten sich nicht wenige mittelständische Transportunternehmen an Produktionsanlagen für Biodiesel oder investierten erhebliche Summen - bis zu mehreren Mio. € - in eigene Biodieselproduktionsanlagen, um so die Verfügbarkeit von Biodiesel für ihr Unternehmen langfristig und günstig zu sichern.“ Ebenfalls BAG (2009a), S. 23.

<sup>70</sup> BAG (2009b), S. 11.

<sup>71</sup> Bspw. Schnorbus et al. (2008).

<sup>72</sup> Siehe BMU unter [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/mspowerpoint/ee\\_in\\_deutschland\\_graf\\_tab\\_2008.ppt](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/mspowerpoint/ee_in_deutschland_graf_tab_2008.ppt), Stand: Juni 2009.

<sup>73</sup> Das von der Bundesregierung auf ihrer Kabinettsklausur in Meseberg beschlossene „Integrierte Energie- und Klimaschutz-Programm“ (Dezember 2007) ging in seinen Anforderungen wesentlich weiter und forderte den Ausbau der Biokraftstoffe um bis zu 17 % bis in das Jahr 2020 zur Reduktion der Kraftstoffemissionen um 10 %. Um diese Ziele zu erreichen, umfasste das Meseberg-Paket ein 29-Punkte-Programm, das in Ergänzung zum Emissionshandel und anderen, bereits bestehenden, sektoralen Maßnahmen wirken sollte. Allein die Eckpunkte 16 „CO<sub>2</sub>-Strategie Pkw“ und 17 „Ausbau von Biokraftstoffen“ können im Verkehrssektor mit 33 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr zur Emissionsminderung beitragen. Siehe auch unter [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund\\_meseberg.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_meseberg.pdf) sowie <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/meseberg.pdf>

<sup>74</sup> Ähnlich Zeddies (2006). In Deutschland werden derzeit rund 1,2 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche zur Erzeugung von Biokraftstoffen verwendet (Biodiesel, Rapsölkraftstoffe und Bioethanol), siehe Thrän et al. (2009), S. 83

Eine differenzierte Betrachtung zeigt aber auch, dass nur einige wenige EU-Mitgliedsländer (vor allem Deutschland, Frankreich, Spanien) ihren Beitrag zur Energieversorgung aus Bioenergien für die EU-27 bereitstellen können.<sup>75</sup> Mehr als die Hälfte der Mitgliedsstaaten kann bis 2010 ihre nationalen Zielvorgaben, z. B. im Kraftstoffbereich einen Beimischungsanteil von 5,75 % an Biokraftstoffen, nicht aus eigener Erzeugung abdecken. In vielen Ländern (u. a. Großbritannien, Italien, Griechenland) reicht das Flächenpotenzial weder zur Selbstversorgung noch zur Energiebereitstellung aus, d. h. in diesen Ländern bleibt eine starke Abhängigkeit sowohl in der Energie- als auch Nahrungsmittelversorgung aus Drittländern bestehen.<sup>76</sup>

Diese Abhängigkeit von Importen ist allerdings auch dem Gesetzgeber der Richtlinie 2009/28/EG bewusst und gleichsam gewollt. In den Erwägungsgründen wird ausdrücklich von der **Handelbarkeit der Biokraftstoffe** ausgegangen. Hier heißt es: „[...] können Mitgliedstaaten, die in geringem Maße über die relevanten Ressourcen verfügen, ohne weiteres Biokraftstoffe erneuerbarer Herkunft anderweitig beziehen. Obwohl es für die Gemeinschaft technisch möglich wäre, ihr Ziel für die Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen im Verkehrsbereich ausschließlich durch die Herstellung in der Gemeinschaft zu erreichen, ist es sowohl wahrscheinlich als auch wünschenswert, dass das Ziel de facto durch eine Kombination aus inländischer Herstellung und Importen erreicht wird.“<sup>77</sup> Dabei ist eher eine Sparten- bzw. Nischennutzung der Anbauflächen zur Bioenergieproduktion in der Vorstellung des Gesetzgebers, als ein flächendeckender Anbau allein zur Bioenergieproduktion. Allerdings ist anzumerken, dass bereits jetzt einzelne Regionen in Europa unter erheblichem Druck stehen, in denen naturnahen Ökosysteme mit der Lebens- und Futtermittelerzeugung konkurrieren.<sup>78</sup>

Festzustellen ist, dass sich der große Bedarf an Otto- und Dieselmotorkraftstoffen derzeit nicht und in Zukunft kaum vollständig durch regenerative Flüssigtreibstoffe decken lässt.<sup>79</sup> Berechnungen zur potenziellen Nutzung degradierter Standorte für Energiepflanzen weltweit gehen stark auseinander und unterliegen zahlreichen unterschiedlichen Annahmen und Methoden.<sup>80</sup>

Dabei wird anerkannt, dass die Errichtung von Anlagen zur Erzeugung alternativer Kraftstoffe aus diversifizierten Rohstoffen, die Einführung neuer Motortypen und die Anpassung des Tankstellennetzes langfristige Investitionen (aufgrund stabiler Nachfrageprognosen) benötigen.<sup>81</sup>

<sup>75</sup> Schönleber/Henze/Zeddies (2007), S. 10.

<sup>76</sup> So auch insgesamt Schönleber/Henze/Zeddies (2007), S. 10 sowie für Auswirkungen in Deutschland Graf et al. (2007).

<sup>77</sup> Siehe Richtlinie 2009/28/EG, Seite 18. Ebenso Villelo Filho, in Bley et al. (2009) zum Thema der Einfuhr von Ethanol aus Brasilien nach Deutschland und den Notwendigkeiten, S. 53.

<sup>78</sup> Meyer (2008), S. 18.

<sup>79</sup> Statt vieler auch Spangenberg et al. (2005), S. 65 f. sowie SRU (2007) und BMELV unter [http://www.bmelv.de/cln\\_135/SharedDocs/Standardartikel/Service/Publikationen/AgrarpolitischerBericht2007.html](http://www.bmelv.de/cln_135/SharedDocs/Standardartikel/Service/Publikationen/AgrarpolitischerBericht2007.html)

<sup>80</sup> Vergleiche hierzu bspw. WBGU (2008) und Pieprzyk (2009).

<sup>81</sup> Siehe hierzu Bundesrat, Drucksache 138/06 vom 20.02.06, Unterrichtung durch die Bundesregierung „Mitteilung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften: "Eine EU-Strategie für Biokraftstoffe" KOM (2006) 34 endg.; Ratsdok. 6153/06.

Insgesamt sind die **technischen Möglichkeiten** der heutigen Anlagengeneration bei Weitem nicht ausgeschöpft. Über die integrierte Produktion von Futtermitteln im Rahmen der Kraftstoffproduktion hinaus, können Produktionsanlagen in naher Zukunft annähernd eine 100 %-ige Ausnutzung der Pflanzenrohstoffe ermöglichen.<sup>82</sup> Ebenso sind erhebliche Verbesserungen unter Berücksichtigung von Effizienz und ökologischen Anforderungen im Bereich des Anbaus, der Ernte sowie der feldnahen Verarbeitung und Logistik zu erwarten.<sup>83</sup> Ebenso ist davon auszugehen, dass eine deutliche Verbesserung der Effizienz der Verbrennungsmotoren sowie der Abgasnachbehandlung zu erreichen ist.

Anerkannt ist, dass der **Wirkungsgrad** bei der Verbrennung in stationären Anlagen zur kombinierten Wärme- und Stromerzeugung höher ist, als bei der alleinigen motorischen Verbrennung im mobilen Bereich<sup>84</sup>; hier weisen Biokraftstoffe sowohl höhere CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten als auch geringere absolute Minderungspotenziale auf.<sup>85</sup>

Trotz des anerkannten schlechteren Wirkungsgrads zeigt allein die Nutzung „flüssiger“ Brennstoffe erhebliche **Vorteile im mobilen Bereich** auf Grund der Energiedichte und Lagerfähigkeit im Tank; andere Bioenergiequellen sind von einem praktischen Einsatz derzeit weit entfernt!

---

<sup>82</sup> So auch Plass, Lurgi AG, Quelle: Deutsche Messe Hannover, „Klimawandel treibt Innovation im Mobilitätssektor an“, "Clean Moves"-Marktplattform, 16. April 2007.

<sup>83</sup> Statt vieler Wakeley et al. (2009), Icoz/Tugrul/Saral (2009), Böhme (2009) und Scheftelowitz/Müller-Langer (2008), S. 198.

<sup>84</sup> Siehe z. B. SRU (2007).

<sup>85</sup> Insgesamt so SRU (2007).

# Biomassebereitstellung

## Situation:

In der landwirtschaftlichen Praxis ist der **Anbau** von Biomasse zur Kraftstoffproduktion weitestgehend gleich dem Anbau von Biomasse zur Nahrungs- und Futtermittelherstellung. In der Landwirtschaft gelten hierfür umfassende Anforderungen und Empfehlungen als verbindliche Mindeststandards für den Anbau, so z. B.:

- die gute fachliche Praxis im landwirtschaftlichen Fachrecht (in Ergänzung Bundesbodenschutzgesetz, Bundesnaturschutzgesetz),
- obligatorische Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen (Cross Compliance),
- Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (auch implizit in anderen Anforderungen),
- Dünge- und Düngemittelverordnung, Pflanzenschutzverordnung
- zukünftig Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung usw.

Unter diesen Voraussetzungen ist festzuhalten, dass die Verwendungsrichtung als Nahrungs- oder Futtermittel oder als Kraftstoff sich nach jeweils herrschenden ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen richtet und weiterhin richten wird, im Besonderen im Hinblick auf die globalisierten Märkte.

In Zukunft kann die **Biomasseproduktion** für die Herstellung von Biokraftstoffen effizienter und umweltverträglicher gestaltet und durch züchterische Fortschritte<sup>86</sup>, Erweiterung der Fruchtfolgen<sup>87</sup> durch neue Kulturpflanzen (Erprobung trockentoleranter Arten/Sorten für niederschlagsarme Standorte)<sup>88</sup>, durch neuartige Anbausysteme sowie durch ein effektives Zeit- und Methodenmanagement der Ernte und Lagerung<sup>89</sup> unterstützt werden.<sup>90</sup>

Derzeit befindet sich der Anbau im Spannungsfeld zwischen der umweltverträglichen und effizienten Steigerung der Biomasseproduktion und den sich **verändernden klimatischen Bedingungen**<sup>91</sup>, die regional Einschnitte in der Produktivität mit sich bringen können.<sup>92</sup> Daher ist es bereits heute erforderlich aufzuzeigen, dass bspw. die Sorghumhirse<sup>93</sup> eine trockentolerante und dabei ertragsstarke Kultur ist und gerade in niederschlagsarmen Regionen und auf leichten, sandigen Böden, wo der Maisanbau im Mittel der Jahre keine sicheren Erträge bringt, eine geeignete Rohstoff- und Energiepflanze sein kann<sup>94</sup>; gleichfalls mit einer guten Treibhausgas-Bilanz.<sup>95</sup>

<sup>86</sup> Bspw. von Felde/Jeche (2009), S. 118 f., Eder et al. (2008), S. 32 f. sowie im weiten Überblick Hermann/Taube (2007) an diversen Stellen.

<sup>87</sup> Grunert (2007), S. 87 f., Christen (2007), S. 66 ff., Holm-Müller/Breuer (2006).

<sup>88</sup> Vetter/Strauss/Nehring (2009), S. 46 ff.

<sup>89</sup> Bspw. Böckelmann (2008).

<sup>90</sup> Siehe hierzu FNR (2008), Kästen (2006), Vetter (2006), Dietze (2006), Fritz et al. (2007) sowie Wagner (2005).

<sup>91</sup> Stock (2009), S. 7 ff.

<sup>92</sup> Siehe umfassend für das Bundesland Bayern unter Bay. LfL (2007).

<sup>93</sup> *Sorghum bicolor* L. Moench.

<sup>94</sup> von Felde/Jeche (2009), S. 121 f. sowie Roller (2009): „Zusammenfassend ergeben die Versuchsergebnisse, dass in den Hirsearten *S. bicolor* und *S. bicolor* x *S. sudanense* Sorten enthalten sind, die für den Anbau unter bayerischen Witterungsbedingungen geeignet sind. Entscheidend für den erfolgreichen Sorghumanbau mit den bislang verfügbaren Sorten ist die Beschränkung auf Standorte ohne Spät- und Frühfrostgefahr, die richtige Sortenwahl, eine Aussaat zwischen 10. Mai und 10. Juni und eine weiter verbesserte Produktionstechnik in der Düngung und Saatstärke.“, S. 62 f.

<sup>95</sup> Köppen/Reinhardt/Gärtner (2009), S. 52 sowie Röhricht/Zander/Dittrich (2008).

Unterstützend können hier z. B. **moderne biotechnologische Verfahren** für die Züchtung von Energiepflanzen zur Anwendung kommen. Zurzeit werden (noch) überwiegend<sup>96</sup> z. B. gentechnische Verfahren eingesetzt mit dem Ziel der Ertragssicherung (Resistenzen gegenüber biotischem Stress)<sup>97</sup>; ein Fokus auf besondere Merkmale der Energiepflanzen ist derzeit nicht in Sicht<sup>98</sup>. Bei den neuen Verfahren sind Auswirkungen auf Natur und Landschaft und in der Folge auf den Menschen unter nachhaltigen Gesichtspunkten zu bewerten.<sup>99</sup>

Eine besondere Bedeutung hat der **Humusgehalt** im Boden bei der landwirtschaftlichen Produktion, durch dessen komplexe Beeinflussung nahezu alle Bodeneigenschaften und -funktionen modifiziert werden.<sup>100</sup> So kann sich bspw. bei der ausschließlichen Nutzung der Ganzpflanzen für die Biomass-to-liquid Produktion aus dem Nutzungskreislauf ohne Rückführung von Nebenprodukten wie z. B. Gärresten langfristig der Humusgehalt der Böden verringern, die Bodenfruchtbarkeit (Wasser- und Nährstoffrückhaltevermögen) eingeschränkt und die Erosionsneigung erhöht werden, da nur wenige Ernterückstände auf der Fläche verbleiben. Untersuchungen zum realistisch verfügbaren Biomassepotenzial bei einer ausgeglichenen Humusbilanz sowie zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit laufen indes.<sup>101</sup> Anzumerken ist, dass der vermehrte Abbau von Humus selbst CO<sub>2</sub> freisetzt, welches als Treibhausgas in der Rückkopplung wiederum klimaerwärmend wirkt und somit einen weiteren Humusabbau verstärkt.<sup>102</sup> Gleichzeitig werden pflanzen- und ackerbauliche Strategien zur umweltverträglichen Energiepflanzenproduktion im Rahmen von Anbausystemversuchen verschiedener Fruchtfolgen wissenschaftlich für die unterschiedlichen Standorte in Deutschland aktuell bewertet.<sup>103</sup>

<sup>96</sup> Im Überblick siehe Mertens (2009), S. 324 ff.

<sup>97</sup> Siehe hierzu Schorling/Stirn/Beusmann (2009) sowie bspw. zum Bt-Mais auch Werner et al. (2005).

<sup>98</sup> Erste gentechnische Ansätze zur alleinigen Ertragssteigerung bei Energiepflanzen findet man bei Mais und Zuckerrohr für die Bioethanolproduktion in den USA bzw. Brasilien. Bspw. aber auch zum Thema niedrige Gehalte an Glucosinolate beim Raps als Futtermittel, Snowdon/Friedt (2008), S. 26; ebenso markergestützte Selektion mit Hilfe biotechnologischer Methoden.

<sup>99</sup> In vielen Fällen ist es sehr schwierig, schädliche Wirkungen auf die Güter Luft, Boden, Gewässer sowie auf die unterschiedlichen Organisationsstufen und trophischen Ebenen der belebten Umwelt zeitlich und räumlich abzugrenzen, siehe Werner et al. (2005), S. 106. Bspw. auch zum Thema der Mindestabstände zum konventionellen Anbau Hofmann (2007) sowie zur Auswirkung des Pollens transgenen Bt-Mais auf Schmetterlingsarten siehe Felke/Langenbruch (2005). Ebenso Tappeser et al. (2008) und Mertens (2009).

<sup>100</sup> Insgesamt im Fazit: „Für Bodenstruktur, Bodenerosion, Humusversorgung, Schadstoffeintrag in den Boden und Gewässerschutz werden Möglichkeiten positiver wie auch negativer Auswirkungen gesehen. Letztere können durch angepasste und optimierte produktionstechnische Maßnahmen weitgehend vermieden werden.“, so Rippel (2008), S. 14; weitere Nachweise bei Wendland/Diepolder/Capriel (2007), S. 13, Kreitmayer/Mayr (2007) sowie insgesamt Eckelmann et al. (2008).

<sup>101</sup> Siehe bspw. das Projekt des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten am Technologie- und Förderzentrum (TFZ), „Nachhaltiger Anbau von Energiepflanzen“, siehe unter [http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/31924/pm\\_2009\\_01\\_090130\\_gaerrest.pdf](http://www.tfz.bayern.de/sonstiges/31924/pm_2009_01_090130_gaerrest.pdf)

<sup>102</sup> Gleiches gilt im Übrigen auch für die Permafrostböden; eine Freisetzung der unter den Permafrostböden gespeicherten CO<sub>2</sub>-Vorräte hätte erhebliche Konsequenzen für das Klima.

<sup>103</sup> Bspw. Vorhaben "Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands" (EVA) unter <http://www.energiepflanzen.info/projekte/eva-ii.html>

## Position:

Getrennte Regelungen zwischen dem Anbau von Biomasse für Nahrungs- und Futtermittel sowie zur Kraftstoffproduktion sind nicht sinnvoll. Dies gilt für die **gute fachliche Praxis** sowie die Regelungen nach der Direktzahlungsverpflichtungsverordnung und denen der **Cross Compliance**. Daher sind die **Einhaltung der Empfehlungen** und der verbindlichen Anforderungen unbedingt zu beachten.

Gleichwohl sind die Regelungen zur guten fachlichen Praxis als dynamisches System anzusehen, welches auf sich ändernde Rahmenbedingungen reagieren sollte. So gewinnen gerade die Bereiche Boden- und Gewässerschutz sowie Humuserhalt eine immer größere Bedeutung und finden in der guten fachlichen Praxis verstärkt Berücksichtigung.

So hat zum Beispiel die Ausbringung von Gärrückständen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen nach den Anforderungen der guten fachlichen Praxis (pflanzenbedarfs- und standortgerecht) sowie der Düngeverordnung<sup>104</sup> so zu erfolgen, dass keine zusätzlichen Gefährdungen für das Grundwasser und die Oberflächengewässer auftreten.<sup>105</sup> Gleichsam sollten allerdings auch Anreize für eine Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität und für die Nutzung von Grenzertragsstandorten geschaffen werden<sup>106</sup>, sofern sie nicht naturschutzfachlichen Zielen zuwider laufen.

Auf der einen Seite sind die Möglichkeiten der **standortangepassten Züchtung**<sup>107</sup>, auch unter den Voraussetzungen der klimatischen Veränderungen, weiter zu entwickeln. Dabei sind auf der einen Seite hohe Flächenenergieerträge, gute Einordnung in den Betriebsablauf, eine breite Rohstoffbasis und geringe Anforderungen an den Standort sowie qualitätstypische Merkmale für die Kraftstoffherstellung anzustreben<sup>108</sup>. Es ist derzeit von besonderer Wichtigkeit, die **Optimierung von Anbauverfahren** unter Beachtung der sich ändernden klimatischen Bedingungen auf verschiedenen Standorten (z. B. auch Grenzertragsstandorte) voranzubringen. Die Erprobung von trocken- sowie hitzetoleranten Arten und Sorten, v. a. für niederschlagsarme Standorte, ist zu intensivieren. Dabei sollten sowohl ein- als auch mehrjährige Pflanzen betrachtet werden.

<sup>104</sup> Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV), Düngeverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S.221), die durch Artikel 18 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585) geändert worden ist.

<sup>105</sup> Dazu u. a. Positionspapier der DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V.) (2007), unter [http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/angebote/forschung/report/pdf/Positionspapier\\_DVGW.pdf](http://www.dvgw.de/fileadmin/dvgw/angebote/forschung/report/pdf/Positionspapier_DVGW.pdf)

<sup>106</sup> Siehe auch RL 2009/28/EG, Erwägungsgrund (78) sowie WBGU (2008), S. 6.

<sup>107</sup> Bspw. Erprobung von Energiepflanzen mit hohen Fett- oder hohen „vergärbaren“ Stärkegehalten, Untersuchung des Nährstoffaneignungsvermögens, Untersuchungen zur Stresstoleranz usw.

<sup>108</sup> Siehe unter Kraftstoffherstellung und Qualitätsdefinition.

Auf der anderen Seite sind insgesamt in der Landwirtschaft insbesondere die Merkmale (hohe Nährstoff- und Wassereffizienz, geringer Verbrauch an mineralischem Dünger, hoher Stärke- oder Ölgehalt der Pflanze usw.) zu berücksichtigen und vorzuziehen, die eine hohe **Reduktion an Treibhausgasen** aufweisen. Eine Erarbeitung von Anbauempfehlungen für ein an den jeweiligen Verwendungszweck angepasstes, standortgerechtes Produktionsverfahren (z. B. durch Sortenversuche, Versuche zur Verbesserung der Nährstoffverwertung auch zur Schließung der Nährstoffkreisläufe (betrieblich und/oder regional)) ist hierbei von entscheidendem Vorteil. Die Erprobung von Zwischenfruchtanbau und Zweikultur-Nutzungssystemen (ggf. auch Mischkulturanbau) zur Erhöhung der Flächeneffizienz ist weiter zu forcieren; ebenso Untersuchungen zur Verbesserung der Einsatzmöglichkeiten anfallenden Schnittgutes aus extensiver Grünlandnutzung, der Landschaftspflege sowie anderer landwirtschaftlicher Reststoffe.

Aufgrund ihrer vielfältigen Wirkung und Bedeutung ist eine standortangepasste **optimale Humusausstattung** in den landwirtschaftlichen Betrieben eine wesentliche Grundlage für die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit und Ertragssicherung. Bei der Entnahme von Biomasse vom Feld ist im besonderen Maße auf eine Humuswirtschaft zu achten, die dem Ziel des Erhalts des Humusgehalts im Boden gerecht wird. Untersuchungen zum Humushaushalt nach unterschiedlichen Gesichtspunkten der landwirtschaftlichen Nutzung bei differenzierter Verwertung von Haupt- und Nebenprodukten sind unter Einschluss des Bereichs der Bioenergien voranzutreiben. Die Möglichkeit „nahezu“ geschlossener Stoffkreisläufe ist dabei insgesamt zu fordern.

Die Forschung im Bereich der Züchtung, des Anbaus sowie der Ernte auf Grenzertragsstandorten ist zu intensivieren<sup>109</sup>; dabei kann allgemein gelten, dass die Etablierung der **Gentechnik** via Bioenergie als nicht zielführend erachtet wird, solange hier nicht umfassende<sup>110</sup>, erhebliche bzw. bedeutende Fortschritte zu verzeichnen sind, verbunden mit einer wesentlichen Abnahme des Gefährdungspotenzials<sup>111</sup> sowie einer erheblichen Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz.

<sup>109</sup> Ebenso Tappeser et al. (2008), S. 13, Zitat: „Das BfN fordert, dass [...] die Forschungsförderung auf Projekte konzentriert werden sollte, die auf eine naturverträgliche und nachhaltige Ertragssicherung und Ertragssteigerung auf lokaler und regionaler Ebene ausgerichtet sind. Hierbei sollten eine darauf ausgerichtete Ressourcennutzung, eine angepasste Sortenauswahl und -entwicklung, eine Weiterentwicklung traditioneller Landbauverfahren sowie die Stabilisierung einer kleinbäuerlichen Produktion im Vordergrund stehen.“

<sup>110</sup> Umfassend in diesem Kontext bedeutet, dass die Nutzungsflexibilität der Biomasse (Nahrung/Futter/Energie) stets gewährleistet werden muss.

<sup>111</sup> Erste positive Impulse von der Gentechnik wären dann zu erwarten, wenn sie erhebliche Verbesserungen vor allem in Rentabilität, Umweltverträglichkeit (Wasserhaushalt, Auskreuzung usw.) und in der Energie- und Treibhausbilanz mit sich brächte. Im Ergebnis auch SRU (2008), S. 845, Zitat: „Das Gentechnikrecht ist durch unterschiedliche Defizite geprägt, die insgesamt ein unzureichendes Schutzniveau für die Umwelt- und Naturgüter, aber auch für die gentechnikfreie Landwirtschaft und für die Verbraucher etablieren.“

Im Gesamtkontext müssen bestimmte Anbauformen und Verfahren und die Integration eines nachhaltigen Anbaus von Biomasse in die Kulturlandschaftsentwicklung verstärkt gefördert werden. Ein gezieltes **Zeit- und Methodenmanagement** bezüglich Anbauverfahren, Wachstumsphasen usw. ist standortgerecht bzw. regionalspezifisch zu diskutieren und zu erarbeiten. Ökosysteme, die im Allgemeinen als erhebliche CO<sub>2</sub>-Senke fungieren (Wälder, Moore), sind grundsätzlich in ihrer Funktion zu erhalten und allenfalls nachhaltig zu nutzen; dies gilt, so muss betont werden, für die Landwirtschaft insgesamt, aber auch für jegliche andere Formen der Flächennutzung durch den Menschen (Straßen, Wohngebiete usw.).<sup>112</sup>

Insgesamt ist festzuhalten, dass die **Klimawirkung** abhängt von den Betriebs- und Produktionsbedingungen und ihrer Resistenz bzw. auch Toleranz gegenüber Veränderungen der klimatischen Randbedingungen. Dies gilt es durch anwendungsorientierte Forschung zu verbessern und die landwirtschaftlichen Betriebe auf mögliche Klimaveränderungen vorzubereiten.

Auch in Europa ist zu entscheiden, ob am Modell der **multifunktionalen Landwirtschaft** festgehalten werden soll, bei der ökologische, soziale und kulturelle Aspekte der Landbewirtschaftung im Fokus stehen, oder ob eine Aufweichung auf rein ökonomisch, sich über den Markt finanzierte Landwirtschaft, erstrebenswert erscheint. Gekoppelt an die multifunktionale Landwirtschaft sollte zugleich eine entsprechende Honorierung der Kulturlandschaftsleistung sein, die im engen Bezug zu einer tatsächlich erbrachten Leistung steht<sup>113</sup>.

Insgesamt sind aber auch die Investitionen in die nachhaltige landwirtschaftliche Produktion in den **Entwicklungsländern** zu steigern und der Wissenstransfer dorthin zu intensivieren. Wichtige Standorte der nachhaltigen Bioenergieproduktion können auf diese Weise generiert werden, dies auch zur Steigerung des Wachstums der Wirtschaft in den Entwicklungsländern. Die Landwirtschaft kann in den Entwicklungsländern ein wichtiger Motor für Entwicklung sein.<sup>114</sup>

---

<sup>112</sup> Dabei sind unter anderem die Vorgaben und Ziele entsprechend der Nachhaltigkeitskriterien für flüssige Biomasse und Biokraftstoffe gemäß Artikel 17 der Richtlinie 2009/28/EG zu beachten.

<sup>113</sup> Zu den guten Vorschlägen zur Neugestaltung der EU-Agrarpolitik siehe Heißenhuber/Hebauer/Hülsbergen (2009), S. 89 ff.

<sup>114</sup> Siehe zu diesen Ausführungen sowie zum Thema „globale Gerechtigkeit“ ebenfalls unter Kapitel: Biokraftstoffe in der Politik/Politische Rahmenbedingungen.

# Kraftstoffherstellung und Qualitätsdefinition

## Situation:

Die Qualität von Biokraftstoffen hat einen wesentlichen Einfluss auf das **Betriebsverhalten** der Motoren und die Reduktion von Emissionen.<sup>115</sup> Für Biokraftstoffe gibt es verschiedene nationale und internationale Anforderungsnormen. Mit der Festlegung von **Mindestanforderungen** in einer Norm soll gewährleistet werden, dass kraftstoffseitig ein zuverlässiger motorischer Betrieb und die Einhaltung der gesetzlichen Abgasgrenzwerte garantiert werden kann.

In Europa ist Winterraps die dominierende Ölpflanze mit sicheren hohen Ölerträgen und der Möglichkeit der Nutzung des Presskuchens als hochwertiges Eiweißfuttermittel für die Tierernährung. Daneben besitzt Rapsöl ein vergleichsweise<sup>116</sup> günstiges Temperatur-/Viskositätsverhalten bei gleichzeitig guter Oxidationsstabilität.<sup>117</sup> Raps wird daher überwiegend für die Herstellung von Rapsölkraftstoffen und Biodiesel eingesetzt. Die Verwendung von **Biodiesel** und **Rapsölkraftstoffen** ist durch die DIN EN 14214 bzw. DIN V 51605 geregelt und ebenso Inhalt der 10. BImSchV<sup>118</sup>; definiert wird hier die Qualität des Kraftstoffs z. B. hinsichtlich des Restglyceringehalts, der Jodzahl, der Oxidationsstabilität<sup>119</sup> usw.

<sup>115</sup> Siehe Schnorbus et al. (2008), S. 312, Zitat: „Auch mit dem Ansatz einer intelligenten Verbrennungsregelung zur Kompensation unterschiedlicher Kraftstoffeigenschaften ist jedoch eine Einschränkung der Kraftstoffvariabilitäten zu befürworten, da [...] eine vollständige Kompensation nicht möglich ist [...]“ sowie Prescher et al. (2003), Krahl et al. (2004) sowie Maurer (2002).

<sup>116</sup> Im Vergleich zu Leinöl, Palmöl, Sonnenblumenöl usw.

<sup>117</sup> Eine ausführliche Beschreibung der Eigenschaften von Rapsölkraftstoff sowie des potenziellen Einflusses auf das Betriebs- und das Abgasverhalten von Dieselmotoren erfolgt bei Remmele (2002). Für Rapsöl sind die Anforderungen bei der Nutzung als Kraftstoff bereits festgelegt (DIN V 51605).

<sup>118</sup> Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen vom 27. Januar 2009 (BGBl. I S. 123).

<sup>119</sup> Siehe Costenoble et al. (2008), S. 16, Zitat: „Oxidation stability is the most important parameter in the context of possible problems in engine parts.“, siehe auch zahlreiche Untersuchungen zur Oxidationsstabilität von bspw. Koschabek et al. (2009), Ingendoh (2009) usw.

Verschiedene Untersuchungen<sup>120</sup> haben den Einfluss bestimmter Kraftstoffkennwerte von Biodiesel und Rapsölkraftstoffen auf den motorischen Betrieb und das Emissionsverhalten zum Gegenstand. Bspw. gibt es eine deutliche Abhängigkeit zwischen dem zeitlichen Verlauf der Rußfilterbeladung und der unterschiedlichen Kraftstoffqualität (z. B. Gehalt an Aschebildnern<sup>121</sup>).<sup>122</sup> Die teilweise stark verminderte oxidative Stabilität des Rapsöls kann zudem für einen Großteil der Schadensbilder, vor allem in der innermotorischen Verbrennung verantwortlich gemacht werden; Kupfer-Ionen scheinen hierbei Katalysator der oxidativen Schädigung zu sein.<sup>123</sup> Bereits geringe Spuren reichen aus, um die Oxidationsstabilität des Pflanzenöls um das Zehnfache zu vermindern, so z. B. WILHARM (2009: 254).

**Bioethanol** findet in Deutschland verschiedene Anwendungsmöglichkeiten. Einerseits kann es in Form von ETBE (Ethyl-Tertiär-Butyl-Ether) als Benzinbeimischungskomponente (Oktananzahlverbesserer) Anwendung finden. Das ETBE besteht zu 47 % aus Bioethanol und kann dem handelsüblichen Benzin im Rahmen der geltenden Norm DIN EN 228 bis zu einem Anteil von 15 % beigemischt werden.<sup>124</sup> Ebenfalls ist es nach der DIN EN 228 erlaubt, Bioethanol „ungekennzeichnet“ dem Benzin bis zu 5 % beizumischen.

Andererseits kann Bioethanol als Ethanolkraftstoff E85 verwendet werden. Hierfür existiert derzeit die DIN 51625. Diese Norm legt die Anforderungen und Prüfverfahren für ethanolhaltigen Kraftstoff mit Ethanol als Hauptkomponente fest.<sup>125</sup> Untersuchungen zeigten bspw., dass die Löslichkeit von Kohlenwasserstoffen mit fallender Temperatur und steigendem Wassergehalt sinkt. Bei wechselseitigem Tanken mit Ottokraftstoff oder Ethanolkraftstoff konnte dies das Kaltstartverhalten und die Fahrbarkeit nachteilig beeinflussen. Ebenso dürfen zum Schutz katalytischer Abgassysteme keine phosphor-, eisen-, mangan-, bleihaltigen oder andere anorganischen Verbindungen dem Ethanolkraftstoff zugesetzt werden.

<sup>120</sup> So z. B. Klaisle et al. (2006), Tschöke „Nutzung von BCO in Motoren“, in Schütte et al. (2008), S. 154 ff., aber auch zum Herstellungsprozess Remmele et al. (2007) sowie Widmann/Thuneke/Remmele (2002).

<sup>121</sup> Derzeit werden im Ausschuss DIN UA 632.2 neue Grenzwerte für aschebildende Elemente in der DIN V 51605 diskutiert.

<sup>122</sup> Mit steigendem Anteil an Phosphor-, Calcium- und Magnesium-Gehalt im Kraftstoff nimmt der Gradient der im Rußfilter eingelagerten Masse zu. Eine ähnliche Annahme wird auch bei der Ablagerungsbildung an den Einspritzdüsen getroffen, die jedoch eventuell nicht der alleinige Grund (andere Einflussfaktoren z. B. Temperatur) dafür sind. Ebenso Wilharm (2009), S. 251 zum Thema der Ablagerungen auf Düsenadeln im Brennraum und auf den Auslassventilen von Dieselmotoren aufgrund erhöhter Konzentration von Erdalkalielelementen. Siehe auch Abschnitt Motortechnik und Abgasnachbehandlung. Siehe auch Tatur et al. (2009).

<sup>123</sup> Wilharm (2009), S. 254, bereits geringe Spuren reichen aus, um die Oxidationsstabilität des Pflanzenöls um das Zehnfache zu vermindern.

<sup>124</sup> ETBE ersetzt aus Umwelt- und Gesundheitsgründen das Antiklopfmittel Methyl-Tertiär-Butyl-Ether (MTBE).

<sup>125</sup> Siehe auch Zehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Beschaffenheit und die Auszeichnung der Qualitäten von Kraftstoffen - 10. BImSchV) unter [http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bimschv\\_10\\_2009/gesamt.pdf](http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bimschv_10_2009/gesamt.pdf)

**Biomethan** findet als aufbereitetes Biogas bislang in Deutschland kaum Anwendung als Fahrzeugkraftstoff. Analog zu den Beimischungsquoten der oben genannten Biokraftstoffe hat sich die Gaswirtschaft freiwillig verpflichtet, eine gewisse Beimischungsquote von Biomethan zu Erdgas als Kraftstoff beizumischen. Die Quote beträgt 10 % für das Jahr 2010<sup>126</sup>; bis 2020 soll die Quote auf 20 % gesteigert werden. In Deutschland regeln verschiedene Arbeitsblätter<sup>127</sup> sowie die DIN 51624 die Nutzung als Kraftstoff; ähnliche Anforderungen sind bspw. auch in der Schweiz<sup>128</sup> und Österreich<sup>129</sup> zu finden.<sup>130</sup>

Der Bereich der **Additivierung** von Reinkraftstoffen befindet sich noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium<sup>131</sup>, während die Kraftstoff-Additivierung bei den fossilen Kraftstoffen ein hohes Niveau erreicht hat.

Kritisch beleuchtet werden kann die Frage nach einem **weltweiten Qualitätsstandard** für Biokraftstoffe und seiner Umsetzbarkeit. So zeigen Analysen der Qualitätsstandards bei fossilen Kraftstoffen außerhalb der USA sowie der EU erhebliche Unterschiede; dies allein für die Stoffe Schwefel und Blei im Kraftstoff;<sup>132</sup> einheitliche internationale Qualitätsstandards für Biokraftstoffe müssen hier noch entwickelt werden, dies vor allem auch zum Abgleich der Qualitätsstandards zwischen den asiatischen, amerikanischen und europäischen Märkten.<sup>133</sup>

<sup>126</sup> Siehe Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), Berlin, [http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE\\_Gaswirtschaft\\_setzt\\_sich\\_fuer\\_wirksame\\_CO2-Minderungsmaßnahmen\\_und\\_fuer\\_mehr\\_Klimaschutz\\_ein?open&Highlight=](http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_Gaswirtschaft_setzt_sich_fuer_wirksame_CO2-Minderungsmaßnahmen_und_fuer_mehr_Klimaschutz_ein?open&Highlight=), Stand: 31. August 2009. Eine Erreichung der selbstgesteckten Ziele erscheint fraglich.

<sup>127</sup> DVGW-Arbeitsblätter G 260 „Gasbeschaffenheit“ (05/2008) und G 262 „Nutzung von Gasen aus regenerativen Quellen in der öffentlichen Gasversorgung“ (11/2004).

<sup>128</sup> Siehe Schweizer Standard SVGW G 13 „Richtlinien für die Einspeisung von Biogas ins Erdgasverteilernetz“.

<sup>129</sup> In Österreich erfolgt die Regelung der Anforderungen der Einspeisung von Biomethan in die Erdgasnetze durch die Richtlinien G 31 „Erdgas in Österreich“ (05/2001) und G 33 „Regenerative Gase – Biogas“ (06/2006) der ÖVGW (Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach).

<sup>130</sup> Umfassend zur Nutzung von Biomethan als Fahrzeugkraftstoff bei Beil/Hoffstede (2009), S. 302 ff.

<sup>131</sup> Ergebnisse z. B. zur Einspritzung Ullmann et al. (2008) sowie Bahl/Schümann (2008), S. 219 ff. Ebenfalls laufende Forschungsprojekte bspw. das Projekt des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) „Additivierung von Rapsölkraftstoff - Projektphase 1: Auswahl der Additive und Überprüfung der Wirksamkeit“ am Technologie- und Förderzentrum sowie Hamdorf et al. „Additivierung von Rapsölkraftstoff zur Verbesserung der Oxidationsstabilität - Einflussfaktoren, ökologische Unbedenklichkeit und Applikation“ unter <http://www.lkv-rostock.de/index.php?r=28>, gefördert durch FNR, UFOP e.V. und CSER e.V.

<sup>132</sup> So insgesamt Szalkowska (2009), Zitat: „However, there are regions in the world, and these are in majority, where the reduction of sulfur and the introduction of other stringent quality requirements is still a challenge.“, ebenso Schnorbus et al. (2008).

<sup>133</sup> siehe zu den Bemühungen der Europäischen Kommission unter [http://ec.europa.eu/energy/renewables/events/2009\\_03\\_19\\_biofuels\\_standards\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/renewables/events/2009_03_19_biofuels_standards_en.htm), so zeigt sich bspw., dass Spezifikationen im internationalen Kontext beim Biodiesel im Vergleich zum Bioethanol wesentlich heterogener sind und zahlreiche, gravierende Unterschiede aufweisen (z. B. Oxidationsstabilität, Cetanzahl, Schwefelgehalt, Dichte usw.); in einer Übersicht von Maniatis/May/Brandt unter [http://ec.europa.eu/energy/renewables/events/doc/2009\\_03\\_19/session1a/2009\\_icbs\\_maniatis.pdf](http://ec.europa.eu/energy/renewables/events/doc/2009_03_19/session1a/2009_icbs_maniatis.pdf), März 2009 sowie US EPA (2009). Für die Biokraftstoffe bspw. „White paper on internationally compatible biofuel standards“, Bonazza et al. (2007).

## Position:

Die **Qualitätsanforderungen** an Kraftstoffe im Rahmen der Normung werden laufend entsprechend der Entwicklung der Gesetzgebung und der Abgas- und Motorenentwicklung fortgeschrieben und fortentwickelt.<sup>134</sup> Dies muss durch die Einführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen bei den Kraftstoffherstellern und -händlern flankiert werden, denn hier wird ein großes Optimierungspotenzial gesehen.<sup>135</sup> Wichtig ist überdies die Verstärkung der internationalen Bemühungen um einheitliche Qualitätsstandards für Biokraftstoffe zur motorischen Verbrennung.

Der Einfluss der spezifisch auf das Verbrennungsverhalten bezogenen **DIN-Parameter** muss über alle Kraftstoffe hinweg untersucht und in einen Zusammenhang gebracht werden. Hierbei sind in Zukunft zwei Wege denkbar, die allerdings nicht alleine beschränkt, sondern in engem Zusammenhang gesehen werden sollten.

Auf der einen Seite muss die **Optimierung des Herstellungsprozesses** betrachtet werden. Hier können z. B. insbesondere für Rapsölkraftstoff und Biodiesel Pflanzen gezüchtet werden, die Vorteile für die Herstellung eines DIN-konformen Kraftstoffes mit verbrennungsspezifisch verbesserten Parametern bieten. Gleiches mag gelten für die Optimierung von Herstellungsprozessen, durch die unerwünschte Inhaltsstoffe im Kraftstoff nicht angereichert bzw. durch nachträgliche Verfahrensschritte entfernt werden.<sup>136</sup> Ebenso ein Problem sind bspw. die ungenügenden Kenntnisse der Grundlagen für hohe Ethanolausbeuten, die nur bedingt an dem Stärke- oder Proteingehalt zu orientieren sind. Ebenfalls wichtig ist die Betrachtung der Lieferkette, da z. B. angesichts des bekannten Wasserabsorptionspotenzials des Bioethanols durch Kondensatbildung auf Wasserfreiheit geachtet werden muss.

Als zweite Möglichkeit bietet sich die intensive Forschung an der Additivierung der Kraftstoffe an.<sup>137</sup> Nach BAHL (2006) und BARON (2005) kann die **Additivierung** als Möglichkeit der Optimierung von Biokraftstoffen angesehen werden, deren Leistungsfähigkeit in Motor- und Abgasprüfständen noch untersucht werden muss.<sup>138</sup> Mit einer ausgewogenen Additivformulierung kann ggf. die Sauberkeit, das Emissions-, Verbrauchs- und Verschleißverhalten der Motoren verbessert werden; dies auch zur Erhöhung der Lebensdauer des Motors sowie der kraftstoffführenden Bauteile. Hier sind die Bemühungen in der Forschung und Entwicklung zu intensivieren.

Für die Typprüfung biokraftstoffbetriebener Motoren ist jeweils ein **biogener Referenzkraftstoff** zu definieren.

<sup>134</sup> Vor allem in Deutschland hat hier bereits die Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. (AGQM) einen entscheidenden Beitrag geleistet.

<sup>135</sup> Siehe hierzu auch Remmele et al. (2007), S. 42 ff. sowie auch grundlegend zur Qualität von Rapsölen Bieling (2002).

<sup>136</sup> Siehe bspw. für Rapsölkraftstoffe Remmele (2009b), S. 264, verschiedene Verfahren zur nachträglichen Reduzierung der von Phosphor, Calcium und Magnesium befinden sich derzeit im Einsatz oder in der Entwicklung und Erprobung. Zum Qualitätsmanagement bspw. Remmele (2009a), S. 223 ff.

<sup>137</sup> z. B. Bahl (2006).

<sup>138</sup> So z. B. Meyer (2007).

# Motortechnik und Abgasnachbehandlung

## Situation:

Über das **Verbrennungs- und Abgasemissionsverhalten** von mit Rapsölkraftstoff, Biodiesel, Bioethanol oder Biomethan betriebenen Motoren bestehen zum Teil Unsicherheiten, herrührend durch die von Diesel- und Ottokraftstoff abweichenden Eigenschaften (Ein- bzw. Auswirkungen auf Oxidationskatalysatoren, Kraftstoffeintrag ins Motorenöl<sup>139</sup>, Kaltstartverhalten usw.) sowie den notwendigen Anpassungsmaßnahmen des Motorsystems.<sup>140</sup> Grundsätzlich muss bei einem Vergleich der Abgasemissionen stets berücksichtigt werden, dass die Motoren und Komponenten im Rahmen der Typenprüfung jeweils nur für den fossilen Kraftstoff optimal eingestellt sind (bspw. durch ein adaptiertes Motormanagement (Motorkalibrierung, Basisbrennverfahren, Verbrennungsregelung usw.)).<sup>141</sup>

Untersuchungen zur Einspritzstrahlausbreitung von **Rapsölkraftstoff** zeigen z. B., dass dieser bei gleicher Einstellung der Einspritzung schlechter zerstäubt als Dieselmotorkraftstoff.<sup>142</sup> Durch eine Viskositätsabsenkung (Vorwärmung) und höhere Einspritzdrücke können diese Nachteile jedoch weitestgehend ausgeglichen werden.<sup>143</sup> Zusätzlich sind zur Verbesserung der geforderten Einspritzqualitäten spezifische Abstimmungen der Einspritzparameter bzw. des gesamten Einspritzsystems auf die Kraftstoffeigenschaften erforderlich.<sup>144</sup> Die Abgasemissionen von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffen (HC), der Partikelmasse und Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sind mit Rapsölkraftstoffen in umgerüsteten Motoren tendenziell geringer, die Konzentration von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) und Aldehyden dagegen tendenziell höher als mit Dieselmotorkraftstoff.<sup>145</sup> Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Messung der Emissionen von **Biodiesel**-Kraftstoffen, so MUNACK ET AL. (2005). Bei nicht umgerüsteten Motoren oder im Schwachlastbetrieb kann sich jedoch auch ein völlig entgegengesetztes Bild zeigen.<sup>146</sup>

<sup>139</sup> Bspw. Luther (2008).

<sup>140</sup> Siehe hierzu Hübner et al. (2008), S. 348 sowie Mohr/Jäger/Boulouchos (2001); im Bereich Schifffahrt Schreiner (2002).

<sup>141</sup> Siehe bspw. die Adaptionen für den Betrieb mit Biodiesel für die Katalysatorenspezifikationen für NSK, SCR-Harnstoff Dosiersystem und DPF bei Tatur et al. (2009), S. 39 ff. oder auch Dairaku/Denecker (2009).

<sup>142</sup> Siehe im Überblick Spicher/Lüft (2007), Remmele (2002) m. w. N. sowie Czerwinski et al. (2007).

<sup>143</sup> Spicher/Lüft (2007), S. 53, Thuneke (2007), S. 3 sowie Zikoridse (2007).

<sup>144</sup> Hopp (2005), S. 115.

<sup>145</sup> Grundlegend hierzu Thuneke (2009) und Dobiasch (2000) sowie Bouche et al. (1997), S. 149 ff., Munack et al. (2007), Mayer et al. (2005).

<sup>146</sup> Siehe hierzu Czerwinski et al. (2007), S. 76. ff. sowie umfassend mit weiteren Nachweisen Thuneke (2007).

Durch die geringere „Flüchtigkeit“ von Biodiesel ist zudem ein „Abdampfen“ über das Kurbelgehäuse-Ventilationssystem schwerer möglich. Folge ist die Anreicherung von Kraftstoff im Motorenöl, was zu einer Verdünnung des Schmierstoffs und somit zur Beeinträchtigung der Funktionalität des Schmierstoffes führt.<sup>147</sup> Durch den Eintrag des Kraftstoffes in das Motorenöl kann es zudem zu einer vorzeitigen oxidativen und thermischen Alterung kommen. In der Folge treten Viskositätserhöhungen und die Bildung flüssiger und fester Reaktionsprodukte auf<sup>148</sup>, die zu einer Eindickung des Motorenöls führen können. Untersuchungen zur Aufklärung der Reaktionsmechanismen und der Vermeidung einer Schmieröleindickung, z. B. durch Kraftstoffadditivierung, neue Motorenölformulierungen oder Sensortechnik werden derzeit im Rahmen verschiedener Forschungsvorhaben durchgeführt.<sup>149</sup>

Das vermehrte Einbringen von Biodiesel in das Motorenöl kann bei der Verwendung von Diesel-Partikelfiltern verstärkt auftreten. Um die Temperatur des Diesel-Partikelfilters bis zu einem Punkt zu steigern, ab welchem der angesammelte Ruß verbrannt wird, kann es nach LUTHER (2008: 231) dazu kommen, dass im Rahmen einer Nacheinspritzung eine zusätzliche Menge an Kraftstoff spät in den Verbrennungstakt eingespritzt wird (ggf. durch Zylinderwand-Befeuchtung), was einen weitere Verdünnung des Motoröls zu Folge hat.

Bei der Verwendung von **Bioethanol** in adaptierten Motoren sind durchaus nennenswerte motorische Vorteile zu erkennen. So ist E85 klopfester, weist eine höhere Verdampfungswärme auf (Möglichkeit des höheren Kompressionsverhältnisses)<sup>150</sup> und bietet zudem die Möglichkeit einer geringeren Anfettung.<sup>151</sup> Vorteile bietet Bioethanol auch hinsichtlich seiner niedrigen Emissionen von Aromaten, von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) sowie dem geringeren Ozonbildungspotenzial. Nach URBANEK ET AL. (2008) kann generell eine Abnahme der Kohlendioxid-Emissionen sowie positive Ergebnisse bei den limitierten Schadstoffen festgestellt werden.<sup>152</sup> Festzustellen ist allerdings auch, dass sich mit E85 beim Start mit -7 °C deutliche Verschlechterungen bei den CO- und den HC-Emissionen ergeben; ein Kaltstart bei +20 °C zeigt hingegen keine Grenzwertüberschreitungen.<sup>153</sup>

<sup>147</sup> Bei B10 kann ggf. schon eine Viskositätsreduktion des Motoröls von 20 % festgestellt werden, siehe Howard/Peal (2009), S. 9.

<sup>148</sup> So Howard/Peal (2009), S. 10 sowie bspw. Luther (2008), S. 236.

<sup>149</sup> Bspw. Harndorf et al. „Additivierung von Rapsölkraftstoff zur Verbesserung der Oxidationsstabilität - Einflussfaktoren, ökologische Unbedenklichkeit und Applikation“ unter <http://www.lkv-rostock.de/index.php?r=28>, gefördert durch FNR, UFOP e.V. und CSER e.V. sowie Forschungsvorhaben der Universität Karlsruhe, Institut für Kolbenmaschinen in Zusammenarbeit mit dem Technologie- und Förderzentrum, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), "Optimierung der Verbrennung von reinem Rapsöl in modernen Heavy-Duty-Dieselmotoren" und Forschungsvorhaben der Hochschule für angewandte Wissenschaften Fachhochschule Coburg, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), "Untersuchung der Wechselwirkungen von Motoröl mit neuen Kraftstoffen" sowie „Entwurf von Maßnahmen zur Verlängerung des Ölwechselintervalls“.

<sup>150</sup> Unter Beachtung der Auslösemechanismen von Vorentflammungsmechanismen, siehe hierzu auch für hoch aufgeladene Ottomotoren Hofmann et al. (2008), S. 1019 ff. sowie für Bioethanol das FVV-Projekt „Kraftstoffkennzahlen Alkoholkraftstoffe“ des VKA und SWL Aachen, in Bearbeitung.

<sup>151</sup> Pana et al. (2007), S. 3, List/Hofmann/Urbanek (2007), S. 4 ff.

<sup>152</sup> Urbanek et al. (2008).

<sup>153</sup> Umfassend auch Westerholm/Ahlvik/Karlsson (2008).

Hinsichtlich der für die Ozonbildung verantwortlichen NO<sub>x</sub>-Emissionen emittieren Benzin- und Erdgasfahrzeuge (in Anrechnung **Biomethan**) auf gleichem und tiefem Niveau; Dieselfahrzeuge ohne Entstickungsmaßnahmen emittieren im Vergleich ca. zehnmals höhere NO<sub>x</sub>-Emissionen.<sup>154</sup> Bei den Gesamt-Kohlenwasserstoffemissionen weisen die Erdgasfahrzeuge hingegen im Mittel 30 % höhere Werte auf als Benzinfahrzeuge bzw. doppelt so hohe Werte wie Dieselfahrzeuge mit Partikelfilter<sup>155</sup>. Je nach Betriebszustand und Fahrzyklus sind ggf. Erhöhungen der Formaldehyd- und Methanemissionen zu verzeichnen, bei gleichzeitiger Reduktion der Emissionen von CO, NMHC, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und Acetaldehyd.<sup>156</sup> Bei Vorhandensein geeigneter Abgasnachbehandlungssysteme ist eine Aufoxidation des Formaldehyds und des Methans indes möglich und derzeit Stand der Technik, so BACH/LIENIN (2007).

Intensiv untersucht wird derzeit der Einsatz **katalytischer Abgasnachbehandlungssysteme** bei der Verwendung von Biodiesel. Untersucht wurden hierbei bspw. Vanadiumpentoxid und ausgetauschte Zeolithe (Fe<sup>3+</sup>) in Ein- und Mehrkomponentensystemen, um katalytische Deaktivierungen, auch mit dem Ziel kumulativer Wechselwirkungen, zu ermitteln.<sup>157</sup> Wie erwartet zeigt sich, dass Alkali- und Erdalkalimetalle sowie Phosphor als Katalysatorgifte wirken, dies jedoch in unterschiedlichem Maße. So sind starke Vergiftungserscheinungen, abgeschwächte sowie aufgehobene Deaktivierungen zu verzeichnen.<sup>158</sup> Untersuchungen an Real-Systemen auf dem Motorenprüfstand müssen hier weiter stattfinden; Aussagen zu Alterungsprozessen, Einfluss von Kohlenstoffpartikeln auf die Katalysatorenoberfläche oder eine verstärkte Deaktivierung durch das Schmiermittel können noch nicht getroffen werden.<sup>159</sup> Untersuchungen von 20 %-iger Beimischung von Biodiesel (B20) auf die Fahrzeugemissionen mit NO<sub>x</sub>-Speicher-Katalysatoren (NSK) sowie Katalysatoren mit einer selektiven katalytischen Reduktion (SCR) in Zusammenhang mit Diesel-Oxidationskatalysatoren (DOC) und Dieselpartikelfiltern (DPF) konnten hingegen keine Deaktivierungserscheinungen nachweisen.<sup>160</sup>

<sup>154</sup> Bach/Lienin (2007), S. 17.

<sup>155</sup> Siehe auch Landis/Schiess/Wolfensberger (2007), Bach/Lienin (2007), S. 16.

<sup>156</sup> Bspw. Westerholm/Ahvik/Karlsson (2008), S. 132.

<sup>157</sup> Claus et al. (2009), S. 71 ff.

<sup>158</sup> Claus et al. (2009), a. a. O. sowie Untersuchungen von Kröcher et al. (2009).

<sup>159</sup> Telefongespräch vom 17. August 2009, Dipl.-Ing. Paul Kern, Arbeitsgruppe Prof. Dr. Peter Claus, Ernst-Berl-Institut / Fachbereich Chemie, TU Darmstadt.

<sup>160</sup> Siehe hierzu Ergebnis Tatur et al. (2009), S. 48.

## Position:

Auf das Thema **Tauglichkeit und Einsatz** von Biokraftstoffen insgesamt muss bei der Entwicklung von Motoren- und Abgasnachbehandlungssystemen ein besonderes Gewicht gelegt werden. Sowohl die dieselmotorischen (neue Brennverfahren mit neuen Abgasnachbehandlungstechnologien, Optimierung der SCR-Systeme, möglicherweise Schmierölzustandssensoren) als auch die ottomotorischen Entwicklungen (neue Benzindirekteinspritzverfahren, Optimierung der Düsengeometrie) müssen hierauf eine Antwort finden. Der Fokus der Forschung muss daher auf **künftige Motoren- und Abgaskonzepte** ausgerichtet werden; Nachrüstsysteme sind zweitrangig zu betrachten und müssen zunächst unter Beachtung der Marktdurchdringung und Effektivität analysiert werden.

Zukünftig ist davon auszugehen, dass eine **anwendungsorientierte Anpassung** des Kraftstoffs an den Motor und umgekehrt zu erfolgen hat. Dabei mag die Regel gelten: Im Off-Road-Bereich (bspw. Land-, Forst und Baumaschinen sowie Nutzfahrzeuge) könnten spezifische Motoren entwickelt werden, die an den Kraftstoff in seiner Eigenart angepasst sind.<sup>161</sup> Für die Straße (vor allem Personenkraftwagen) ist es sinnvoll, eine Kraftstoffanpassung an den Motor vorzusehen, wobei dieser insgesamt tolerant sein muss für verschiedene Blends in eng definierten Bereichen. Möglichkeiten zur optimalen Anpassung des Verbrennungsprozesses an den Kraftstoff bieten bspw. Ethanol- und Biodieselsensoren<sup>162</sup>, aber auch ein angepasstes Motormanagement sowie modifizierte Softwarefunktionen<sup>163</sup>; essenziell ist ebenso die Beantwortung der Fragen zu den Anforderungen an die Motorschmierung beim Einsatz von Biokraftstoffen.

Die weitere Verwendung von Biokraftstoffen hängt maßgeblich davon ab, ob es gelingen wird, heutige und zukünftige **Grenzwerte für Abgasemissionen** mit den dafür vorgeschriebenen standardisierten dynamischen Testzyklen einzuhalten. Eine Verschlechterung der Emissionswerte gegenüber dem Einsatz fossiler Kraftstoffe kann nicht toleriert werden; dies gilt für die limitierten als auch für wichtige nicht-limitierte Emissionskomponenten, wie Aldehyde, Ozonvorläufersubstanzen, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Nitro-PAK, Feinstaub und das mutagene Potenzial der Abgaspartikel.

<sup>161</sup> Bereits Stand der Technik bei verschiedenen Traktorherstellern, siehe bspw. auch Hassel/Wichmann (2005).

<sup>162</sup> Munack (2004), S. 114, Weinowski et al. (2008), S. 385.

<sup>163</sup> Harndorf et al. (2008), S. 646.

Die Tauglichkeit der **Abgasnachbehandlungssysteme** muss über Langzeittests und -einsätze erst durch intensive Forschungsarbeit nachgewiesen werden, da sich die spezifischen Emissionen von Biokraftstoffen erheblich von fossilen Kraftstoffen unterscheiden. So muss z. B. das Partikelfiltersystem hinsichtlich des Anteils an organisch löslichen und nicht löslichen Partikelbestandteilen bei Rapsölkraftstoffen in den unterschiedlichen Lastbereichen angepasst werden.<sup>164</sup> Ebenso wichtig erscheint es, eine ggf. relativ hohe Emissionskonzentration in der Kaltstartphase z. B. bei Bioethanol und Biomethan durch Anpassungen des Abgasnachbehandlungssystems (bspw. HC-Speicherkatalysator) aufzuheben.

Es ist davon auszugehen, dass es zukünftig geeignete Abgasnachbehandlungssysteme geben wird, die an die Eigenschaften der Biokraftstoffe adaptiert sind, vor allem hinsichtlich der Katalysatorenoberfläche und/oder der Regenerationsstrategie.<sup>165</sup> Hier sind intensive Forschungsbemühungen zu tätigen.

Auch bei der Verwendung von Bioethanol bedarf es einer Fortentwicklung der Katalysatorentechnik, vor allem bei der Adsorption von Aldehydemissionen während der Kaltstartphase. Gleiches gilt für die Fortentwicklung eines Abgasnachbehandlungssystems für den Einsatz von Biomethan. Hauptfokus hierbei liegt bei der Konvertierung des Methans, einem relativ stabilen Kohlenwasserstoff, der mit Hilfe einer geeigneten Katalysatorenoberfläche aufoxidiert werden muss.

Hinsichtlich der Effektivität und eines geringen Wartungsaufwands der Abgasnachbehandlungssysteme sind möglichst **geringe Primäremissionen** anzustreben. Dies muss durch die Fortentwicklung der Kraftstoffe und die Verbesserung der innermotorischen Verbrennung geschehen.

Bei Vorhandensein eines geeigneten Abgasnachbehandlungssystems kann ggf. von der Prämisse der „geringen Primäremissionen“ abgewichen werden bspw. zu Gunsten der Reduktion des Verbrauchs und der damit verbundenen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Betrachtung des Gesamtsystems Kraftstoff – Motor – Abgasnachbehandlung ist für die weitere Entwicklung optimierter und hocheffizienter Fahrzeuge unabdingbar.

Hinsichtlich der **Effizienz des Verbrennungsprozesses** sowie den **Abgasemissionen** ist zu betonen, dass Biokraftstoffe im mobilen Bereich nur in darauf ausgelegten modernen Motoren verbrannt werden sollten; der Einsatz in nicht adaptierten Motoren mit ungenügender Verbrennung ist zu unterlassen. Das bedingt auf der einen Seite eine Verbesserung der Kraftstoffqualitäten und auf der anderen Seite die Verbesserung der innermotorischen Verbrennung durch z. B. innovative Einspritzsysteme sowie die Fortentwicklung an geeigneten Abgasnachbehandlungssystemen.

Die Adaption einer breiten Palette von Serienmotoren an Biokraftstoffe ist bei derzeitig begrenztem Kraftstoffpotenzial ökonomisch fragwürdig.

<sup>164</sup> Siehe bspw. auch Braungarten/Tschöke (2003) sowie Remmele/Thuneke/Stotz (2006).

<sup>165</sup> Bspw. erste vielversprechende Ansätze von Pt-Hohlkugelmateriale auf Ceroxid-Basis von Takami et al. (2009), S. 224 ff.

Festzuhalten bleibt allerdings, auch wie dargestellt, dass die Industrie sehr frühzeitig auf die Anforderungen der unterschiedlichen Biokraftstoffe reagiert hat und teilweise hervorragende technische Lösungen anbietet.<sup>166</sup> Herausforderung ist es derzeit, zukünftige Motorkonzepte der Abgasstufen EU V und VI auf die Verwendung von Biokraftstoffe vorzubereiten.

---

<sup>166</sup> Statt vieler Otte/Raatz/Wintrich (2008), S. 1033 f.; im Ergebnis: „Kraftstoffe mit großen Unterschieden in Ihren Eigenschaften können beim Bosch-HDC-System ohne Anpassung verwendet werden.“ (in diesem Fall auch Biodiesel; über das homogene Dieselmotorenverfahren konnten erhebliche Reduktionen der HC/CO sowie der NOx-Emissionen festgestellt werden zur Einhaltung EU IV) sowie Rinnbauer et al. (2008) zum Thema FKM-Dichtungen für alternative Kraftstoffmischungen.

# Klima- und Umweltschutz

## Situation:

Die **Gesamtbilanz** der Treibhausgasemissionen von biogenen Kraftstoffen im Gegensatz zu den fossilen Kraftstoffen fällt im Grundsatz positiv aus<sup>167</sup>, weist allerdings Optimierungs- und Verbesserungspotenzial auf.<sup>168</sup>

Die Betrachtung der **Herstellungs- und Konvertierungsverfahren** von Biokraftstoffen ist für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale essenziell. Zahlreiche Studien belegen, dass unterschiedliche Produktionspfade unterschiedliche Minderungspotenziale mit sich bringen.<sup>169</sup> Dabei werden auch solche Treibhausgase bei der Bilanzierung berücksichtigt, die bspw. bei einer Flächenumwidmung infolge von Energiepflanzenanbau, der stofflichen Umwandlung oder der Distribution freigesetzt werden. Zu nennen sind hierbei neben den CO<sub>2</sub>-Emissionen besonders Methan- und Lachgasemissionen, die im Vergleich zu CO<sub>2</sub> vielfach klimawirksamer sind.<sup>170</sup> Hohe Emissionen solcher Gase können das Reduktionspotenzial von Biokraftstoffen erheblich schmälern. So ist insbesondere festzustellen, dass die Reduktionspotenziale der direkten und indirekten Treibhausgasemissionen insgesamt durch die Emissionen aus der **landwirtschaftlichen Vorkette** (z. B. Lachgas, Methan, Ammoniak<sup>171</sup>)<sup>172</sup> und durch den Herstellungsprozess gemindert werden.<sup>173</sup> Hierzu gehört auch die Beachtung der Sekundär- und Folgewirkungen (etwa durch eintretende Nutzungsverschiebungen).<sup>174</sup> THG-Emissionen durch die Distribution und die direkte Verbrennung können hierbei ggf. in den Hintergrund treten.

<sup>167</sup> Statt vieler Rettenmaier et al. (2008b).

<sup>168</sup> Statt vieler Edwards et al. (2007) sowie Brauer/Vogel/Müller-Langer (2007), fokussiert auf RME bspw. Gärtner/Reinhardt (2006).

<sup>169</sup> Siehe Brauer/Vogel/Müller-Langer (2007), Edwards et al. (2007), Schindler/Weindorf (2006).

<sup>170</sup> Siehe hierzu Kapitel Klima- und Umweltschutz.

<sup>171</sup> Hier bspw. auch die Diskussion um die Ammoniak- und Lachgasemissionen in Vogt (2008), S. 144, Zitat: „Die heutige Biogasproduktion aus Maissilage und anderer Anbaubiomasse bedingt eine erhöhte Lachgasfreisetzung, was sich nachteilig auf die Ozonschicht auswirken kann. Zudem steigen aufgrund der hohen Ammoniakemissionen der Nährstoffeintrag und das Versauerungspotenzial, während die Produktion aus Gülle Möglichkeiten zur Minderung von Ammoniakemissionen, und damit zur Minderung dieser Umweltwirkungen bietet.“ Insgesamt sind hier Emissionen unter- und gegeneinander abzuwägen und getrennt zu limitieren.

<sup>172</sup> Hierzu auch ausführlich Vogt (2008) zu den Annahmen S. 86 ff. sowie im Ergebnis S. 144 f.

<sup>173</sup> siehe hier ebenfalls Vogt (2008) zum Thema der Ammoniakemissionen, S. 96 ff. sowie bspw. Leick (2003), Brauer/Vogel/Müller-Langer (2007), Edwards et al. (2007), S. 14 ff.

<sup>174</sup> Siehe auch Moitzi/Weinberger/Boxberger (2008), vergleiche auch Kalies/Schröder (2007), SRU (2007) sowie Lechtenböhmer et al. (2005).

Darüber hinaus ist die Umwandlung von Biomasse in Kraftstoffe in einer **Produktionsanlage** stets verbunden mit der Nutzung von Energie. Dabei mag gelten, dass je komplexer der Konvertierungsprozess ist, desto mehr Energie zur Erzeugung des Kraftstoffes ist notwendig. Neben der Nutzung von Energie zur Erzeugung von Biokraftstoffen sind ebenfalls die **direkten Emissionen** bei der Herstellung zu beachten.<sup>175</sup> So sind bspw. die direkten Methanemissionen (Methanschluß, Emissionen aus dem Gärrestlager und diffuse Methanemissionen)<sup>176</sup> bei der Herstellung von Biomethan zu berücksichtigen.<sup>177</sup>

Auch die Nutzung von **Reststoffen**<sup>178</sup> steht mittlerweile zunehmend in der wissenschaftlichen, wie auch der politischen Diskussion. Zahlreiche Untersuchungen zeigen die bereits heute verfügbaren Potenziale von Reststoffen<sup>179</sup> auf, die allerdings derzeit nur in geringem Umfang genutzt werden.<sup>180</sup>

Derzeit werden in verschiedenen Studien **Bewertungskriterien** zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse (auch international gehandelter Biomasse) erarbeitet.<sup>181</sup> Hierbei steht insbesondere die Biomasse im Fokus, die durch Nutzungsverlagerung und **Nutzungsausdehnung in umweltsensiblen Bereichen** angebaut und exportiert wird (Palmöl, Sojaöl usw.).<sup>182</sup>

Aus **naturschutzfachlicher Sicht** sind in der Regel negative Beeinträchtigungen immer dann zu verzeichnen, wenn eine Intensivierung der vorherigen Nutzung erfolgt, wertvolle bzw. bedeutsame Lebensräume durch intensiven landwirtschaftlichen Anbau beansprucht werden bzw. durch den Anbau traditionelle Kulturlandschaften mit kulturhistorischen Besonderheiten überprägt werden.<sup>183</sup> Die Liste der möglichen **Beeinträchtigungen** ist lang und reicht vom Lebensraumverlust und der Minderung der Artenvielfalt bis hin zur Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und des Gewässerschutzes.<sup>184</sup>

<sup>175</sup> Siehe hierzu Bachmaier/Gronauer (2007), S. 9 f. Hiernach ist der Methanschluß insbesondere abhängig vom Motortyp (Test bei baugleichen BHKWs zwischen 10 und 40 g CO<sub>2</sub>-Äqu./kWhel.) und von der Lagerbeschaffenheit (z. B. offenes Gärrestlager >44 g CO<sub>2</sub>-Äqu./kWhel). Darüber hinaus existieren weitere diffuse Methanemissionen (z. B. Foliendach, Überdrucksicherung), die allerdings schwer messbar sind.

<sup>176</sup> Hierzu bspw. Lootsma/Raussen (2008).

<sup>177</sup> Pehnt/Vogt (2007), S. 12 sowie Lootsma/Raussen (2008), S. 575, Zitat: „Insbesondere bei großen Biogasanlagen ist die Gärrestaufbereitung eine zentrale Aufgabe [...]. Obwohl geeignete Verfahren seit langem bekannt und zu unterschiedlichen Zwecken im Einsatz sind, steht die Entwicklung geeigneter Verfahrenskonzepte für diese komplexe Aufgabe oft noch am Anfang.“

<sup>178</sup> KTBL (2005), Witzelsperger/Schieder/Faulstich (2005) sowie hinsichtlich motorischer Eigenschaften Sagerer (2001).

<sup>179</sup> Siehe SRU (2007), S. 2.

<sup>180</sup> Bspw. Leible et al. (2007) sowie Mittelbach (2008): „Animal Fats, Jatropha and Co. as New Sources for the Biodiesel Production.“ Vortrag im Rahmen der Tagung „Neue Biokraftstoffe“, FNR, Berlin.

<sup>181</sup> Siehe z. B. Reinhardt/Helms (2007).

<sup>182</sup> Entwurf einer Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Erzeugung von Biomasse zur Verwendung als Biokraftstoff vom 05.12.2007 (Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung - BioNachV) unter [http://www.bundesfinanzministerium.de/nr\\_82/DE/BMF\\_\\_Startseite/Aktuelles/Aktuelle\\_\\_Gesetze/Gesetze\\_\\_Verordnungen/02\\_\\_anl,templateId=raw,property=publicationFile.pdf](http://www.bundesfinanzministerium.de/nr_82/DE/BMF__Startseite/Aktuelles/Aktuelle__Gesetze/Gesetze__Verordnungen/02__anl,templateId=raw,property=publicationFile.pdf)

<sup>183</sup> Hierzu ausführlich Peters (2007), Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf Natur und Landschaft, unter <http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/07-04-03ProtokollExpertenworkshopBiogasNaturschutz.pdf> - 01.04.2008. Siehe auch Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (ABl. Nr. L 375 vom 31.12.1991, S. 1; VO (EG) 1882/2003 - ABl. Nr. L 284 vom 31.10.2003) (EU-Nitratrichtlinie), Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S. 1) (EU-Wasserrahmenrichtlinie), Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (EU-Grundwasserrichtlinie).

<sup>184</sup> In der Positionierung auch klar Wiersbinski et al. (2008), siehe auch bspw. Rode et al. (2005); Rat für Nachhaltige Entwicklung (2008) sowie umfassend Knappe et al. (2008), C 3 ff., D 36 ff. sowie im Ergebnis E 72.

Derzeit werden in verschiedenen Studien **Einflussfaktoren auf Natur und Landschaft** identifiziert, naturschutzorientierte Anforderungen formuliert, mögliche Steuerungsansätze zur Umsetzung der Anforderungen und Standards entwickelt.<sup>185</sup> Ansätze hierfür können einerseits gebietsbezogen (Raumplanung, Landschaftsplanung, Flächennutzungsplan) sein oder andererseits maßnahmen- (Anbau bestimmter Kulturarten) und produktionsbezogene (Verzicht/Reduktion Pflanzenschutzmittel und mineralischer Dünger) Anreize darstellen. Hinzu kommen administrative (Genehmigungsrecht) sowie informelle Instrumente (Beratung, freiwillige Vereinbarungen). Zahlreiche Forschungsprojekte zu diesem Thema sind derzeit noch unveröffentlicht.<sup>186</sup>

Gleiches gilt ebenfalls für Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsysteme für die Nutzung in Lignocellulose basierenden Technologien (bspw. BtL-Kraftstoffe, Ethanol usw.). Auch hier können Auswirkungen auf Natur und Landschaft beobachtet werden<sup>187</sup>; zahlreiche Forschungsprojekte versuchen diesen Zusammenhang derzeit zu ermitteln.<sup>188</sup>

Festzuhalten gilt: Trotz teilweise starker Ausweitung der Energiepflanzennutzung kommt es nicht zwangsläufig zu einer verschärften Konkurrenz zwischen den Bereichen Energiepflanzen, Futter- und Nahrungsmittel und/oder stofflicher Nutzung, sondern nur unter bestimmten Bedingungen (wertvolle Lebensräume, Gewässerschutz usw.).<sup>189</sup> Ebenfalls festzuhalten gilt, dass die Konkurrenz bei den Bioenergieträgern nicht am Produkt besteht, sondern stets in der Fläche; dies gilt gleichsam für den Einsatz lignozellulosehaltiger Stoffe zum Gebrauch in der Holzwerkstoff- und Papierindustrie<sup>190</sup> als auch für Holz im Allgemeinen für die BtL-Kraftstoffproduktion.

---

<sup>185</sup> Leider liegen zahlreiche Forschungsberichte zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Positionspapiers noch nicht vor wie bspw. Luik (2009): „Naturschutzstandards für den Biomasseanbau“, im Auftrag Bundesamt für Naturschutz unter [http://www.iaf-hs-rottenburg.de/uploads/media/PAG1\\_Handout.pdf](http://www.iaf-hs-rottenburg.de/uploads/media/PAG1_Handout.pdf) sowie das durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) finanzierte Projekt „Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung auf Natur und Landschaft in Bayern - unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte“ Hoffmann/Hübner, Veröffentlichung Ende 2009 und Rode et al. 2009: Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse – Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade (SUNREG II) (gefördert durch DBU, Land Niedersachsen und Volkswagen AG; Veröffentlichung Anfang 2010). Siehe auch Vortrag Ammermann, (2009), „Energetische Biomassenutzung –Welche Wirkungen auf die Natur, insbesondere Biodiversität und Landschaftsbild sind zu beachten?“, unter [http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/erneuerbareenergien/anl\\_ammermann2009.pdf](http://www.bfn.de/fileadmin/MDb/documents/themen/erneuerbareenergien/anl_ammermann2009.pdf) sowie Urban et al. (2008).

<sup>186</sup> Siehe aktuelle Forschungsprojekte bspw. Hoffmann/Hübner (2009). „Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung auf Natur und Landschaft in Bayern - unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte“, im Auftrag des Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU), Peters et al. (2009): „Naturschutzstandards Erneuerbarer Energien“, im Auftrag BMU, Laufzeit bis Dezember 2009 unter <http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/>, Peters (2009): „Synergieeffekte zwischen Naturschutz und Klimaschutz beim Biomasseanbau: Konzeption, Erarbeitung und Abstimmung eines Positionspapiers für die Öffentlichkeitsarbeit und die Politikberatung“, im Auftrag Bundesamt für Naturschutz. Ebenfalls das durch das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) finanzierte Projekt „Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe zur Energieerzeugung auf Natur und Landschaft in Bayern - unter Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte“ Hoffmann/Hübner, Veröffentlichung Ende 2009.

<sup>187</sup> Siehe z. B. „Ergebnisdokument des Workshops Naturschutzstandards für Kurzumtriebsplantagen vom 6.5. – 8.5.09 in der Internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm“ unter [http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/stories/file/intern/090612%20Ergebnisdokument\\_Vilm\\_KUP\\_KOM.pdf](http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/stories/file/intern/090612%20Ergebnisdokument_Vilm_KUP_KOM.pdf) sowie Schneider, in Kaltschmitt et al. (2007), S. 206 ff.

<sup>188</sup> Siehe bspw. demnächst das durch das BfN geförderte Projekt „Biomassekulturen der Zukunft aus Naturschutzsicht“.

<sup>189</sup> Meyer (2008), S. 32 oder auch WBGU (2008), S. 61 ff.

<sup>190</sup> Bringezu et al. (2008), Zitat: „Die hier vorgestellten Analysen zeigen, dass Flächennutzungskonkurrenzen jetzt schon bestehen und sich zumindest mittel- bis langfristig verstärken werden. Tatsächlich besteht eine Nutzungskonkurrenz zwischen Lebensmittel-, Rohstoff- und Energieerzeugung im Wettstreit um sämtliche in der Landwirtschaft verfügbaren Produktionsfaktoren.“, S. 19.

## Position:

Grundsätzlich müssen Bewertungskriterien definiert werden, die für die gesamte Nutzung von Biomasse gelten müssen und mit dem Ziel der "Nachhaltigkeit" vereinbar sind. Eine Unterscheidung zwischen Biomasse zur Lebensmittelproduktion und Biomasse zur Energiegewinnung im Rahmen der Nachhaltigkeitsverordnung ist nicht sinnvoll.

Die höchsten Potenziale zur Reduktion der indirekten und direkten **THG-Emissionen** (vor allem Lachgas, Methan und Ammoniak) liegen sowohl beim **Anbau** (Anpassung der pflanzenbaulichen Produktionstechnik, Nährstoffeffizienz bei steigenden Erträgen, besonders im Bereich der Pflanzenernährung) als auch beim **Herstellungsprozess** (z. B. Anzahl und Aufwand der Prozessschritte). Deshalb sollten die einzelnen Produktionspfade getrennt nach ihrem Reduktionspotenzial untersucht und Maßnahmen der Effizienzsteigerung ermittelt werden. Diese müssen in den verschiedenen praxisnahen Nutzungspfaden, nach Maßgabe landwirtschaftlicher Grundlagen und Variationsmöglichkeiten differenziert dargestellt und hinsichtlich ihrer Reduktionsbilanz betrachtet werden (bspw. Berücksichtigung der gesamten gewachsenen Biomasse und der Nährstoffrückflüsse, realistische Bewertung der Koppelprodukte<sup>191</sup>, tatsächliche Vergleichsszenarien).

Eine starke Berücksichtigung sollten vor allem **landwirtschaftliche Aspekte**, so z. B. Fruchtfolgeeffekte, Nährstoffrückführung, landwirtschaftliche Koppelprodukte, Wasser- und Nährstoffeffizienz usw. finden. Zusammenfassend ist eine Bewertung sowohl des Anbaus, der Konversion als auch der Anwendung mit nachvollziehbaren Kriterien zu hinterlegen. Die Kriterien sind in einem breiten Konsens zu definieren, transparent darzustellen und anzuwenden. Nur so kann eine Vergleichbarkeit verschiedener Studien erzielt werden. So scheinen bspw. im Biogasbereich solche Maßnahmen einfach umsetzbar, wie gasdicht abgedeckte Gärrestlager mit Restgasnutzung, die Nachverbrennung von Restgasen, der Einsatz regenerativer Prozesswärme bei der Aufbereitung von Biogas zu Biomethan oder auch die Verwendung von Oxidationskatalysatoren für die Abgase der Blockheizkraftwerke. Alle vier Maßnahmen verbessern die Treibhausgasbilanz erheblich, bedürfen indes teils noch der Forschung und Entwicklung. Die Reduktion von THG-Emissionen bei den vorgelagerten Prozessen muss insgesamt verstärkt angegangen werden. Wichtig hierbei sind auch der Vergleich zentraler und dezentraler Lösungen sowie Lösungswege.

Die **Konversion von Biomasse** zu Kraftstoffen hat stets effizient zu erfolgen (so z. B. bei Biogas die Optimierung des Vergärungsprozesses hinsichtlich Gasausbeute und Prozesssicherheit, Einsatz von Primärenergie usw.) und lange **Nutzungskaskaden** der Rohstoffe sind im Grundsatz anzustreben. Direkte THG-Emissionen (z. B. Methanschluß) sind weitestgehend durch geeignete Maßnahmen zu unterbinden.<sup>192</sup> Die Herkunft von Biomasse muss durchgehend transparent und rückverfolgbar sein (Kontrolle und Dokumentation).

<sup>191</sup> Siehe hierzu Kraftstoffherstellung und Qualitätsdefinition.

<sup>192</sup> Bspw. Einrichtung von Mikrobiogasnetzen an sinnvollen Standorten, Optimierung der Verbrennung im BHKW usw.

Die Forschung und Entwicklung zur **effizienten Biomasseausnutzung** im Bereich der Konditionierung und Konversion von Biomasse zur Biokraftstoffproduktion (ebenso Bioraffinerien als Polygeneration-Anlagen sowie die singuläre Analyse und Bewertung von Systemkomponenten) muss verstärkt angegangen werden.

Die derzeitigen, auf dem Markt befindlichen Biokraftstoffe (Rapsölkraftstoffe, Biodiesel, Bioethanol und Biomethan) bieten insbesondere die **Koppelproduktnutzung** bei der Verwertung von Biomasse zur Kraftstoffproduktion an. Bei der Bilanzierung von Biokraftstoffen hinsichtlich ihrer Flächenbilanz, Energiebilanz, Ökobilanz usw. ist die Möglichkeit der Nutzung der bei der Herstellung von Biokraftstoffen anfallenden Koppelprodukte, wie bspw. Presskuchen, Schlempe, Glycerin, Stroh usw. passgenau<sup>193</sup> als Gutschrift anzurechnen.<sup>194</sup> Bereits heute kann ein erheblicher Anteil an eiweißreichen und hochwertigen Futtermitteln im Rahmen der Biokraftstoffproduktion hergestellt werden und so Sojaimporte aus Drittländern minimiert werden. Darüber hinaus ist die Koppelnutzung/Kaskadennutzung offen für weitere sinnvolle Anwendungsfälle z. B. im Bereich der stofflichen Verwertung. Hier gilt es, Verfahren und Produkte zu entwickeln, die eine hohe wirtschaftliche und ökologische Effizienz aufweisen. Auf diese Verfahrensentwicklung sollte ein Schwerpunkt zukünftiger Forschung gelegt werden.

Parallel ist es unabdingbar, **alternative Nutzungsoptionen** (z. B. Nutzung von Prozesswärme, Koppelprodukte) hinsichtlich ihres THG-Minderungspotenzials zu untersuchen, in ihrer Effizienz zu steigern und zu bewerten; systematische und integrative Nutzungsoptionen müssen untersucht werden. Ein wichtiger Forschungsbereich wird daher in der Zukunft ein **systemischer Ansatz** zur Steigerung der Effizienz sein, insbesondere auch unter Beachtung und Bewertung integrativer Systeme<sup>195</sup> sowie der Initiierung von Leuchtturmprojekten.

Die Anforderungen und Ideen zur Einführung der Biokraftstoffe müssen überdies (auch unmittelbar) technisch umsetzbar sein. Hierbei sind dem Biokraftstoff entsprechend jeweils die **effizientesten Techniken** (Anlagenkapazitäten, Wirkungsgrade usw.) zu bevorzugen. Dabei kann es sinnvoll sein, einen Mix an dezentralen und zentralen Strukturen zu schaffen, die in einem miteinander effiziente Systeme darstellen (z. B. dezentrale Ethanolanlagen mit zentraler, stadtnaher Groß-Biogasanlage zur Schlempeverwertung).<sup>196</sup> In diesem Zusammenhang kann es sich als nützlich erweisen, in einer Studie Projekte mit Demonstrationscharakter (national wie international) zu sammeln, vergleichend zu beschreiben und zu bewerten.

<sup>193</sup> Bspw. Futterwert gegenüber Energiewert, ebenso einprägsam zum Thema der Allokations- und Substitutionsmethode Majer/Schröder (2008), S. 7.

<sup>194</sup> Anders bspw. BMU (2009b), S. 35 ff.; hier werden aufbauend auf die Nicht-Einbeziehung der Koppelprodukte in der THG-Bilanz sichtbar die Werte für die Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit falsch suggeriert.

<sup>195</sup> Siehe hierzu aktuelles Forschungsprojekt Senn/Fleischer (2008) sowie Senn (2005).

<sup>196</sup> Siehe hierzu aktuelles Forschungsprojekt Senn/Fleischer (2008).

Bei der Bewertung ist allerdings nicht nur die Herstellung der Biomasse ökologisch zu bewerten, sondern auch der **Biokraftstoff** selbst z. B. hinsichtlich dem Energieaufwand zur Produktion, der Feinstaubemissionen, der Umweltverträglichkeit bei Havarien<sup>197</sup>, der Ökotoxizität usw. Dabei ist ein Vergleich anzustreben mit der fossilen Alternative.

Die Ausschöpfung des **Nebenprodukt- und Reststoffpotenzials** unter Beachtung der ökologischen Restriktionen (z. B. bei der Nutzung von Stroh und Restholz) sollte intensiv angegangen werden, da hier ggf. bessere Klimabilanzen zu erwarten sind. Dabei sind Produktionsverfahren zu entwickeln, die trotz der heterogenen Reststoffe eine möglichst gute Energiebilanz aufweisen. Auch hier ist die gesamte Produktionskette zu beschreiben, zu analysieren und zu bewerten. Ggf. sind Reststofffraktionen so zu trennen und vorzubereiten, dass sie einzeln weiter verwertet werden können. Darüber hinaus muss die Gesamtbilanz vorteilhaft gegenüber derjenigen der bisherigen Nutzung und/oder der Nicht-Nutzung der Reststoffe (bspw. Waldrestholz, Koppelproduktnutzung als Futtermittel usw.) sein.

Es wird dafür plädiert, den Begriff der **Nachhaltigkeit** nicht allein auf das Minderungspotenzial von THG-Emissionen sowie den umweltgerechten Anbau von Biomasse zu reduzieren, sondern den Begriff weiter auszulegen und die Aspekte der nationalen Versorgungssicherheit, der Förderung regionaler Wertschöpfungsketten und regionaler Entwicklung einfließen zu lassen und damit namentlich auch soziale Aspekte zu berücksichtigen.

Um die Akzeptanz der Biokraftstoffe zu erhöhen, sollte der Fokus zukünftiger Forschung auch auf die Abschätzung der **Marktentwicklung** gerichtet werden. Es ist zunehmend wichtig zu verstehen, dass nutzbare Biomasse in all ihren Facetten (Lebens- und Futtermittel, Wärme, Strom, Kraftstoff) innerhalb der Märkte als einheitliches Produkt gehandelt wird; Vorhersagen zu möglichen Marktentwicklungen unter bestimmten Bedingungen sind essenziell zur Ausrichtung einer Biokraftstoff-Strategie. Daher sind die Zusammenhänge der Märkte, z. B. die des Ölpreises und dem Preis für Nahrungsmittel, transparent zu entschlüsseln. Hier ist selbstverständlich ein Ansatz zu wählen, der sich nicht allein auf Deutschland beschränkt, sondern auch europäische und weltweite Gegebenheiten berücksichtigt.

---

<sup>197</sup> So ist Rapsölkraftstoff auf Grund seiner herausragenden Eigenschaften beim Boden- und Gewässerschutz prädestiniert für Anwendungen in umweltsensiblen Bereichen. Durch das geringe Gefahrenpotenzial von Rapsölkraftstoff sind im Vergleich zu anderen Kraftstoffen geringere Sicherheitsvorkehrungen bei Lagerung und Transport zu treffen. Siehe auch z. B. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe - VwVwS), vom 17. Mai 1999, (BAnz. vom 29.5.1999 Nr. 98a) sowie Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung) vom 27. September 2002, (BGBl. I Nr. 70 vom 2.10.2002 S. 3777).

Für den **Naturschutz** gilt es festzuhalten, dass der Energiepflanzenanbau nicht grundsätzlich im Konflikt steht mit den Zielen des Naturschutzes, sondern er kann als **integratives Element** „nachhaltiger Anbau“ dazu beitragen, die Kulturlandschaft arten- und strukturreicher zu gestalten, wertvolle Ökosysteme zu erhalten und die Belastung der Ökosysteme mit Schad- und Nährstoffen zu verringern; Diskussionen zum Thema der Übertragungseffekte („spill-over-Effekt“) des Energiepflanzenanbaus auf die konventionelle Landwirtschaft sind hierbei essenziell.<sup>198</sup>

Die zur Deckung der Energiepflanzen erforderliche Flächeninanspruchnahme steht allerdings in Konkurrenz zu Extensivierungsmaßnahmen, die in den letzten Jahren zumindest regional zu einer Entspannung der Konfliktsituation zwischen Wasserversorgern und der Landwirtschaft geführt hat. Durch die Erarbeitung von **ökologischen Mindeststandards** und vor allem den Ausbau **informeller Instrumente**, kann daher ein nachhaltiger Anbau von Biomasse insgesamt realisiert werden. Grundsätzlich bietet es sich auch an, Grünlandaufwuchs und Pflegematerial aus Naturschutzgebieten im geeigneten Maße zur Energiebereitstellung mit heranzuziehen.

Interessant erscheinen hier auch die Bemühungen der **Standardisierungsaktivitäten**. Unterschieden werden muss hier zwischen dem rechtlichen Regelungsrahmen auf der einen Seite und den vertraglichen Vereinbarungen auf der anderen Seite. Obligatorische Naturschutzstandards und bestehende Konflikte gehören durch Steuerung und Vorsorge reguliert. Auf Grund der „Treff-Ungenauigkeit“ von bundes- aber auch landeseinheitlichen Regelungen sind auf der anderen Seite regionsspezifische Lösungen zu erarbeiten, die durch Entwicklung und Nutzung von Synergien mögliche fakultative Naturschutzstandards, z. B. durch informelle Instrumente, integrieren. Darüber hinaus sind ergebnisorientierte **Honorierungen** für die Landwirtschaft, auch zur Erhaltung der Kulturlandschaft, zu entwickeln.

Für eine konzentrierte Lenkung der Bioenergieproduktion sollten geeignete Instrumentarien untersucht, angepasst und ggf. ausgebaut werden. Nur so kann eine regionalspezifische und vor allem standortgerechte Produktion von Rohstoffen für Biokraftstoffe eingehalten werden.

---

<sup>198</sup> Zum sogenannten „spill-over“-Effekt siehe Fritsche et al. (2009), A-3 ff.

# Politische Rahmenbedingungen für Biokraftstoffe

## Situation:

Zurückblickend wurde die Verwendung der Biokraftstoffe in den vergangenen Jahren heftig, teils kontrovers, teils polemisch diskutiert. Zahlreiche Interessensvertreter forderten aus unterschiedlichen Motivationen die grundsätzliche Abkehr von der Förderung von Bioenergieträgern.

Die Europäische Union hingegen verfolgt weiterhin und im besonderem Maß mit der **Richtlinie 2009/28/EG** sehr ambitionierte Ziele bei der Verwendung von Biokraftstoffen. Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, einen Anteil von Energie aus erneuerbaren Quellen bei allen Verkehrsträgern im Jahr 2020 von mindestens 10 % des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor zu gewährleisten. Parallel formulierte die EU mit der Richtlinie 2009/30/EG die Festlegung von **Nachhaltigkeitskriterien** mit einer verpflichtenden **Zertifizierung**.<sup>199</sup> Im Ergebnis zielt die Richtlinie darauf ab, dass die Nutzung flüssiger Biokraft- und Biobrennstoffe (gegenüber fossilen Referenzkraftstoffen) zu einer spezifischen Treibhausgasreduzierung von mindestens 35 % führen muss sowie ab 2017 von 50 % und für Neuanlagen (nach 2017) von 60 %.

Die politischen Vorgaben zur Einführung der Biokraftstoffe in Europa und in Deutschland sind teils heterogen. Die Länder Europas verfolgen bei ihren **Strategien zur Umsetzung** der Vorgaben unterschiedliche Wege. Setzen die einen Länder auf einen hohen Anteil an Reinkraftstoffen, so setzen andere Länder auf die Beimischungsquote.<sup>200</sup> Können einige Länder ihren Anteil an Biokraftstoffen fast vollständig selber decken, sind viele Länder auf einen hohen Anteil an importierter Biomasse angewiesen, so THRÄN ET AL. (2005: 15 FF.).

<sup>199</sup> Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, Brüssel, KOM (2007) 19, endgültig 2008/0016 (COD), 23. Januar 2008, seit Juni 2009 in Kraft und durch die Mitgliedstaaten bis Ende 2010 in nationales Recht umzusetzen. Wobei die Umsetzung der Nachhaltigkeitsanforderungen optimistische Annahmen zur Arbeit von GBEP und UN-Energy (insb. UNEP und FAO) voraussetzt, siehe Fritsche et al. (2009), S. A-5. Siehe auch bspw. für die Schweiz Verordnung des UVEK (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) über den Nachweis der positiven ökologischen Gesamtbilanz von Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen (Treibstoff-Ökobilanzverordnung; TrÖbiV).

<sup>200</sup> Siehe zusammenfassend Brüssel, den 24.04.2009, KOM (2009) 192, endgültige Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament, Fortschrittsbericht „Erneuerbare Energien“: Bericht der Kommission gemäß Artikel 3 der Richtlinie 2001/77/EG und Artikel 4 Absatz 2 der Richtlinie 2003/30/EG sowie über die Umsetzung des EU-Aktionsplans für Biomasse (KOM (2005) 628) unter [http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/biofuels\\_members\\_states\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/biofuels_members_states_en.htm) sowie Bacovsky et al. (2009).

Durch das in **Deutschland** im Oktober 2006 vom Bundestag verabschiedete Biokraftstoffquotengesetz, geändert durch das Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen vom April 2009, wurden u. a. die geltenden Regelungen im Bundes-Immissionsschutzgesetz zur Biokraftstoffquote sowie im Energiesteuergesetz zur steuerlichen Förderung der Biokraftstoffe festgeschrieben bzw. angepasst. Unternehmen, die Kraftstoffe in Verkehr bringen, sind verpflichtet, einen gesetzlich bestimmten Mindestanteil (Quote) in Form von Biokraftstoffen abzusetzen.<sup>201</sup> Die vorgeschriebenen **Quoten** können entweder durch Beimischung von Biokraftstoffen inkl. Biomethan zu Diesel- oder Ottokraftstoff bzw. Erdgas erfüllt werden, oder durch das in Verkehr bringen von **reinen Biokraftstoffen**.<sup>202</sup> Der Gesetzesbeschluss sieht eine Reduzierung der Gesamtquote auf 5,25 % 2009 (anstelle von 6,25 %) sowie 6,25 % in der Zeit von 2010-2014 (anstelle 6,75 % bis 8 % 2015) vor. Die bis Ende 2014 gültigen energetischen Quoten werden durch die Verpflichtung zur Treibhausgasminderung abgelöst (3 % ab 2015, 4,5 % ab 2017 sowie 7 % ab 2020).<sup>203</sup> Die Energiesteuer für reinen Biodiesel steigt von 18,29 Cent je Liter 2009 bis zum vollen Steuersatz von 45,03 Cent je Liter ab 2013. Die Steuersätze für reinen Rapsölkraftstoff steigen von 18,15 Cent je Liter 2009 auf 45,03 Cent je Liter ab 2012.

Festzustellen ist zudem, dass, angetrieben insbesondere durch ein starkes Preisgefälle der fossilen Kraftstoffe und der zusätzlichen Besteuerung der Biokraftstoffe, die Grauiimporte (**Tanktourismus**<sup>204</sup>) von Kraftstoffen außerhalb Deutschlands zugenommen haben.

Teilbelege für diesen Sachverhalt existieren; ein belastbares Gesamtbild existiert derweil noch nicht. Einer Schätzung des DIW zufolge beläuft sich das im Jahr 2007 insgesamt „importierte“ Kraftstoffvolumen auf rund 3,5 Milliarden Liter; dies entspricht rund 5 bis 6 % des bundesdeutschen Kraftstoffverbrauchs, so KALINOWSKA/KUNERT (2008: 801).

Entsprechende Hinweise existieren ebenfalls für Österreich und Luxemburg.<sup>205</sup>

LENK/VOGELBUSCH/FALKEN unterstellen einen Steuereinkommensverlust von rund 500 Mio. € pro Jahr in Deutschland.<sup>206</sup> Allein eine langfristige Verlässlichkeit der steuerlichen Rahmenbedingungen kann als Voraussetzung für eine ausgeprägtere Nutzung von alternativen Kraftstoffen sein.<sup>207</sup>

<sup>201</sup> Im Jahr 2008: Diesel-Quote=4,4 %, Ottokraftstoff-Quote=2,0 %; zusätzlich zu den Mindestquoten wurde ab dem Jahr 2009 eine Gesamtquote von 6,25 % für beide Kraftstoffarten eingeführt, welche bis zum Jahr 2015 stufenweise auf 8 % erhöht werden sollte. Alle Quoten beziehen sich auf den Energiegehalt der Kraftstoffe, siehe auch BT-Drs. 16/8028, a. a. O. Gemessen am Kraftstoffverbrauch (Otto- und Dieselmotoren zuzüglich Biokraftstoffe) betrug der Anteil biogener Kraftstoffe energetisch ca. 7 %, der Anteil von Biodiesel als Reinkraftstoff ca. 3 % und als Beimischung ca. 2,4 %. Der Anteil Pflanzenöl am Kraftstoffverbrauch betrug energetisch ca. 1,2 %.

<sup>202</sup> Zur Abgrenzung der Verwendung von Biokraftstoffen in der Beimischung und als Reinkraftstoff siehe Remmele (2009c).

<sup>203</sup> Bei einem unterstellten Netto-Klimaschutzbeitrag der Biokraftstoffe von 50 % wäre zur Erfüllung der Klimaschutzquote von 3 % THG in 2015 ein Biokraftstoffanteil von 6 kal. % erforderlich, der sich bis 2020 und einem unterstellten auf 70 % verbesserten Netto-Klimaschutzbeitrag auf 10 kal. % erhöhen würde, siehe auch UFOP, „Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen“ unter [http://www.ufop.de/downloads/RZ\\_Steuerinfo\\_190609.pdf](http://www.ufop.de/downloads/RZ_Steuerinfo_190609.pdf)

<sup>204</sup> Zum Phänomen Tanktourismus und einem eingeschränkten rationalen Verhalten siehe Michaelis (2003).

<sup>205</sup> Siehe Molitor et al. (2004) sowie Thöne (2008).

<sup>206</sup> Lenk/Vogelbusch/Falken (2004), S. 24 f.

<sup>207</sup> BAG (2009b), S. 10.

Die **Schweiz** führte als nicht EU-Mitglied im Juli 2008 mit dem Inkrafttreten des revidierten Mineralölsteuergesetzes und der Mineralölsteuerverordnung als eines der ersten Länder verbindliche ökologische und soziale Kriterien für die Förderung von biogenen Treibstoffen ein (**Treibstoff-Ökobilanzverordnung**)<sup>208</sup>. Als soziale Mindestanforderungen gelten hier die Kernübereinkommen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO)<sup>209</sup>. Die Ausführungsbestimmungen lassen indes auf sich warten.

Die **Treibhausgasbilanz** ist eine entscheidende Größe, die über den klimapolitischen Nutzen einer bestimmten Bioenergienutzung entscheidet. Sie lässt sich bislang nur ungenau bestimmen, z. B. was indirekt verursachte Emissionen durch Verdrängung bisheriger Landnutzung auf andere Flächen betrifft.<sup>210</sup> Derzeit existiert keine argumentativ und in ihren Auswirkungen auf die Handelsströme und die Landnutzung hinreichend abgesicherte Methodik zur Einbeziehung des indirekten Effekts einer Landnutzungsänderung in die Treibhausgasbilanzierung.

Dabei haben landwirtschaftliche Rohstoffe zur Herstellung von Biokraftstoffen in der EU den **umwelt- und landwirtschaftsbezogenen Bestimmungen** der Cross-Compliance-Verordnung zu genügen; dies gilt gleichsam daher auch für Länder außerhalb der EU wie bspw. Brasilien, Malaysia usw.<sup>211</sup> Grundsätzlich – und damit auch außerhalb der EU – dürfen die landwirtschaftlichen Rohstoffe nicht auf Flächen produziert werden, die im oder nach Januar 2008 einen anerkannt hohen Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt hatten. Hierzu zählen von signifikanter menschlicher Tätigkeit unberührter Wald, für Naturschutzzwecke ausgewiesene Flächen sowie Grünland mit großer biologischer Vielfalt. Außerdem dürfen Rohstoffe nicht auf Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand gewonnen werden, d. h. in Feuchtgebieten und kontinuierlich bewaldeten Gebieten. Anders als bspw. der deutsche Entwurf einer Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung umfasst die EU-Richtlinie keine expliziten Kriterien für Boden-, Luft- und Wasserschutz außerhalb der EU. Soziale bzw. sozioökonomische Kriterien sind ebenso kein Teil der Zertifizierungskriterien wie die ILO-Kriterien.<sup>212</sup>

<sup>208</sup> Verordnung des UVEK über den Nachweis der positiven ökologischen Gesamtbilanz von Treibstoffen aus erneuerbaren Rohstoffen (Treibstoff-Ökobilanzverordnung; TrÖbiV).

<sup>209</sup> Die sozial annehmbaren Produktionsbedingungen sind in Artikel 19d MinöStV präzisiert.

<sup>210</sup> WBGU (2008), S. 10.

<sup>211</sup> Damit sind Flächen ausgeschlossen, die im oder nach Januar 2008 einen anerkannt hohen Wert hinsichtlich der biologischen Vielfalt hatten oder mit einem hohen Kohlenstoffbestand ausweisen (hierzu zählen bspw. unberührter Wald, für Naturschutzzwecke ausgewiesene Flächen, Grünland mit großer biologischer Vielfalt oder auch Feuchtgebiete).

<sup>212</sup> Allerdings ist die EU-Kommission verpflichtet, dem Europäischen Parlament und Rat in Bezug auf relevante Exportländer für Bioenergieträger alle zwei Jahre (zum ersten Mal 2012) über soziale Folgen einer erhöhten Nachfrage nach Biokraftstoff in der Gemeinschaft und in Drittländern zu berichten. Die Kommission soll Korrekturen der EU-RL vorschlagen, wenn nachweisbar ist, dass sich die Biokraftstoffherstellung in erheblichem Maße auf die Nahrungsmittelpreise auswirkt. Indirekte Landnutzungsänderungen werden in der Treibhausgasbilanz ebenfalls nicht berücksichtigt, siehe P6\_TA-PROV(2008)0609 Energie aus erneuerbaren Quellen. I legislative Entschließung des Europäischen Parlaments vom 17. Dezember 2008 zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (KOM (2008)0019 – C6- 0046/2008 – 2008/0016(COD)), S. 44 unter [http://www.eu-service-bb.de/data/newsletter/296/ee\\_rl\\_17\\_12\\_08.pdf](http://www.eu-service-bb.de/data/newsletter/296/ee_rl_17_12_08.pdf)

Stark diskutiert werden derzeit die Konzepte der Elektrifizierung der Antriebe, sei es als Elektrofahrzeuge oder als Hybrid-Lösungen.<sup>213</sup> Im Kontext des nationalen Entwicklungsplans bezieht sich der Begriff **Elektromobilität** auf insbesondere Personenkraftwagen (Pkw) und leichte Nutzfahrzeuge sowie Zweiräder (Elektroroller, Elektrofahräder) und Leichtfahrzeuge.<sup>214</sup> Die Förderung konzentriert sich für Pkw und Nutzfahrzeuge auf die elektrischen Fahrtriebmotoren, auf Getriebe und Antriebsvarianten, auf elektrische Energiespeicher für mobile Anwendungen, auf Steuergeräte und Wandler sowie auf das Energie- und Antriebsmanagement. Hierdurch sollen weitgehende Standards und eine Modularisierung des Gesamtsystems gewährleistet werden.

Fahrzeuge mit Elektroantrieb fahren hinsichtlich Feinstaub (ausgenommen Feinstaub aus Reifen- und Bremsenabrieb) und NO<sub>x</sub> **lokal emissionsfrei** und können so, zumindest in Ballungsräumen, einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität leisten. Festzuhalten ist allerdings, dass die Vorteilhaftigkeit der Elektromobilität<sup>215</sup> hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen aber auch etwaiger anderer Emissionen von der Art der Stromerzeugung (Atomstrom, Strom aus Kohlekraftwerken, Strom aus erneuerbaren Energien) abhängt.<sup>216</sup> Die Bundesregierung verspricht sich durch das Elektromobilitätsprogramm eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von rund 1,3 Mio. t bis in das Jahr 2020.<sup>217</sup>

Eine nennenswerte **Marktdurchdringung** der Elektromobilität vor allem im Pkw-Bereich wird erst in den Jahren zwischen 2020 und 2030 gesehen; gestützt durch Entwicklungsstrategien der Mild-, Full- und Plug-in-Hybridlösungen sowie der Entwicklung geeigneter Range-Extender hin zu einem reinen Elektroantrieb.<sup>218</sup> Unabhängige und transparente Life Cycle Assessments zur Elektromobilität sind durchzuführen und vergleichend mit der konventionellen Mobilität zu bewerten.

NITSCH (2008: 25) zeigt in seinem Leitszenario auf, dass bereits in 2030 knapp 25 % des Endenergiebedarfs im Verkehr durch Erneuerbare Energien (Biokraftstoffe und Strom) gedeckt werden können. Bis 2050 könnte dieser Anteil auf 56 % steigen.

<sup>213</sup> Siehe hierzu Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung, August 2009 unter <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/nationaler-entwicklungsplan-elektromobilitaet-der-bundesregierung.property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>

<sup>214</sup> Siehe BMVBS (2008).

<sup>215</sup> Siehe auch BMWi (2007), S. 42.

<sup>216</sup> Siehe hierzu auch Sticher/Rizoulis (2008), S. 1350, Zitat: „An analysis of the worldwide power generation market shows that for example in China and India electric vehicles will hardly contribute to any CO<sub>2</sub> reduction; neither today, nor in 2020. The power mix in those countries is so carbon intensive that the electric cars "emit" on a well-to-wheel basis almost as much as a conventional car does.“ sowie Korthals/Heuss/Malorny (2008), S. 1356.

<sup>217</sup> Siehe Deutscher Bundestag, Drucksache 16/13746, 16. Wahlperiode, 06.07.2009, Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Winfried Hermann, Dr. Anton Hofreiter, Bettina Herlitzius, weiterer Abgeordneter und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen – Drucksache 16/13288 – Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung für mehr Klimaschutz im Verkehr.

<sup>218</sup> Im Ergebnis gleich Korthals/Heuss/Malorny (2008), Sticher/Rizoulis (2008) sowie Wietschel/Biere/Dallinger (2009).

## Position:

Zahlreiche mobilitätsbegleitende Maßnahmen laufen derzeit dem überproportionalen Wachstum an Verkehr hinterher; dies ist vor allem für den Bereich der Nutzfahrzeuge zu erkennen. Festzuhalten ist jedoch, dass **Mobilität** insgesamt zukünftig einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten muss. Hierunter können zahlreiche Maßnahmen subsummiert werden<sup>219</sup>:

1. Effizienzsteigerung durch neue Antriebskonzepte (bspw. Hybridtechnik), durch Optimierung von Komponenten und Teilsystemen sowie durch Verbesserung der Energiewandlung,
2. Substitution fossiler Energien, durch weniger CO<sub>2</sub>-verursachende Kraftstoffe und deren wirtschaftliche Herstellung und Bereitstellung,
3. Optimierung des Verkehrsflusses mittels neuer Verkehrsmanagement-Strategien und -Technologien,
4. Technologien zur verstärkten Nutzung energieeffizienter Verkehrsmittel in einem kooperativen, intermodalen Verkehrssystem,
5. Qualitäts-, Effizienz- und Attraktivitätssteigerung im Öffentlichen Verkehr,
6. Maßnahmen zur Änderung des individuellen Mobilitätsverhaltens.

Gerade in den Teilaspekten 1 und 2 können Biokraftstoffe, wie gezeigt, einen wesentlichen Beitrag leisten. Es ist derzeit und in Zukunft wichtig, sowohl für die Wirtschaft als auch für die Forschung, verlässliche Vorgaben zu haben für die Marktentwicklung von Biokraftstoffen. Hierzu hatte die „Roadmap Biokraftstoffe“<sup>220</sup> vom 14. November 2007 einen sinnvollen ersten Beitrag geleistet. Biokraftstoffe sind einer der wirksamsten Hebel, um Mobilität zukünftig zu gewährleisten.<sup>221</sup>

Das jetzige **Steuersystem** ist allerdings bezogen auf den Reinkraftstoffmarkt zu **unflexibel**, um auf herrschende Marktbedingungen zu reagieren. Dies betrifft vor allem die Regelungen zur Prüfung der Überkompensation aber auch in der Anpassung der Unterkompensation; jeweils mit der Auswirkung der Steueranpassung.

Anzumerken ist, dass gerade das starre „**Quotenmodell**“ stark in den Rohstoffmarkt eingreift; sind die Rohstoffpreise niedrig, kann eine „kleine“ stützende Wirkung verzeichnet werden – steigen die Rohstoffpreise, greifen die Quoten durch ihre „Zwangserfüllung“ zusätzlich in das Marktgeschehen ein. Reinkraftstoffe hingegen passen sich dem tatsächlichen Marktgeschehen besser an.

Auch durch die Ableitung der Forschungsergebnisse der Motorentechnik und Abgasnachbehandlung sind **Reinkraftstoffe** der Beimischung **vorzugswürdig!** Blends können ergänzend ggf. stützend auf den Rohstoffmarkt wirken sowie zur Erreichung des Biokraftstoffziels dienen.

<sup>219</sup> Siehe BMWi (2008), S. 8 sowie einen Überblick über die „Erneuerbare Mobilität“ liefert Mühlenhoff (2009a).

<sup>220</sup> Download über [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/roadmap\\_biokraftstoffe.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/roadmap_biokraftstoffe.pdf)

<sup>221</sup> Im Tenor ebenso Stromberger/Theis, BMW Group, München zum „Integrated Approach: Konzept“ einer nachhaltigen CO<sub>2</sub>-Reduktion, S. 11, Zitat: „Vor dem Hintergrund der kosteneffizienten CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion durch Biokraftstoffe ist eine Forcierung der Erhöhung der Marktanteile zur Zielerreichung anzustreben.“, unter [http://www.bmwgroup.com/publikationen/d/2006/pdf/Integrated\\_Approach\\_Konzept\\_2006.pdf](http://www.bmwgroup.com/publikationen/d/2006/pdf/Integrated_Approach_Konzept_2006.pdf)

Ein erster Ansatzpunkt für die Möglichkeit der Förderung der Reinkraftstoffe könnte gesehen werden in der **Steuerbegünstigung** respektive –befreiung haushaltsneutral über einen Aufschlag ex ante bei den fossilen Kraftstoffen. Von Vorteil wäre, dass eine „verursachungsgerechtere“ Zuordnung der Umweltfolgekosten auf die Produktkosten zugunsten emissionsärmerer Kraftstoffe durchschlägt. Ebenfalls wäre hierdurch eine „realitätsnähere Abbildung“ der THG-Emissionsvermeidung gewährleistet, denn festzuhalten ist, dass fossile Kraftstoffe weder zur THG-Minderung, noch zur Verringerung der volkswirtschaftlichen Risiken, noch zu einer geringeren Importabhängigkeit beitragen. Dieser Nachteil der fossilen Kraftstoffe muss durchgereicht werden.

Konkret könnte ein **CO<sub>2</sub>-Steuermodell** entworfen werden auf der Basis der tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Vermeidung.<sup>222</sup> Zu argumentieren wäre hier, dass die Biokraftstoffe im Rahmen der Nachhaltigkeitsverordnung mindestens 35 % THG-Vermeidung (50 % im Jahr 2017) aufzuweisen haben. Gemessen an den fossilen Kraftstoffen mit einer THG-Vermeidung von 0 %, wäre eine Steuererleichterung von 35 %, quartalsmäßig abrechenbar, denkbar. Zukunftsweisend sowie technologiefördernd wäre diese Regelung, da dieses Modell denjenigen Biokraftstoffen einen Vorteil verschafft, die eine höhere THG-Vermeidung aufweisen und somit steuerlich geringer belastet wären.

Inkludiert in der Steuerpolitik müssen von vornherein ebenfalls Überlegungen zur **Vermeidung des Tanktourismus** sein; durch die Senkung der Preise von Reinkraftstoffen und der damit verbundenen „Preisgleichheit“ zu den fossilen Kraftstoffen der europäischen Nachbarn können ggf. die eingeschränkt rationalen Handlungen der „Tanktouristen“ überkompensiert werden. Die durch das Bundesministerium für Finanzen berechneten Steuermindereinnahmen bei der Förderung der Biokraftstoffe mit derzeitigem Steuersatz von 193 Mio. € im Jahr 2009 ließen sich hierdurch möglicherweise kompensieren.

Schlussendlich muss die intelligente Ausgestaltung der politischen Förderinstrumente zu mehr **Förderkontinuität** hinführen.<sup>223</sup>

Diese Ansatzpunkte müssen zukünftig verstärkt durch rechtspolitische Forschungseinrichtungen untersucht, abgeglichen und in den politischen Diskurs eingebracht werden.

**Empfehlungen** seitens der Forschungseinrichtungen sind:

- Biodiesel als Mischkraftstoff für Einsatz in Pkw mittelfristig bis B10 und beim Nfz-Bereich bis B100.
- Rapsölkraftstoff bevorzugt in Nischenanwendungen, v. a. in umweltsensiblen Bereichen, wie bspw. land- und forstwirtschaftlichen Maschinen und Fahrzeugen, Baumaschinen, Binnenschifffahrt, Lokomotiven sowie zur Kraft-Wärme-Kopplung an netzfernen Standorten.
- Ethanolblends mit Superkraftstoff mit einem Anteil mittelfristig bis E10 sowie eine verstärkte Nutzung von E85 für den Einsatz in Ottomotoren.

<sup>222</sup> Siehe hierzu auch Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und FDP, „Wachstum, Bildung, Zusammenhalt“, 17.

Legislaturperiode – Entwurf – unter [http://www.bundesregierung.de/Content/DE/\\_\\_\\_Anlagen/koalitionsvertrag.html](http://www.bundesregierung.de/Content/DE/___Anlagen/koalitionsvertrag.html)

<sup>223</sup> Als Vergleich sei hier lediglich das EEG angesprochen, welches eine Förderkontinuität von 20 Jahren festschreibt.

- Biomethan als Reinkraftstoff sollte dort zum Einsatz gelangen, wo das Bewegungsprofil des Nutzers eine regelmäßige Betankung ermöglicht. Insbesondere beim Betrieb von Fahrzeugflotten in städtischen Verdichtungsgebieten sollten die niedrigen Emissionen von Biomethan-Fahrzeugen als Vorteil genutzt werden.
- Elektromobilität, auf der Basis erneuerbarer Energien in städtischen Verdichtungsräumen.

Allein bei der Verwendung der Reinkraftstoffe könnte sich ein **psychologischer Effekt** einstellen. Während in der Beimischungsverpflichtung jeder Bürger Biokraftstoffe tanken muss (ob er will oder nicht/ob er es selber wahrnimmt oder nicht), wären im Reinkraftstoffmarkt nur die angesprochen, die die Vorteilhaftigkeit des Biokraftstoffes (Klimaschutz, Nachhaltigkeit usw.) gegenüber den fossilen Kraftstoffen erkennen; dies allerdings immer gepaart auch mit einem monetären Vorteil. Allein im Reinkraftstoffmarkt werden Biokraftstoffe in der öffentlichen Diskussion als Alternative zu fossilen Kraftstoffen wahrgenommen, nicht in der Beimischung.<sup>224</sup>

Die Anforderungen der **Nachhaltigkeit**, insbesondere über die Richtlinie 2009/30/EG, sind gestellt. Es wird wesentlich von der tatsächlichen Umsetzung der nationalen Nachhaltigkeitsverordnung abhängen, ob die Ziele erreicht werden.

**Perspektivisch** sind nach herrschender Meinung ebenfalls Vorgaben zum Boden-, Wasser- und Biodiversitätsschutz, Auswirkungen indirekter Landnutzungsänderungen sowie Kriterien zur Einschränkung der Nutzung gentechnisch veränderter Organismen einzubeziehen. Wichtig erscheint überdies auch die Einbeziehung einzelner Kernarbeitsnormen der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO). Die Erarbeitung daraus abgeleiteter und anwendbarer Nachhaltigkeitsstandards sowie der Aufbau von Zertifizierungssystemen, die diese erweiterten Standards umsetzen, brauchen indes Zeit; ob und inwieweit bspw. die Einbeziehung von indirekten Landnutzungsänderungen in das Zertifizierungssystem ausschließlich für Bioenergieträger gelingen wird, bleibt fraglich.

Neben der geforderten Erweiterung des jetzigen Nachhaltigkeitsbegriffes in der Bioenergiediskussion durch die **soziale** und **kulturelle Dimension** der Nachhaltigkeit darf bei alledem nicht vergessen werden, dass die Forschungsbereiche der **Konsistenz** (Nutzung von Technologien, die die Stoffe und Leistung der Ökosysteme nicht zerstören) und der **Effizienz** („ergiebigere“ Nutzung von Materie und Energie) ihre Grenzen haben werden. Frühzeitig sind weitergehende Forschungsfragen zu stellen und Antworten in die Gesellschaften mit Bedacht zu integrieren.<sup>225</sup>

<sup>224</sup> Angemerkt seien hier nur die jährliche Diskussion zwischen der Regierung, dem Mineralölwirtschaftsverband und den Verbraucher vertretenden Verbänden (ADAC, AvD usw.) um die Erhöhung von Beimischungsanteilen.

<sup>225</sup> Zur Wichtigkeit der Suffizienz im weiteren Zusammenhang siehe WBGU (2009).

Festzuhalten ist daher, dass Nachhaltigkeit mehr ist als ein „Drei-Säulen-Konzept“ aus Sozial-, Wirtschafts- und Umweltpolitik mit möglichen Abwägungsentscheidungen; es hat ein **gesellschaftsveränderndes Potenzial** mit der Forderung aus einer integrierten Perspektive von „ein mehr an Generationengerechtigkeit und ein mehr an globaler Gerechtigkeit“. Gerade beim Thema der Bioenergien tritt dieser Umstand zu Tage und ist ein entscheidender Inhalt. Dieses Wissen um die Nachhaltigkeit ist sukzessive in die Gesellschaften zu integrieren.

Interessant überdies erscheint auch ein **Abgleich** mit anderen gesetzlichen Rahmenbedingungen zu sein. So weist bspw. das Gesetz über projektbezogene Mechanismen nach dem Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen<sup>226</sup> aus, dass zwar nach § 8 Abs. 1 Nr. 3 ProMechG Nachhaltigkeitsanforderungen zu erfüllen sind, diese aber allein durch die evtl. vorhandene nationale Nachhaltigkeitsstrategie definiert wird. So kann z. B. ein Projekt zur „Erzeugung von Emissionsreduktionseinheiten“ in Indonesien als nachhaltig deklariert werden, sofern dieses nicht der „indonesischen Nachhaltigkeitsstrategie“ zuwiderläuft. Im Vergleich zu den konkreten Anforderungen der Nachhaltigkeitsverordnung scheint dies abstrus.

Die zukünftige Entwicklung von **Nutzungskonkurrenzen** zwischen der pflanzlichen Erzeugung für die energetische oder stoffliche Nutzung, der Nahrungs- und Rohstoffproduktion und dem Erhalt natürlicher Ökosysteme, ist in komplexer Weise von zahlreichen sozioökonomischen Rahmenbedingungen abhängig und daher schwierig vorherzusagen. Grundsätzlich kann allerdings festgehalten werden, dass eine Ausweitung der Biomassenutzung zu energetischen Zwecken ohne verschärfte Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion möglich ist, wenn intelligente Verwertungspfade über multifunktionale Nutzungsoptionen konzipiert, analysiert und implementiert werden.<sup>227</sup> **Reststoffe** u. a. aus Land- und Forstwirtschaft stellen ein noch kaum genutztes Potenzial zur Energieerzeugung dar, dessen künftige Nutzungsmöglichkeiten erforscht werden sollten.

Trotz der **Handelbarkeit** der Bioenergien sollte die Kommission für einen „Gemeinschaftsmarkt Bioenergien“ sorgen, in dem eine angemessene Ausgewogenheit zwischen heimischer Herstellung und Importen herrscht; dies ggf. auch mit anderen multilateralen und bilateralen Handelsverhandlungen, wobei Nachhaltigkeitsaspekte Berücksichtigung finden sollten (bspw. im Rahmen einer transparenten und partizipativen Landnutzungsplanung in den Exportländern); nationale Alleingänge innerhalb der EU sowie der EU selber können Marktverschiebungen mit sich bringen und ggf. gegen internationale Kernnormen der WTO usw. verstoßen. Projekte zu europäischen und internationalen Biomasselogistikkonzepten sollten angeschoben werden.

<sup>226</sup> Projekt-Mechanismen-Gesetz vom 22. September 2005 (BGBl. I S. 2826), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074) geändert worden ist.

<sup>227</sup> Siehe hierzu auch Thrän/Edel/Seidenberger (2009).

Unabhängig von den hiesigen Anforderungen an die Biomasseproduktion ist festzuhalten, dass auch die globale Landwirtschaft seit Langem unter unzureichenden Investitionen leidet, dies umso stärker, desto weniger eigene Landwirtschaft im betreffenden Land betrieben wird. Ertragserhöhungen und Produktionssteigerungen im Lebens- und Futtermittelbereich haben insbesondere in den Entwicklungsländern nur in einem geringen Maße stattgefunden.<sup>228</sup> Gleichsam ist die Nahrungsmittelproduktion in Entwicklungsländern in der Vergangenheit durch billige Agrarimporte aus den Industriestaaten beeinträchtigt worden. MEYER (2008: 28 f.) hält hierzu fest: „Die staatlichen Beihilfen für die Produktion und die Exportsubventionen der Industriestaaten einerseits und der Druck auf Entwicklungsländer (z. B. durch den Internationalen Währungsfond) zum Abbau ihres Außenschutzes andererseits haben dazu geführt, dass die Agrarpreise in den Entwicklungsländern sanken und die Landwirte dort teilweise nicht mehr konkurrenzfähig produzieren konnten, was eine steigende Importabhängigkeit in zahlreichen Entwicklungsländern bewirkte.“ Diesen Zustand gilt es zu verändern und mit Hilfe der Bioenergien neue Impulse in den Entwicklungsländern zu setzen.

Effizienzsteigerung durch neue Antriebskonzepte sowie die Substitution fossiler Energien sind Schlüsselemente, um weitere CO<sub>2</sub>-Reduktionspotenziale im Verkehrsbereich zu erschließen. Die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in der **Effizienzsteigerung** von Motor und Getriebe sind zweifellos beachtlich – stoßen allerdings auf physikalische Grenzen; gleiches mag für den Fahrzeugleichtbau gelten.

**Elektromobilität**, so die Einschätzung, hat ein hohes Zukunftspotenzial. Einschränkend gilt derzeit allerdings: Geringe CO<sub>2</sub>-Einsparung bei herkömmlicher Stromerzeugung, teure Batteriesysteme mit einer geringen Energiedichte und langfristig ebenfalls gesehen, begrenzten Lithium-Vorräten.

Hinsichtlich der Elektromobilität ist zudem festzuhalten, dass der heutige Stand der Technik im Bereich **elektrochemischer Energiespeicher** nicht für den breiten Einsatz der Elektromobilität gerüstet ist. Es bedarf hier neuer Konzepte, um sowohl in den elektrochemischen Funktionsparametern als auch im Hinblick auf Sicherheit und Wirtschaftlichkeit die Anforderungen einer realen Fahrzeugflotte zu erfüllen. Wichtig ist hierbei die Klärung der folgenden Punkte: Erhöhung der spezifischen Energie und Leistung sowie der Zyklenfestigkeiten, der Verbesserung der Sicherheitseigenschaften sowie der Erforschung und Nutzung von Kostensenkungspotenzialen.

---

<sup>228</sup> Die Gründe hierfür sind vielfältig: Absenkung der Unterstützung der OECD-Länder in der Entwicklungszusammenarbeit für die Landwirtschaft um zwei Drittel, Reduktion der internationalen Agrarforschung in den Industrieländern usw., siehe auch Meyer (2008), S. 28 ff.

**Intelligente Stromversorgungs- und Netzinfrastrukturen**, aber auch effiziente Lösungen zur Integration der Elektromobilität in solche Energiesysteme der Zukunft sind wichtige Voraussetzungen, um die Potenziale der Elektromobilität optimal nutzen zu können<sup>229</sup>. Hierbei sollte eine gezielte Förderung der Bereiche stattfinden, in denen zunächst ein hohes Potenzial an Erstnutzern an reinen Elektrofahrzeugen gesehen wird (bspw. Kleinstädte, Vollzeitbeschäftigte usw.). Eine Förderung über den gesamten Bereich aller elektrifizierbaren Antriebe erscheint nicht sinnvoll.

---

<sup>229</sup> BMVBS (2008), S. 4.

## Zusammenfassung und Schlussfolgerung

---

Die Debatte und die Überlegungen zur zukünftigen Verwendung von Biokraftstoffen müssen auf die Frage fokussiert werden, wie bestehende und **zukünftige Mengenziele** zur Verwendung biogener Kraftstoffe seitens europäischer und nationaler Vorgaben vor dem Hintergrund globalisierter Märkte sinnvoll erreicht werden können. Dabei ist festzustellen, dass zum Erreichen der derzeit geltenden Mengenziele der Import von Kraftstoffen auch weiterhin erforderlich sein wird. Die Versorgung mit Biokraftstoffen aus inländisch erzeugter Biomasse kann jedoch einen Teil zur Energieversorgung beitragen und gleichzeitig die Abhängigkeit von Erdölimporten verringern. Die Diskussion über die Produktion von Biomasse zur Biokraftstoffherstellung hat sich dabei zu orientieren an der **Leistungsfähigkeit** der Land- und Forstwirtschaft und bei der Verwendung von biogenen Reststoffen an der Leistungsfähigkeit bestehender Märkte.

Die zukünftigen Potenziale sind dabei nicht nur ökonomisch zu betrachten (Flächenertrag, Bereitstellungskosten), sondern auch ökologisch (THG-Bilanz, Energiebilanz, Humusbilanz usw.) und sozial (bspw. inländische Wertschöpfung). So können ggf. **Reduktionspotenziale** von Treibhausgasemissionen - gemessen am maximalen Reduktionspotenzial - geringer ausfallen, wenn ökologische und soziale Interessen überwiegen. Hierauf müssen Antworten gefunden werden.

Insgesamt sind hohe **Effizienzsteigerungen** bei der Optimierung von Herstellungs- und Konversionsprozessen zu erwarten; dies sowohl bei der Produktion und der Ernte von Biomasse als auch bei der Umwandlung von Biomasse in Kraftstoffe. Die Nutzung von landwirtschaftlichen Grenzertrags- bzw. degradierten Standorten sowie die Einführung neuer Kultursorten, auch unter dem Aspekt des Klimawandels, sind verstärkt anzugehen. Dabei zeigt sich, dass der Energiepflanzenanbau nicht zwangsläufig in **Konkurrenz** zur Nahrungs- und Futtermittelbereitstellung oder zum Naturschutz steht, sondern nur unter bestimmten Bedingungen.

Wichtig ist, dass **Biokraftstoffe** erzeugt werden, die den jeweiligen Anforderungsnormen entsprechen und dabei möglichst gleichbleibende Eigenschaften aufweisen. Die Möglichkeiten der Additivierung zur Verbesserung der Performance von Biokraftstoffen können hier einen erheblichen Beitrag leisten.

Im Bereich der **Motorentechnik** sind nicht nur Grundlagen für einen erfolgreichen Einsatz von Biokraftstoffen gelegt, sondern bereits technisch hervorragende Lösungen erarbeitet worden. Herausforderung ist es derzeit, zukünftige Motorkonzepte auf die Verwendung von Biokraftstoffen vorzubereiten.

Die **Abgasnachbehandlungssysteme** befinden sich hinsichtlich der Anforderungen, die durch die Biokraftstoffe gestellt werden, noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium; die bereits gewonnenen grundlegenden Erkenntnisse sind in die Anwendung zu überführen.

Vom Grundsatz der möglichst geringen anzustrebenden motorseitigen Primäremissionen kann abgewichen werden, wenn geeignete Abgasnachbehandlungssysteme zur Verfügung stehen und damit Vorteile für die gesamte, zu betrachtende, Prozesskette zu erzielen sind.

In der **Marktanwendung** der Biokraftstoffe bedarf es allerdings noch vermehrt der Fokussierung auf unterschiedliche Anwendungsbereiche, die den Eigenschaften des Biokraftstoffs einerseits und dem Anforderungsprofil des Motors andererseits gerecht wird. Nur so können die Vorteile der Biokraftstoffe, nicht nur hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Minderung, sondern auch unter dem Aspekt der Reduzierung limitierter und nicht-limitierter Emissionen vollumfänglich genutzt werden.

Die **anwendungsorientierte Verwendung der Reinkraftstoffe** ist sinnvoll und förderungswürdig.

Generell bedarf es der **Abstimmung** der Motorenhersteller, den Herstellern von Abgasnachbehandlungssystemen und den Herstellern von Biokraftstoffen. Es wird empfohlen, sich auf einige, eher wenige, wesentliche zukunftssträchtige Varianten von Reinkraftstoffen und/oder Beimischungen zu konzentrieren.

Kurz- bis mittelfristig werden auch weiterhin **Verbrennungsmotoren** dominieren, die auf flüssige oder gasförmige Energieträger angewiesen sind. Biodiesel, Bioethanol, Rapsölkraftstoff und Biomethan sind bereits heute eine verfügbare und kurzfristig umsetzbare Alternative, um Kraftstoffe fossilen Ursprungs zu ersetzen.

**Elektrofahrzeuge** werden im Mobilitätsbereich erst mittel- bis längerfristig an Bedeutung zunehmen. Mittel- bis langfristig ist davon auszugehen, dass ggf. **BtL-Kraftstoffe**, **LCB-Ethanol** sowie ggf. **Wasserstoff** das Kraftstoffportfolio ergänzen und je nach Einsatzgebiet und technischem Entwicklungsstand eine wichtige Rolle spielen werden. Verfahren hierzu befinden sich nach wie vor im Stadium der Forschung und Entwicklung.

Es besteht ein erheblicher **Forschungs- und Entwicklungsbedarf** auf dem Gebiet der Biomasseproduktion, der Biokraftstoffherstellung sowie im Bereich Motor/Abgasnachbehandlung. Begrüßt wird das stete Bemühen verschiedener Ministerien und öffentlicher Einrichtungen zur **Förderung** von F&E- sowie E&E-Vorhaben; gemessen an den Herausforderungen zur nachhaltigen Mobilität und dem Forschungsbedarf insbesondere im Bereich der Technologieentwicklung Motor/Abgasnachbehandlung sind diese Mittel jedoch nicht ausreichend!

Wichtig hierbei ist eine **abgestimmte Forschung** von Biomasseproduktion über Qualitätsdefinition und Konvertierungsverfahren von Biokraftstoffen bis hin zur motorischen Verbrennung und Abgasnachbehandlung.

Festzuhalten ist, dass Energie auch künftig unentbehrlich ist für die drei Bereiche Wärmegewinnung, Bereitstellung von elektrischem Strom und Mobilität. Wesentliche Voraussetzungen und damit wichtige **Herausforderungen der Zukunft** werden eine deutliche Energieeinsparung in allen Bereichen sowie die Steigerung der Effizienz sowohl bei fossilen wie bei erneuerbaren Energiesystemen sein. Die Ausschöpfung der Effizienzpotenziale im Straßenverkehr ist eine unabdingbare Voraussetzung für das Erreichen hoher Anteile alternativer Kraftstoffe am Gesamtkraftstoffbedarf, wie auch für die Erreichung der Klimaschutzziele. Die abnehmende Versorgung und die steigenden Kosten der Ressource Erdöl bilden hierbei den unausweichlichen Sachzwang. Eine nachhaltige Mobilität kann nur gewährleistet werden, wenn wir es schaffen, eine bedürfnisgerechtere und effizientere Mobilität mit weniger Verkehr bereitzustellen.

Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einstieg in das **Zeitalter der regenerativen Energie** sind einerseits eine interdisziplinäre Forschung und Bewertung in allen wesentlichen Bereichen und andererseits die Schaffung langfristig verlässlicher politischer und damit wirtschaftlicher, aber auch ökologischer Rahmenbedingungen für Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Handel und Gesellschaft.

# Literatur

---

BACH, C.; LIENIN, S. (2007): Emissionsvergleich verschiedener Antriebsarten in aktuellen Personenwagen. Untersuchung der Emissionen von aktuellen Personenwagen mit konventionellen und direkteingespritzten Benzinmotoren, Dieselmotoren mit und ohne Partikelfilter sowie Erdgasmotoren. Dübendorf, CH: EMPA Materials Science and Technology, 21 Seiten

BACHMAIER, J.; GRONAUER, A. (2007): Klimabilanz von Biogasstrom. Klimabilanz der energetischen Nutzung von Biogas aus Wirtschaftsdüngern und nachwachsenden Rohstoffen. LfL-Information, 1. Aufl. Freising-Weihenstephan: Landesanstalt für Landwirtschaft, 12 Seiten

BACOVSKY, D.; BARCLAY, J.; BOCKEY, D.; SAEZ, R.; EDYE, L.; FOUST, T.; GRABOWSKI, P.; KUJANPÄÄ, L.; LANG, D. DE; LARSEN, P.; MABEE, W.E.; MÄKINEN, T.; McMILLAN, J.; MUNACK, A.; MURPHY, J.; ØYAAS, K.; PELKMANS, L.; POUET, J.-C.; PRIOR, B. A.; SAKA, S.; SAMEJIMA, M.; SANDQUIST, J.; SIDWELL, T.; WROBEL, A.; ZYL, W. H. VAN (2009): Update on implementation agendas 2009. A review of key biofuel producing countries, A report to IEA Bioenergy Task 39. International Energy Agency (IEA) Bioenergy Task 39 Report T39-P5, Paris, France: International Energy Agency (IEA), 75 Seiten

BAHL, B. (2006): Verbesserung der Oxidationsstabilität und des Kältefließverhaltens von Rapsölkraftstoff durch Zusatz von Additiven. Diplomarbeit. Rostock: Universität Rostock, Institut für Chemie, Abteilung für Analytische, Technische und Umweltchemie, 76 Seiten

BAHL, B.; SCHÜMANN, U. (2008): Additivierung von Rapsölkraftstoff zur Verbesserung der Oxidationsstabilität. In: Nelles, M.; Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät (Hrsg.): 2. Rostocker Bioenergieforum, 29. und 30. Oktober 2008. Rostock: Institut für Umweltingenieurswesen (IUW), S. 219-228

BARON, U. (2005): Additivierung von Kraftstoffen unter dem Aspekt von Umweltschutz und Qualitätsverbesserung. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2005 - 5th International Colloquium, 12-13 January 2005. Technische Akademie Esslingen, Ostfildern, S. 649-659

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (2007): Klimaänderung und Landwirtschaft - Bestandsaufnahme und Handlungsstrategien für Bayern. 6. Kulturlandschaftstag am 19.11.2007 in Freising-Weihenstephan. Tagungsband. Schriftenreihe Nr. 13, Freising-Weihenstephan: Landesanstalt für Landwirtschaft, 140 Seiten, ISSN 1611-4159

BEIL, M.; HOFFSTEDE, U. (2009): Biomethan als Fahrzeugkraftstoff - Praxiserfahrungen aus Europa. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), KTBL-Schrift 476 (Hrsg.): Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. Darmstadt: KTBL, S. 302-310, ISBN 978-3-939371-85-4

BIELING, U. (2002): Flüchtige Verbindungen in kaltgepresstem Rapsöl - Zusammenhang mit verfahrenstechnischen Bedingungen. Wissenschaftliche Abschlussarbeit. Westfälische Wilhelmsuniversität Münster

BLEY, T.; HEDDRICH, M.-P.; JAHN, M.; KIRSTEN, C.; WEITZE, M.-D.; VILLELA FILHO, M.; KOLTERMANN, A.; WEILAND, P.; WAGENFÜHR, A.; PULZ, O.; STOTTMEISTER, U. (2009): Biotechnologische Energieumwandlung. Gegenwärtige Situation, Chancen und künftiger Forschungsbedarf. Berlin: Springer Verlag, 110 Seiten, ISBN 978-3-642-01114-6

BÖCKELMANN, M. (2008): Trocknung und Lagerung von Raps. Richtiges Management und abgestimmte Technik steigern den Profit im Rapsanbau. Raps - Fachzeitschrift für Öl- und Eiweißpflanzen, Jg. 26, Nr. 2, S. 103-105

BÖHME, W. (2009): Alternative Transport Fuels: Market Overview and Challenges for the Fuels Industry. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2009 - Mineral Oil Based and Alternative Fuels, 7th International Colloquium, 14-15 January 2009, Technische Akademie Esslingen (TAE). Ostfildern: Technische Akademie Esslingen (TAE), S. 33, ISBN 3 -924813-75-2

BÖHME, D.; DÜRRSCHMIDT, W.; MARK, M. VAN; MUSIOL, F.; OTTMÜLLER, M. (2009): Erneuerbare Energien 2008 in Deutschland. Aktueller Sachstand, Mai 2009. Berlin: BMU, 69 Seiten

BONAZZA, B.; HERMANN, M.; BAIN, S.; JONES, C.; CORR, C.; REYNOLDS, R.; GIBBS, L.; SAUNDERS, B.; BENNETT, J.; ENGELEN, B.; MIRABELLA, W.; FAUCON, R.; BERNARD, J.; KLOSS, E.; DA SILVA, J.F.; EBERLIN, M. N.; DARODA, R. J.; MONTEIRO FONTES, S. A.; REGO NASCIMETO, C. A.; JOSEPH, H. (2007): White paper on internationally compatible biofuel standards. Tripartite Task Force Brazil, European Union and United States of America. Auch unter [http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/doc/standard/2007\\_white\\_paper\\_icbs.pdf](http://ec.europa.eu/energy/renewables/biofuels/doc/standard/2007_white_paper_icbs.pdf)

BOUCHÉ, T.; HINZ, M.; HIEBER, D.; TSCHÖKE, H. (1997): Einfluss verschiedener Pflanzenöl-Eigenschaften auf Verbrennung und Schadstoffbildung in einem direkteinspritzenden Dieselmotor. Motortechnische Zeitschrift, Jg. 58, Nr. 3, S. 148-154

BRAUER, S.; VOGEL, A.; MÜLLER-LANGER, F. (2007): Kosten und Ökobilanzen von Biokraftstoffen. Eine Studie im Auftrag der UFOP (Langfassung). Leipzig: Institut für Energetik und Umwelt (IE), 23 Seiten

BRAUNGARTEN, G., TSCHÖKE, H. (2003): Das Betriebsverhalten von Partikelfiltern bei Verwendung von Biodiesel im Verbrennungsmotor. In: Maschinenmesstechnik, Institut für Kolbenmaschinen (Hrsg.). Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg, S. 1-16

BRINGEZU, S.; SCHÜTZ, H.; ARNOLD, K.; BIENGE, K.; BORBONUS, S.; FISCHEDICK, M.; GEIBLER, J.; KRISTOF, K.; RAMESOHL, S.; RITTHOFF, M.; SCHLIPPE, H.; FRONDEL, M.; JANßEN-TIMMEN, R.; VANCE, C. (2008): Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse. Endbericht - Kurzfassung; "Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme". Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI), 25 Seiten

- BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (BAG) (2009a): Marktbeobachtung Güterverkehr. Jahresbericht 2008. Köln: Bundesamt für Güterverkehr (BAG), 50 Seiten
- BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (BAG) (2009b): Marktbeobachtung Güterverkehr. Nutzung von Biokraftstoffen; Entwicklung des Tankverhaltens im Straßengüterverkehr. Köln: Bundesamt für Güterverkehr (BAG), 17 Seiten
- BUNDESAMT FÜR GÜTERVERKEHR (BAG) (2007): Marktbeobachtung Güterverkehr. Nutzung von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff durch deutsche Transportunternehmen. Köln: Bundesamt für Güterverkehr (BAG), 12 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2009a): Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von flüssiger Biomasse zur Stromerzeugung (Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV). Berlin: BMU, Referat Öffentlichkeitsarbeit, 128 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2009b): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland - Anhang. Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung; 29. April 2009. Berlin: BMELV, 42 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2007): Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung. 1. Berlin: BMU, Referat Öffentlichkeitsarbeit, 12 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, BAU UND STADTENTWICKLUNG (BMVBS) (2008): Sachstand und Eckpunkte zum Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität. In: Bundesregierung (Hrsg.): Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität, Berlin, 25./26. November 2008. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, S. 1-16
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) (2008): Mobilität und Verkehrstechnologien. Das 3. Verkehrsforschungsprogramm der Bundesregierung. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 65 Seiten
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (BMWi) (2007): Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 47 Seiten
- CHRISTEN, O. (2007): Nutzungssysteme und Fruchtfolgen. In: Christen, O.; Friedt, W. (Hrsg.): Winterraps. Das Handbuch für Profis. Frankfurt am Main: DLG-Verlag, S. 63-74, ISBN 978-3-7690-0680-3
- CLAUS, P.; KLIMCZAK, M.; KERN, P.; LUCAS, M. (2009): Deaktivierung von Nachbehandlungssystemen für Euro IV und Euro V. Abschlussbericht über das Vorhaben Nr. 957. In: Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e. V. (FVV) (Hrsg.): Informationstagung Motoren, Frühjahrstagung 2009, Bad Neuenahr. Heft R545, Frankfurt a. M.: Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e. V. (FVV), S. 69-96

COSTENOBLE, O.; MITTELBACH, M.; SCHOBER, S.; FISCHER, J.; HAUPT, J. (2008): Improvements needed for the biodiesel standard EN 14214. Final report for Lot 1 of the Bioscopes project; EC project TREN/D2/44-LOT 1/S07.54676; Annex A: Biofuels initiative: New Applications TREN/D2-44/2005 Improvement on Standards, Coordination of Producers Ethanol Studies Final Report on BIOSCOPEs Lot 1 Task a, Publication Date: April 2008; Annex B: BIOSCOPEs Biofuels Initiative: New Applications Biodiesel: Improvement On Standards, Coordination Of Producers & Ethanol Studies Reference: TREN/D2-44/2005 LOT 1c Literature Survey Draft Final Report, Graz Feb. 2007. Selft: Nederlands Normalisatie-Instituut, 171 Seiten

CRAMER, B.; REMPEL, H.; BABIES, H.-G.; SCHLÖMER, S.; SCHMIDT, S.; ANDRULEIT, H.; SCHWARZ-SCHAMPERA, U.; OCHMANN, N.; MEßNER, J.; REHDER, S.; EBENHÖCH, G.; WESTPHALE, E.; BENITZ, U.; BERNER, U., BÖNNEMANN, C.; FRANKE, D.; GERLING, P.; KEPPLER, H.; KRÜGER, M.; OSTERTAG-HENNING, C.; PFEIFFER, B.; PLETSCH, T.; TEICHERT, B.; TISCHNER, T. (2009): Energierohstoffe 2009. Reserven, Ressourcen, Verfügbarkeit, Erdöl, Erdgas, Kohle, Kernbrennstoffe, Geothermische Energie, Stand 18.06.2009. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), 289 Seiten

CZERWINSKI, J.; NEUBERT, T.; ZIMMERLI, Y.; HEITZER, A. (2007): Einspritzung und Verbrennung eines modernen Baumaschinen Dieselmotors mit alternativen Kraftstoffen: GTL, PME und ROR. In: Hochschule für Technik und Wirtschaft (Hrsg.): 7. Dresdner Motorenkolloquium, 20. und 21. Juni 2007. Dresden: Hochschule für Technik und Wirtschaft, S. 76-88

DAIRAKU, M.; DENECKER, V. (2009): Low Temperature Vehicle Operability of Biodiesel-Diesel Fuel Blends. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2009 - Mineral Oil Based and Alternative Fuels, 7th International Colloquium, 14-15 January 2009, Technische Akademie Esslingen (TAE). Ostfildern: Technische Akademie Esslingen (TAE), S. 275-281, ISBN 3 -924813-75-2

DIETZE, M. (2006): Mischfruchtanbau - Entwicklung und Optimierung standortangepasster Anbausysteme für Energiepflanzen im Fruchtfolge regime. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow.

DOBIASCH, A. (2000): Einfluss der chemischen und physikalischen Eigenschaften von regenerativen Kraftstoffen auf das Emissionsverhalten von Verbrennungsmotoren. Nr. 428. Düsseldorf: VDI Verlag, 187 Seiten

ECKELMANN, W.; EKARDT, F.; FISCHER, J.-U.; FRICKE, K.; GRATHWOHL, P.; HEB, J.; HUNDRINKE, K.; HÜTTL, R.; KÖPKE, U.; HEUI LEE, Y.; MAKESCHIN, F.; MARGGRAF, R.; RÜCK, F.; SCHLUMPF, M.; SCHNUG, E.; WIGGERING, H.; ZEITZ, J. (2008): Bodenschutz beim Anbau nachwachsender Rohstoffe : Empfehlungen der „Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt“. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 81 Seiten

EDER, B.; MUKENGELE, M.; PAPST, C.; DARNHOFER, B.; OECHSNER, H.; EDER, J. (2008): Der ideale Typ. Biogas Journal, Nr. 1, S. 29-35

EDWARDS, R.; LARIVÉ, J-F.; MAHIEU, V.; ROUVEIROLLES, P. (2007): Well-to-Wheels analysis of future Automotive fuels and Powertrains in the european context. Well-to-Wheels Report Version 2c, March 2007, Concawe, WTW+App1+2. Ispra (VA), Italy: IES - Institute for Environment and Sustainability - Well-to-Wheels, 157 Seiten

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA) (2009): International Energy Outlook 2009. Washington, DC. USA: Energy Information Administration, 284 Seiten

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E. V. (FNR) (2008): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. Erste Ergebnisse des Verbundprojektes "Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands". Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 81 Seiten

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (FNR) (2007): Symposium Energiepflanzen 2007. Symposium Energiepflanzen 2007; 24./24. Oktober 2007 in Berlin. Schriftenreihe "Nachwachsende Rohstoffe", Nr. 13. Gelsenkirchen: Mann, 282 Seiten, ISBN 978-3-9803927-2-3

FELDE, A. VON; JECHE, U. (2009): Innovationen bei der Entwicklung von Energiepflanzen. Standpunkt eines Zuchtunternehmens. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) (Hrsg.): Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. KTBL-Schrift, Nr. 476. Darmstadt: KTBL, S. 117-123, ISBN 978-3-939371-85-4

FELKE, M.; LANGENBRUCH, G.-A. (2005): Auswirkungen des Pollens von transgenem Bt-Mais auf ausgewählte Schmetterlingslarven. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN), 143 Seiten

FOKART, N.; ARTUS, P.; BENYAMIN, B.; BIROL, F.; BOISSEAU, P.; BOUCHARD, J.; CECCHI, F.; COCHEVELOU, G.; CORVOL, P.; DARRICARRERE, Y.-L.; DEBRAS, G.; ELLIOT, J. F.; FORISSIER, M.; GAULTIER, D.; GUILBAUD, J.-J.; HERBST, S.; JACKSON, P.; LEPOUTRE, M.; LERIDON, H.; LUC, B.; MARGERIE, C. DE; MASSET, J.-M.; MINSTER, J.-F.; MOSCONI, J.-J.; POUYANNE, P.; REMY, S.; SADOWAY, D. (2008): Peak Oil and the future of energy. Conference proceedings December 10, 2008, Eurosites George V, 28 avenue George V, Paris. Paris: Total S.A., S. 1-116

FRITSCH, U. R.; HENNENBERG, K. J.; HERMANN, A.; HÜNECKE, K.; SCHULZE, F.; WIEGMANN, K.; FEHRENBACH, H.; ROTH, E.; HENNECKE, A.; GIEGRICH, J. (2009): Nachhaltige Bioenergie: Stand und Ausblick. Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse des Forschungsvorhabens; „Entwicklung von Strategien und Nachhaltigkeitsstandards zur Zertifizierung von Biomasse für den internationalen Handel“; Zwischenbericht FKZ 37 07 93 100. Darmstadt: Öko-Institut e. V., 33 Seiten

FRITZ, M.; STICKSEL, E.; HEIMLER, F.; KRINNER, M.; WIESENT, ST.; KLINNERT, N. (2007): Entwicklung und Optimierung von standortangepassten Anbausystemen für Energiepflanzen. In: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Jahresbericht 2006. Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing, S. 34-40.

GÄRTNER, S.; REINHARDT, G. (2006): Gutachten Erweiterung der Ökobilanz für RME. Projekt Nr. 530/025. Institut für Energetik und Umwelt (IFEU), Heidelberg, 22 Seiten

GERINGER, B.; HOFMANN, P. (2007): Potentials and Challenges of 1st and 2nd Generation Alternative Fuels for Internal Combustion Engines (ICE). In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2007 - 6th International Colloquium, January 10-11, 2007, Esslingen. Esslingen: TAE, S. 23-30, ISBN 3-924813-67-1

GRAF, T.; REINHOLD, G.; GROBER, H.; BREITSCHUH, G. (2007): Konsequenzen aus dem Energiesteuergesetz (EnergieStG) und dem Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) auf die Marktentwicklung für Rapssaat, Rapsöl und RME sowie für Rapskuchen und Rapsextraktionsschrot. 1. Aufl. TLL, Jena.

GRUNERT, M. (2008): Die Fehler bei der Umweltbilanzierung von Bio-Energie. Für eine Versachlichung der Diskussion um nachwachsende Rohstoffe. Solarzeitalter, Nr. 2, S. 71-80

GRUNERT, M. (2007): Nachhaltiger Rapsanbau unter Berücksichtigung des Nährstoffkreislaufes, der Bodenfruchtbarkeit und der Fruchtfolge. In: Nova-Institut GmbH (Hrsg.): Erster Internationaler Kongress zu Pflanzenöl-Kraftstoffen, Tagungsband / Proceedings, Messe Erfurt, 6.-7. September 2007 / First International Congress on Plant Oil Fuels, Messe Erfurt, 6th-7th September 2007. Hürth: Nova-Institut, S. 83-96, ISBN 978-3-9805840-8-1

HARNDORF, H.; SCHÜMANN, U.; WICHMANN, V.; FINK, C. (2008): Motorprozessverhalten und Abgasemissionen alternativer Kraftstoffe im Vergleich mit Dieselmotoren, Motortechnische Zeitschrift 7-8, S. 640-646

HASSEL, E.; WICHMANN, V. (2005): Ergebnisse des Demonstrationsvorhabens „Praxiseinsatz von serienmäßigen neuen rapsöltauglichen Traktoren“. Rostock: Universität Rostock, 11 Seiten

HEIßENHUBER, A.; BERENZ, S.; RAUH, S. (2007): Ökonomische Aspekte der Energieerzeugung aus Biomasse. Raps, Jg. 25, Nr. 4, S. 184-186

HEIßENHUBER, A.; HEBAUER, C.; HÜLSBERGEN, K.-J. (2009): Zur Zukunft der gemeinsamen Agrarpolitik. In: Bundesverband Beruflicher Naturschutz e. V. (BBN) (Hrsg.): Stimmt das Klima? Naturschutz im Umbruch. Bd. 57. Bonn: BBN, S. 89-100, ISBN 978-3-00-027730-6

HERRMANN, A.; TAUBE, F. (2007): 50 Jahre Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften - Rückblick und Perspektiven für die Zukunft. 50. Jahrestagung vom 18. bis 20. September 2007 in Bonn. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften Band 19, Kiel: Schmidt & Klaunig KG, 323 Seiten, ISBN 978-3-88312-412-4

HIRSCHHAUSEN, C. VON; HOLZ, F.; HUPPMANN, D.; KEMFERT, C. (2009): Weltölmärkte: Angebotsmacht der OPEC ungebrochen. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Wochenbericht, Jg. 76, Nr. 23, S. 370-375

HOFMANN, F. (2007): Kurzgutachten zur Abschätzung der Maispollendeposition in Relation zur Entfernung von Maispollenquellen mittels technischem Pollensammler PMF. Bremen: Ökologiebüro, 24 Seiten

HOFMANN, P.; GERINGER, B.; WILLAND, J.; JELITTO, C. (2008): Auslösemechanismen und Einflussfaktoren auf Vorentflammungsphänomene an hoch aufgeladenen Ottomotoren. In: Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen, Pischinger, S.; Institut für Kraftfahrzeuge RWTH Aachen University, (Hrsg.): 17. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2008. Nr. 2. Aachen: Rheinisch Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen, S. 1019-1038

HOHMEYER, O.; TRITTIN, T. (2008): IPCC Scoping meeting on renewable energy sources proceedings. Lübeck, Germany, 20–25 January 2008. Genf, Schweiz: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 192 Seiten

HOLM-MÜLLER, K.; BREUER, T. (2006): Potenzialkonzepte für Energiepflanzen. In: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume, Heft 1/2.2006. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), S. 15-21

HOPP, M. (2005): Untersuchung des Einspritzverhaltens und des thermischen Motorprozesses bei Verwendung von Rapsöl und Rapsmethylester in einem Common-Rail-Dieselmotor. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) der Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik der Universität Rostock. Rostock: Universität, 133 Seiten

HOWARD, K.; PEAL, S. (2009): Motorenöilentwicklung für Pkw mit niedrigem CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Vortrag gehalten auf der Technischen Arbeitstagung Hohenheim, vom 17.-18. März 2009 in Stuttgart. Mineralöltechnik, Jg. 54, Nr. 1, S. 1-16

HÜBLER, M.; KLEPPER, G. (2007): Kosten des Klimawandels. Die Wirkung steigender Temperaturen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit; Aktualisierte Fassung 07/2007. Kiel: Institut für Weltwirtschaft, 65 Seiten

HÜBNER, M.; KOCH, P.; ZELLBECK, H.; LEIPERTZ, A.; KERST, A. (2008): Wirkkettenanalyse der dieselmotorischen Verbrennung - Einfluss von Brennraumwand und Kraftstoff. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 69, Nr. 4, S. 342-351

İCÖZ, E.; TUĞRUL, K. M.; SARAL, A. (2009): Research on ethanol production and use from sugar beet in Turkey. Biomass and Bioenergy, Nr. 33, S. 1-7

INGENDO, A. (2009): Oxidation and Stability of Fatty Acids in Biodiesel and Vegetable Oils, Improvement with Hindered Phenolic Antioxidants. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2009 - Mineral Oil Based and Alternative Fuels, 7th International Colloquium, 14-15 January 2009, Technische Akademie Esslingen (TAE). Ostfildern: Technische Akademie Esslingen (TAE), S. 331-342, ISBN 3 -924813-75-2

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (2007): Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4). Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger - Klimaänderung 2007; Gesamtdokument mit den Beiträgen der Arbeitsgruppen I, II und III. Berlin: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 74 Seiten

KÄGI, T.; FREIERMUTH KNUCHEL, R.; NEMECEK, T.; GAILLARD, G. (2006): Ökobilanz von Energieprodukten: Bewertung der landwirtschaftlichen Biomasse-Produktion. Diskussionsforum Ökobilanzen 30. Bern: Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD, 20 Seiten

KÄSTEN, E. (2006): Züchtungsfortschritte bei der Erzeugung von Biomasse für die energetische Nutzung. Präsentation. "Bioenergie - Basis für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Landwirtschaft", 8.-9. März 2006, Güstrow. S. 1-23

KALIES, M.; SCHRÖDER, G. (2007): Schlüsseldaten Klimagasemissionen. Welchen Beitrag kann die Biomasse zum Klimaschutz leisten? Leipzig: Institut für Energetik und Umwelt (IE), 173 Seiten

KALINOWSKA, D.; KUNERT, U. (2008): Krafffahrzeugverkehr 2007: Alternative Antriebe bei Pkw auf dem Vormarsch. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Wochenbericht, Jg. 75, Nr. 50, S. 796-804

KALINOWSKA, D.; KUHFIELD, H.; KUNERT, U. (2006): Rückgang von Fahrleistung und Kraftstoffverbrauch im Jahr 2005, anhaltender Trend zum Diesel-Pkw. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Wochenbericht, Jg. 73, Nr. 23, S. 453-459

KLAISSLE, M.; SCHREINER, K.; FAULSTICH, M. (2006): Verifizierung ausgewählter Rapsölkraftstoffkennwerte aus der DIN V 51605 hinsichtlich ihrer motorischen Relevanz. In: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI ) (Hrsg.): 15. OTTI-Symposium Bioenergie–Festbrennstoffe, Flüssigkraftstoffe, Biogas, 23.-24. November 2006, Kloster Banz, Bad Staffelstein. Regensburg: OTTI, S. 218-225

KNAPPE, F.; MÖHLER, S.; OSTERMAYER, A.; LAZAR, S.; KAUFMANN, C. (2008): Vergleichende Auswertung von Stoffeinträgen in Böden über verschiedene Eintragspfade. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 203 74 275 UBA-FB 001168.Texte, Nr. 36. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 410 Seiten, ISSN 1862-4804

KÖPPEN, S.; REINHARDT, G.; GÄRTNER, S. (2009): Assessment of energy and greenhouse gas inventories of Sweet Sorghum for first and second generation bioethanol. Executive summary. Heidelberg: ifeu- Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg, 5 Seiten

KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (2009): Fortschrittsbericht „Erneuerbare Energien“. Bericht der Kommission gemäß Artikel 3 der Richtlinie 2001/77/EG und Artikel 4 Absatz 2 der Richtlinie 2003/30/EG sowie über die Umsetzung des EU-Aktionsplans für Biomasse (KOM(2005)628); KOM(2009) 192 endgültig. Brüssel, Belgien: Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 16 Seiten

KORTHALS, J. P.; HEUSS, R.; MALORNY, C. (2008): Auswirkungen der CO<sub>2</sub>-Reduktion auf die Automobilindustrie - The Impact of Reducing Carbon Emission on the Global Automotive Industry. In: Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen, Pischinger, S.; Institut für Kraftfahrzeuge RWTH Aachen University, (Hrsg.): Fahrzeug- und Motorentchnik, Teil 2, 8. Oktober 2008. Aachen: Rheinisch Westfälische Technische Hochschule (RWTH), S. 1353-1358

KOSCHABEK, R.; D'HERVE, Y.; DUSTMAN, C. K.; HESS, B.; HUTSCHINSON, P.; TAN, W.-K.; NEVEU, C. (2009): New Biodiesel Cold Flow Improvers. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2009 - Mineral Oil Based and Alternative Fuels, 7th International Colloquium, 14-15 January 2009, Technische Akademie Esslingen (TAE). Ostfildern: Technische Akademie Esslingen (TAE), S. 317-329, ISBN 3-924813-75-2

KRAHL, J.; MUNACK, A.; CAPAN, E.; HERBST, L.; KAUFMANN, A.; SCHRÖDER, O.; STEIN, H.; BÜNGER, J. (2004): Einfluss der Kraftstoffzusammensetzung auf limitierte und nicht-limitierte Emissionen. In: UFOP e. V.; BBE e. V. (Hrsg.): 2. Fachkongress für Biokraftstoffe: Kraftstoffe der Zukunft 2004. Berlin: UFOP e. V., S. 1-12, Block VI

KREITMAYR, J.; MAYR, K. (2007): Auswirkungen und Strategien für Landwirtschaft und Umwelt - aus der Sicht der Bodenbearbeitung. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.): Klimaänderung und Landwirtschaft - Bestandsaufnahme und Handlungsstrategien für Bayern. 6. Kulturlandschaftstag am 19.11.2007 in Freising-Weihenstephan. Schriftenreihe Nr. 13, Freising-Weihenstephan: Landesanstalt für Landwirtschaft, S. 71-86, ISSN 1611-4159

KRÖCHER, O.; ELSENER, M.; NICOSIA, D.; CZEKAJ, I. (2009): Chemical Deactivation of Vanadia-Based SCR Catalysts by Additives and Impurities from Fuels, Lubrication Oils and Urea Solution. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2009 - Mineral Oil Based and Alternative Fuels, 7th International Colloquium, 14-15 January 2009, Technische Akademie Esslingen (TAE). Ostfildern: Technische Akademie Esslingen (TAE), S. 157-171, ISBN 3-924813-75-2

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E.V. (KTBL) (2005): Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Schrift, Nr. 427. 1. Aufl. Münster: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, 164 Seiten, ISBN 3-7843-2171-2

KURZWEIL, A.; LICHTBLAU, G.; PÖLZ, W. (2003): Einsatz von Biokraftstoffen und deren Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen in Österreich. Berichte, Nr. 144. Wien: Umweltbundesamt, 45 Seiten, ISBN 3-85457-488-6

LANDIS, M.; SCHIESS, I.; WOLFENBERGER, U. (2007): Partikelfilter-Nachrüstung bei Traktoren. Abstimmung des Filtersystems auf den Fahrzeugeinsatz nötig. ART-Berichte, Nr. 677, Ettenhausen, Schweiz: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 12 Seiten

LECHTENBOEHMER, S.; DIENST, C.; FISCHEDICK, M.; HANKE, T.; LANGROCK, T.; ASSONOV, S.; BRENNINKMEIJER, C. (2005): Treibhausgasemissionen des russischen Erdgas-Exportpipeline-Systems. Ergebnisse und Hochrechnungen empirischer Untersuchungen in Russland, Endbericht. Wuppertal: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (WI), 50 Seiten

LEIBLE, L.; KÄLBER, S.; KAPPLER, G.; LANGE, S.; NIEKE, E.; PROPLESCH, P.; WINTZER, D.; FÜRNIß, B. (2007): Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz. Eine systemanalytische Untersuchung. Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7170. Karlsruhe: Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse Forschungszentrum Karlsruhe, 117 Seiten, ISSN 0947-8620

LEICK, B. (2003): Emission von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) von landwirtschaftlich genutzten Böden in Abhängigkeit von produktionstechnischen Maßnahmen. Dissertation. Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenernährung. Hohenheim: Eigenverlag, 168 Seiten

LENK, T.; VOGELBUSCH, F.; FALKEN, C. (2004): Auswirkungen des Tanktourismus auf das deutsche Steueraufkommen - eine finanzwissenschaftliche Bestandsaufnahme. Vortrag auf der UNITI Bundesverband mittelständischer Mineralölunternehmen e. V. - Mitgliederversammlung 2004 in München. S. 1-27

LINKOHR, C.; MUSIOL, F.; OTTMÜLLER, M.; ZIMMER, U. (2009): Erneuerbare Energien in Zahlen - nationale und internationale Entwicklung. Stand Juni 2009. 1. Berlin: BMU, 79 Seiten

LIST, R.; HOFMANN, P.; URBANEK, M. (2007): The Effects of Bio-Ethanol Mixtures on the SI-Engine Operation. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2007 - 6th International Colloquium, January 10-11, 2007, Esslingen. Esslingen: TAE, S. 345-350, ISBN 3-924813-67-1

LOOTSMA, A.; RAUSSEN, T. (2008): Aktuelle Verfahren zur Aufbereitung und Verwertung von Gärresten. In: Witzenhausen-Institut GmbH (Hrsg.): 20. Kasseler Abfallforum und Bioenergieforum, 8.-10. April 2008. Witzenhausen: Witzenhausen-Institut GmbH, S. 559-576

LUTHER, R. (2008): Alternative Kraftstoffe aus Sicht der Motorenschmierung. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 69, Nr. 3, S. 230-236

MACHAT, M.; WERNER, K. (2007): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommixes. Climate Change, Dessau: Umweltbundesamt, 15 Seiten, ISSN 1862-4359

MAJER, S.; SCHRÖDER, G. (2008): Biomasse-Nachhaltigkeitsverordnung. Erläuterung zum Entwurf vom 05.12.2007. Leipzig: Institut für Energetik und Umwelt (IE), 44 Seiten

MATTHES, F. C.; GORES, S.; GRAICHEN, V.; HARTHAN, R. O.; MARKEWITZ, P.; HANSEN, P.; KLEEMANN, M.; KREY, V.; MARTINSEN, D.; DIEKMANN, J.; HORN, M.; ZIESING, H.-J.; EICHHAMMER, W.; DOLL, C.; HELFRICH, N.; MÜLLER, L.; SCHADE, W.; SCHLOMANN, B. (2008): Politikszenerarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030. Climate Change, Dessau: Umweltbundesamt, 383 Seiten

MAURER, K. (2002): Kaltgepresstes Rapsöl in Kraftstoffqualität – Qualitätssicherung. Beitrag: 6. Tagung Dezentrale Pflanzenölnutzung in der Landwirtschaft, 16.11.2002, Aulendorf.

MAYER, A.; CZERWINSKI, J.; WYSER, M.; MATTREL, P.; HEITZER, A. (2005): Impact of RME/Diesel Blends on Particle Formation, Particle Filtration and PAH Emissions. SAE Techn. Paper 2005-01-1728, Detroit, April 2005.

- MCKINSEY & COMPANY, INC. (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Eine Studie von McKinsey und Company, Inc. erstellt im Auftrag von "BDI initiativ - Wirtschaft für Klimaschutz". Düsseldorf: McKinsey & Company, Inc., 70 Seiten
- MERTENS, M. (2009): Transgene Energiepflanzen und Bäume. Aktueller Stand und Probleme aus Naturschutzsicht. In: Bundesverband Beruflicher Naturschutz e. V. (BBN) (Hrsg.): Stimmt das Klima? Naturschutz im Umbruch. Bd. 57. Bonn: BBN, S. 324-333, ISBN 978-3-00-027730-6
- MEYER, M. (2007): Rapsölkraftstoff - der ökologische und nachhaltige Nischenbeitrag aus der Landwirtschaft. Beitrag zur Veranstaltungsreihe: Energiezukunft Schweiz, Burgdorf, 13. Dezember 2007.
- MEYER, R. (2008): Landwirtschaftliche Pflanzenproduktion zur Energieerzeugung – ein Konkurrenzproblem? TA-PROJEKT: Chancen und Herausforderungen neuer Energiepflanzen. TAB-Brief, 33, Berlin: Büro für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag (TAB), S. 28-32
- MICHAELIS, P. (2003): Tanktourismus - eine Szenario-Analyse. Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge, Augsburg: Institut für Volkswirtschaftslehre, 17 Seiten
- MOHR, M.; JAEGER, L. W.; BOULOUCHOS, K. (2001): Einfluss von Motorparametern auf die Partikelemission. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 62, Nr. 9, S. 686-692
- MOITZI, G.; WEINBERGER, G.; BOXBERGER, J. (2008): Energieeffizienz bei der Bereitstellung von Biokraftstoffen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) (Hrsg.): Energieeffiziente Landwirtschaft. KTBL-Vortragstagung vom 8.-9. April 2008 in Fulda. Darmstadt: KTBL, S. 192-201, ISBN 978-3-939371-59-5
- MOLITOR, R.; HAUSBERGER, S.; BENKE, G.; BURIAN W.; CLEES, L.; WAGNER, W. (2004): Abschätzung der Auswirkungen des Tanktourismus auf den Treibstoffverbrauch und die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Österreich. Endbericht. Wien: BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 123 Seiten
- MÜHLENHOFF, J. (2009a): Hintergrundinformation Erneuerbare Mobilität. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e. V., 10 Seiten
- MÜHLENHOFF, J. (2009b): Biokraftstoffe - Daten und Fakten 2009. Stand der Hintergrundinformation: April 2009. Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e. V., 8 Seiten
- MUNACK, A.; GROPE, N.; RUSCHEL, Y.; SCHRÖDER, O.; KRAHL, J. (2007): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Messung ultrafeiner Partikel im Abgas von Dieselmotoren beim Betrieb mit Biodiesel. Kennzeichen / Project number(s): 22007404 (FNR); 530/044 (UFOP); 2-TA-VDB (VDB); Projektlaufzeit / Project term: 01.03.2005 – 30.06.2007. Braunschweig: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 111 Seiten

MUNACK, A.; HERBST, L.; KAUFMANN, A.; RUSCHEL, Y.; SCHRÖDER, O.; KRAHL, J.; BÜNGER, J. (2005): Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben "Vergleich von Shell Mittel-Destillat, Premium-Dieselmotorkraftstoff und fossilem Dieselmotorkraftstoff mit Rapsölmethylester". Projektlaufzeit: 01.10.2004 - 31.03.2005. Braunschweig: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), 36 Seiten

MUNACK, A. (2004): Untersuchungen an kommerziellen Biodieselsensoren. In: Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) (Hrsg.): Jahresbericht 2004. Braunschweig: S. 112-113

NITSCH, J. (2008): Weiterentwicklung der Ausbaustrategie Erneuerbare Energien. Leitstudie 2008. Reihe Umweltpolitik, Berlin: Referat Öffentlichkeitsarbeit (BMU), 196 Seiten

NUSSER, M.; SHERIDAN, P.; WALZ, R.; SEYDEL, P.; WYDRA, S. (2007): Makroökonomische Effekte des Anbaus und der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen. Studie für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vertreten durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, 229 Seiten

OTTE, R.; RAATZ, T.; WINTRICH, T. (2008): Homogene Dieselmotoren. Herausforderung für System, Komponenten und Kraftstoff. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 69, Nr. 12, S. 1026-1034

PANA, C.; NEGURESCU, N.; OPA, M. G.; CERNAT, A.; SOARE, D. (2007): Aspects of the Use of Ethanol in Addition with Gasoline in Spark Ignition Engine. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2007 - 6th International Colloquium, January 10-11, 2007, Esslingen. Esslingen: TAE, S. 361-368, ISBN 3-924813-67-1

PEHNT, M. (2007): Erneuerbare Energien kompakt. Ergebnisse systemanalytischer Studien. 2. Auflage. Heidelberg: Institut für Energetik und Umwelt (IE), 55 Seiten

PEHNT, M.; VOGT, R. (2007): Biomasse und Effizienz - Vorschläge zur Erhöhung der Energieeffizienz von §8 und §7-Anlagen im Erneuerbare-Energien-Gesetz. Arbeitspapier Nr. 1 im Rahmen des Projektes "Energiebalance – Optimale Systemlösungen für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz" in Zusammenarbeit mit dem Projekt „Optimierung für einen nachhaltigen Ausbau der Biogasproduktion und -nutzung in Deutschland“. Heidelberg: Institut für Energie und Umwelt (IFEU), 23 Seiten

PETERS, W. (2007): Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf Natur und Landschaft. Expertenworkshop, 06.03.2007, Bundesumweltministerium Berlin, Protokoll vom 15.04.2007

PIEPZYK, B. (2009): Globale Bioenergienutzung – Potenziale und Nutzungspfade. Kurzstudie; Analyse des WBGU-Gutachtens "Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung". Berlin: Agentur für Erneuerbare Energien e. V., 30 Seiten

PRESCHER, K.; HASSEL, E.; BERNDT, S.; GOLISCH, J.; WICHMANN, V. (2003): Praxiserfahrungen mit Rapsölmotorkraftstoffen. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2003. Ostfildern, Technische Akademie Esslingen, S. 187-201

- RAT FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG (2008): Schutz der Biodiversität heißt aktuell: Biomasse-Produktion nachhaltig machen. Empfehlung des Rates für Nachhaltige Entwicklung, 20. Februar 2008. Berlin: Rat für Nachhaltige Entwicklung, 10 Seiten
- REINHARDT, G.; HELMS, H. (2007): Wie nachhaltig sind Biokraftstoffe? In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2007 - 6th International Colloquium, January 10-11, 2007, Esslingen. Esslingen: TAE, S. 43-50, ISBN 3-924813-67-1
- REMMELE, E. (2002): Standardisierung von Rapsöl als Kraftstoff - Untersuchungen zu Kenngrößen, Prüfverfahren und Grenzwerten. Dissertation. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG), Nr. 400. Technische Universität München, Lehrstuhl für Landtechnik, Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung. München: Technische Universität, 194 Seiten
- REMMELE, E. (2009a): Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmühlen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) (Hrsg.): Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. KTBL-Schrift 476, Darmstadt: KTBL, S. 218-229, ISBN 978-3-939371-85-4
- REMMELE, E. (2009b): Produktion und Nutzung von Rapsöl im landwirtschaftlichen Umfeld. In: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e. V. (C.A.R.M.E.N.) (Hrsg.): Jahrbuch 2008/2009 Nachwachsende Rohstoffe - Wirtschaftsfaktor Biomasse. Nachwachsende Rohstoffe, Straubing: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e. V. (C.A.R.M.E.N.), S. 261-264, ISBN 978-3-937441-20-7
- REMMELE, E. (2009c): Reinkraftstoffstrategie versus Beimischungsstrategie am Beispiel Rapsölkraftstoff. In: C.A.R.M.E.N. e. V. (Hrsg.): Konjunkturmotor Nachwachsende Rohstoffe. 17. C.A.R.M.E.N.-Symposium "Im Kreislauf der Natur - Naturstoffe für die moderne Gesellschaft", Herzogschloss Straubing, 06. und 07. Juli 2009, Tagungsband. Straubing: C.A.R.M.E.N. e. V., S. 123-132, ISBN 978-3-937441-21-4
- REMMELE, E.; STOTZ, K.; WITZELSPERGER, J.; GASSNER, T. (2007): Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich. Technologische Untersuchungen und Erarbeitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen. Berichte aus dem TFZ, Nr. 12. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), 262 Seiten, ISSN 1614-1008
- REMMELE, E.; THUNEKE, K.; STOTZ, K. (2006): Verfahren zur nachmotorischen Abgasreinigung für pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke - Untersuchungen von Abgaspartikelfiltersystemen. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben (LfU-Projekt Nr. 1323). Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 93 Seiten
- RETTENMAIER, N.; KÖPPEN, S.; GÄRTNER, S.; REINHARDT, G. (2008a): Screening Life Cycle Assessment of Hydrotreated Jatropha Oil. Final report. Heidelberg: Institut für Energie und Umwelt (IFEU), 30 Seiten

RETTENMAIER, N.; REINHARDT, G.; GÄRTNER, S.; MÜNCH, J. (2008b): Bioenergie aus Getreide und Zuckerrübe: Energie- und Treibhausgasbilanzen. Endbericht, im Auftrag des Verbandes Landwirtschaftliche Biokraftstoffe e. V. (LAB), Berlin. Heidelberg: Institut für Energie und Umwelt (IFEU), 55 Seiten

RINNBAUER, M.; OSEN, E.; VIOL, M.; PETERSEIM, V. (2008): FKM-Dichtungen für alternative Kraftstoffmischungen. Quellung und mechanische Eigenschaften bei Flex-Fuels. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 69, Nr. 4, S. 314-318

RIPPEL, R. (2008): Umweltwirkungen eines zunehmenden Energiepflanzenanbaus unter Beteiligung der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft sowie des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe. Schriftenreihe 1, Freising-Weihenstephan: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 68 Seiten, ISBN ISSN 1611-4159

RÖHRICHT, C.; ZANDER, D.; DITTRICH, R. (2008): Anbauversuch Energiehirse. Verbundvorhaben „Energiepflanzen für die Biogasproduktion“; Teilvorhaben: Anbau und Nutzung von Energiehirse als Alternative für ertragsschwache Standorte in Trockengebieten Deutschlands; Laufzeit: 24.05.2004 – 31.12.2007; Berichtszeitraum: Versuchsergebnisse 2007. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 61 Seiten, ISSN:1861-5988

RODE, M.; SCHNEIDER, C.; KETELHAKE, G.; REIßHAUER, D. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. BfN-Skripten, Bonn. 183 Seiten

ROLLER, A. (2009): Energiepflanze Hirse besteht Eignungstest. Umfangreiches Sortenscreening und Anbauversuche in Bayern. Erneuerbare Energien, Jg. 19, Nr. 2, S. 61-63

SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten, Hausdruck. Berlin: 200 Seiten

SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) (2008): Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels. Umweltgutachten 2008. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 1077 Seiten

SAGERER, R. (2001): Tierische Fette als Kraftstoff für Dieselmotoren. In: Verein Deutscher Ingenieure (VDI), VDI-Gesellschaft Energietechnik (Hrsg.): Regenerative Energie aus Tiermehl und Tierfett. Vorträge zur Tagung am 21. Februar 2001 in München. München: VDI, S. 1-22

SCHEFTELOWITZ, M.; MÜLLER-LANGER, F. (2008): Flüssige Bioenergieträger der heutigen Generation im Überblick. In: Nelles, M.; Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät (Hrsg.): 2. Rostocker Bioenergieforum, 29. und 30. Oktober 2008. Rostock: Institut für Umweltingenieurwesen (IUW), S. 187-198

SCHINDLER, J.; WEINDORF, W. (2006): Einordnung und Vergleich biogener Kraftstoffe - "Well-to-Wheel"-Betrachtungen. Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis, Jg. 15., Nr. 1, S. 50-60

SCHINDLER, J.; ZITTEL, W. (2008): Zukunft der weltweiten Erdölversorgung. Berlin: Energy Watch Group, 104 Seiten

SCHMIED, M.; HAVERS, K.; ZIMMER, W.; SCHMIDT, K.; GOERKE, M.; SCHLÜTER, O. (2007): Nachhaltige Mobilität durch Innovationen im Güterverkehr. Universität Dortmund, Darmstadt. 188 Seiten

SCHNORBUS, T.; LAMPING, M.; KÖRFER, T.; PISCHINGER, S. (2008): Neue Anforderungen an die Verbrennungsregelung beim modernen Dieselmotor. Weltweit unterschiedliche Kraftstoffqualitäten. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 69, Nr. 4, S. 302-312

SCHÖNLEBER, N.; HENZE, A.; ZEDDIES, J. (2007): Angebotspotenziale der Landwirtschaft in Europa zur Sicherung der Nahrungsmittelproduktion und ihr potenzieller Beitrag zu Erneuerbaren Energien. In: Technische Universität München-Weihenstephan (Hrsg.): GEWISOLA 2007 / ÖGA 2007; 47. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e. V.; 17. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie; 26. bis 28. September 2007. Freising: Technische Universität, S. 1-12

SCHÖPE, M. (2006): Volkswirtschaftliche Effekte der Erzeugung von Biodiesel zum Einsatz als Kraftstoff. Sonderdruck. Ifo Schnelldienst, Nr. 17. München: Ifo, S. 21-30, ISSN 0018-974X

SCHORLING, M.; STIRN, S.; BEUSMANN, V. (2009): Potenziale der Gentechnik bei Energiepflanzen. Abschlussbericht eines F+E-vorhabens (FKZ 806 89 040) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN), 91 Seiten

SCHREINER, K. (2002): Einsatz von Biodiesel in Sportbooten auf dem Bodensee. In: Munack, A.; Kahl, J. (Hrsg.): Biodiesel-Potenziale, Umweltwirkungen, Praxiserfahrungen. Braunschweig: FAL, S. 39-47

SCHÜTTE, A.; MEIER, D.; WILMES, B.; ZOBEL, N.; WILLNER, T.; BAYERBACH, R.; DAHMEN, N.; MARTIN, A.; RICHTER, M.; BELLER, M.; SCHAUB, G.; BACKOFEN, D.; BRAUNGARTEN, G.; TSCHÖKE, H.; DAEBELER, S.; GOTTSCHAU, T.; KEMNITZ D.; WINKELMANN, R. (2008): Biocrudeoil. 18. September 2007 in Gülzow. Gülzower Fachgespräche, Nr. 28. Gülzow: FNR, 176 Seiten

SENN, T. (2005): Nachhaltige Ethanolherzeugung durch Kombination mit Biogas. In: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI) (Hrsg.): 14. Symposium BIOENERGIE - Festbrennstoffe, Flüssigkraftstoffe, Biogas. Regensburg: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e. V., S. 212-217, ISBN 3-934681-42-5

SENN, T.; FLEISCHER, S. (2008): Energie- und Ökobilanz der dezentralen Ethanolproduktion unter Einbeziehung von cellulosehaltiger Biomasse. Vortragsfolien. In: Universität Hohenheim (Hrsg.): Fachveranstaltung "Fortschritte in der Bioethanolproduktion - Energie-, Stoff- und Emissionsbilanzen", Universität Hohenheim, 22. April 2008. Stuttgart: Universität Hohenheim, S. 1-23

SNOWDON, R.; FRIEDT, W. (2008): Die Erfolgsgeschichte Raps geht weiter. GENOMXPRESS, Nr. 2, S. 25-27

SPANGENBERG, A.; PRECHTL, ST.; SCHIEDER, D.; FAULSTICH, M. (2005): "Grünes Gold" für die Mobilität. In: Abayfor Arbeitsgemeinschaft der Bayerischen Forschungsverbände (Hrsg.): Wissenschaftler aus den Forschungsverbänden: ihre Visionen, Prognosen, Trends. Zukunft im Brennpunkt, Nr. 4. München: Abayfor, S. 59-66, ISBN 3-9810219-3-2

SPICHER, U.; LÜFT, M. (2007): Optimierung der Kraftstoffstrahlausbreitung für Pflanzenöl, insbesondere natürliches Rapsöl, bei der Verwendung moderner Diesel-Einspritzsysteme. Karlsruhe: Institut für Kolbenmaschinen der Universität Karlsruhe, 59 Seiten

STAIß, F.; ZIMMER, U.; LINKOHR, C. (2006): Entwicklung der Erneuerbaren Energien 2005. - Aktueller Sachstand - Stand Mai 2006. Berlin: BMU, 28 Seiten

STAIß, F.; LINKOHR, C.; ZIMMER, U.; MUSIOL, F.; OTTMÜLLER, M. (2008): Erneuerbare Energien in Zahlen - nationale und internationale Entwicklung. Berlin, BMU, Stand Juni 2008.

STOCK, M. (2009): Klimawandel aus der Sicht der Landwirtschaft. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) (Hrsg.): Landwirtschaft im Umbruch - Herausforderungen und Lösungen. KTBL-Schrift, Nr. 474. Darmstadt: KTBL, S. 7-14, ISBN 978-3-939371-85-4

STICHER, G.; RIZOULIS, D. (2008): Das Nachhaltige Automobilunternehmen - oder das Comeback des Elektroautos. The Sustainable Car Company - or the Comeback of the Electric Car. In: Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen, Pischinger, S.; Institut für Kraftfahrzeuge RWTH Aachen University, (Hrsg.): 17. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, Teil 2, 8. Oktober 2008. Aachen: Rheinisch Westfälische Technische Hochschule (RWTH), S. 1347-1352

STROGIES, M.; GNIFFKE, P.; BECKERS, R.; BEHNKE, A.; BENNDORF, R.; BERNICKE, M.; BRAHNER, B.; BRENK, V.; BUSCHE, J.; BUTZ, W.; DÄMMGEN, U.; DETTLING, F.; DREHER, M.; DROTFLEFF, J.; ELSNER, C.; FISCHER, M.; GALANDER, C.; GENSIOR, A.; GOHLISCH, G.; HEINEMEYER, O.; HEINEN, F.; HOFFMANN, E.; ICHA, P.; ILSE, J.; IYIMEN-SCHWARZ, Z.; JUHRICH, K.; KLUDT, R.; KOTZULLA, M.; KRAUSE, B.; LEUTHOLD, S.; MACHAT, M.; MAKISHI, C. T.; MERTEN, D.; PLICKERT, S.; REICHART, A.; REICHEL, J.; REMUS, R.; RIMKUS, D. (2008): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2006. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2008. Climate Change, Nr. 6. Dessau: Umweltbundesamt, 534 Seiten, ISBN ISSN 1862-4359

SZALKOWSKA, U. (2009): Fuel Quality - Global Overview. In: Bartz, W. J. (Hrsg.): Fuels 2009 - Mineral Oil Based and Alternative Fuels, 7th International Colloquium, 14-15 January 2009, Technische Akademie Esslingen (TAE). Ostfildern: Technische Akademie Esslingen (TAE), S. 59-63, ISBN 3 -924813-75-2

TAKAMI, A.; TSUSHIO, Y.; HARADA, K.; YAMADA, H.; MIYOSHI, S.; IWAKUNI, H. (2009): Katalytische Eigenschaften des neu geformten Trägers. Mazda-LNT. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 70, Nr. 3, S. 224-227

TAPPESE, B.; MEISE, T.; KÄRCHER, A.; STEIN, S. (2008): Welternährung, Biodiversität und Gentechnik - Kann die Agro-Gentechnik zur naturverträglichen und nachhaltigen Sicherung der Welternährung beitragen? Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz (BfN). Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN), 18 Seiten

TATUR, M.; NANJUNDASWAMY, H.; TOMAZIC, D.; THORNTON, M.; KOLBECK, A. (2009): Erhöhter Biodieselanteil im Kraftstoff. Auswirkung auf Motoren und Abgasnachbehandlungssysteme. MTZ - Motortechnische Zeitschrift, Jg. 70, Nr. 1, S. 38-49

THÖNE, M. (2008): Laffer in Luxemburg - Tankverkehr und Steueraufkommen im Großherzogtum - Finanzwissenschaftliche Diskussionsbeiträge, Köln: Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut (FiFo), 55 Seiten, ISSN 0945-490X

THRÄN, D.; EDEL, M.; SEIDENBERGER, T. (2009): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung. Kurztitel: Biomassekonkurrenzen. Leipzig: DBFZ - Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, 252 Seiten

THRÄN, D.; WEBER, M.; SCHEUERMANN, A.; FRÖHLICH, N.; ZEDDIES, J.; THOROE, C.; SCHWEINLE, J.; FRITSCH, R.; JENSEITS, W.; RAUSCH, L.; SCHMIDT, K. (2005): Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext. Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern (Zusammenfassung). Leipzig: Institut für Energetik und Umwelt, 26 Seiten

THUNEKE, K. (2009): Untersuchungen zu Abgasemissionen und zum Einsatz von Partikelfiltersystemen bei rapsölbetriebenen Blockheizkraftwerken. Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Eigenverlag.

THUNEKE, K. (2007): Verbrennung und Emissionen von Pflanzenölen in Dieselmotoren - Übersicht aktueller Forschungsergebnisse. In: Nova-Institut GmbH (Hrsg.): Erster Internationaler Kongress zu Pflanzenöl-Kraftstoffen, Tagungsband / Proceedings, Messe Erfurt, 6.-7. September 2007 / First International Congress on Plant Oil Fuels, Messe Erfurt, 6th-7th September 2007. Hürth: Nova-Institut, S. 189-204, ISBN 978-3-9805840-8-1

ULLMANN, J.; GEDULDIG, M.; STUTZENBERGER, H.; CAPRIOTTI, R.; BALFOUR, G. (2008): Investigation into the Formation and Prevention of Internal Diesel Injector Deposits. In: SAE International (Hrsg.): 2008 World Congress, Detroit, Michigan, April 14-17, 2008. SAE Technical Paper Series, Nr. 010926. Warrendale, PA: SAE International, S. 1-9

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) (2009): EPA Proposes New Regulations for the National Renewable Fuel Standard Program for 2010 and Beyond, auch unter <http://www.epa.gov/OMS/renewablefuels/420f09023.pdf>

URBAN, B.; HAAREN, C. VON; KANNING, H.; KRAHL, J.; MUNACK, A. (2008): Biologische Vielfalt in Ökobilanzen. Konzept für eine methodische Integration am Beispiel biogener Kraftstoffe. Naturschutz und Landschaftsplanung, Jg. 40, Nr. 12, S. 409-414

URBANEK, M.; HOLUB, F.; GERINGER, B.; HOFMANN, P. (2008): Flottentest- und Prüfstandsuntersuchungen mit Bioethanol verschiedener Konzentrationen - Ergebnisse eines österreichischen Forschungsprogramms. In: Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (Hrsg.): Innovative Fahrzeugantriebe 2008, Dresden, 6.-7.11.2008. VDI-Berichte, Nr. 2030. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH, S. 191-212, ISBN 978-3-18-092030-6

VETTER, A. (2006): Betriebswirtschaftlicher Vergleich und Ertragsoptimierung bei Energiepflanzen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Im Rahmen der Veranstaltung "Bioenergie Basis für eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Landwirtschaft", 8.-9. März 2006

VETTER, A.; STRAUSS, C.; NEHRING, A. (2009): Standortangepasste nachhaltige Produktion von Energiepflanzen. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), KTBL-Schrift Nr. 476 (Hrsg.): Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. Darmstadt: KTBL, S. 46-57, ISBN 978-3-939371-85-4

VOGT, R. (2008): Basisdaten zu THG-Bilanzen für Biogas-Prozessketten und Erstellung neuer THG-Bilanzen. Kurzdokumentation, im Auftrag der E.ON Ruhrgas AG, Altenessen. Heidelberg: Institut für Energie und Umwelt (IFEU), 48 Seiten

WAKELEY, H. L.; HENDRICKSON, C. T.; GRIFFIN, W. M.; MATTHEWS, H. S. (2009): Economic and Environmental Transportation Effects of Large-Scale Ethanol Production and Distribution in the United States. Environmental Science & Technology, Nr. 43, S. 2228-2233

WAGNER, A. (2005): Qualitätsmanagement bei der Futterernte. Einflüsse der Erntetechnik auf den Qualitätsparameter "Langzeitstabilität" von Silagen; Habilitationsschrift; Forschungsbericht Agrartechnik 432 des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG). Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät. Bonn: 154 Seiten

WEINOWSKI, R.; SEHR, A.; RÜTTEN, A.; THEWES, M.; NIJS, M. (2008): Einfluss des Ethanolanteils im Kraftstoff auf das Betriebsverhalten von Pkw-Ottomotoren. In: 17. Aachener Kolloquium, Fahrzeug- und Motorentechnik, Band 1. 06.-08. Oktober 2008, Eurogress Aachen.

WENDLAND, M.; DIEPOLDER, M.; CAPRIEL, P. (2007): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. 8. Freising-Weihenstephan: LfL, Institut für Agrarökologie, 98 Seiten

WERNER, A.; STACHOW, U.; BECKER, R.; GLEMNITZ, M.; WURBS, A.; VIDAL, S.; TEBBE, C.; SCHMIDT, K. (2005): Konzept für ein mehrjähriges Forschungsprogramm zu naturschutzfachlichen Fragestellungen beim Anbau gentechnisch veränderter Kulturpflanzen am Beispiel von herbizid- und insektenresistentem Mais. Abschlussbericht zum UFOPLAN-Vorhaben, FKZ 804 89 003. Münchenberg: Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), 111 Seiten

WESTERHOLM, R.; AHLVIK, P.; KARLSSON, H. L. (2008): An exhaust characterisation study based on regulated and unregulated tailpipe and evaporative emissions from bi-fuel and flexi-fuel light-duty passenger cars fuelled by petrol (E5), bioethanol (E70, E85 ) and biogas tested at ambient temperatures of +22°C and -7°C. Sweden: Stockholm University, 182 Seiten

WIDMANN, B.; THUNEKE, K.; REMMELE, E. (2002): Pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerke. Leitfaden. Materialien, München: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU), 66 Seiten

WIERSBINSKI, N.; AMMERMANN, K.; KARAFYLLIS, N.; OTT, K.; PIECHOCKI, R.; POTTHAST, T.; TAPPESE, B. (2008): Vilmer Thesen zur Biomasseproduktion. Natur und Landschaft, Jg. 83, Nr. 1, S. 19-25

WIETSCHEL, M.; BIERE, D.; DALLINGER, D. (2009): Wirtschaftlichkeit und Electro-Cars. n-energie, Jg. 3, Nr. 6, S. 28-30

WILHARM, T. (2009): Pflanzenölkraftstoff: Qualitätssicherung anhand der Norm DIN V 51 605 - zukünftige Anforderungen. In: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e. V. (C.A.R.M.E.N.) (Hrsg.): Jahrbuch 2008/2009 Nachwachsende Rohstoffe - Wirtschaftsfaktor Biomasse. Nachwachsende Rohstoffe, Straubing: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk e. V. (C.A.R.M.E.N.), S. 251-260, ISBN 978-3-937441-20-7

WINTER, R. (2009): Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2009. Zusammenfassung der Daten der Republik Österreich gemäß Art. 4, Abs. 1 der Richtlinie 2003/30/EG für das Berichtsjahr 2008. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 17 Seiten

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN (WBGU) (2009): Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Hauptgutachten. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), 388 Seiten, ISBN 978-3-936191-21-9

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN (WBGU) (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag - Der Budgetansatz. Sondergutachten. Berlin: Springer Verlag, ISBN 978-3-936191-26-4

WITZELSPERGER, J.; SCHIEDER, D.; FAULSTICH, M. (2005): Analyse zur Verwertung von Getreidestroh in einer Beispielregion im Hinblick auf eine LCB-Bioethanolanlage. In: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI) (Hrsg.): 14. Symposium BIOENERGIE - Festbrennstoffe, Flüssigkraftstoffe, Biogas. Regensburg: Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI), S. 228-233, ISBN 3-934681-42-5

ZEDDIES, J. (2006): Rohstoffverfügbarkeit für die Produktion von Biokraftstoffen in Deutschland und in der EU-25. Hohenheim: Eigenverlag, 51 Seiten

ZIKORIDSE, G. (2007): Abgasnachbehandlung bei pflanzenöлтаuglichen Motoren. In: Nova-Institut GmbH (Hrsg.): Erster Internationaler Kongress zu Pflanzenöl-Kraftstoffen, Tagungsband / Proceedings, Messe Erfurt, 6.-7. September 2007 / First International Congress on Plant Oil Fuels, Messe Erfurt, 6th-7th September 2007. Hürth: Nova-Institut, S. 237-248, ISBN 978-3-9805840-8-1

## Forschungseinrichtungen

Name	Forschungseinrichtung	Ort
<b>Dipl.-Ing. Arnold</b>	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie FG 1: Zukünftige Energie- und Mobilitätsstrukturen	Wuppertal
<b>Prof. Dr. Bergbauer</b>	Hochschule Deggendorf Fakultät Maschinenbau und Mechatronik	Deggendorf
<b>Prof. Dr. Bernhardt</b>	Technische Universität München Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik	Freising
<b>Dr. Bernhardt</b>	Universität Karlsruhe (TH) Institut für Kolbenmaschinen	Karlsruhe
<b>Prof. Dr. Boxberger</b>	Universität für Bodenkultur Wien Institut für Landtechnik	WIEN
<b>Prof. Dr. Czerwinski</b>	Berner Fachhochschule Biel Fachbereich Automobiltechnik	BIEL / BIENNE
<b>Dipl.-Biologe Dietrich, LL.M.</b>	ForNeBiK	Straubing
<b>Dipl.-Ing. Ebertsch</b>	Bayerisches Landesamt für Umwelt Abteilung 2 Luft, Lärm, Anlagensicherheit	Augsburg
<b>Dr. Fritz</b>	Technologie- und Förderzentrum Sachgebiet Rohstoffpflanzen und Stoffflüsse	Straubing
<b>Prof. Dr. Geringer</b>	Technische Universität Wien E315 - Institut für Verbrennungskraftmaschinen und KFZ-Bau	WIEN
<b>Dipl.-Ing. agr. Graf</b>	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Thüringer Zentrum Nachwachsende Rohstoffe	Dornburg
<b>Dr. Grunert</b>	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Pflanzenbau, Nachwachsende Rohstoffe	Leipzig

## Forschungseinrichtungen

Name	Forschungseinrichtung	Ort
<b>Prof. Dr. Heck</b>	FH Trier - Umwelt-Campus Birkenfeld Institut für angewandtes Stoffstrommanagement	Birkenfeld
<b>Prof. Dr. Huber</b>	Hochschule für angewandte Wissenschaften - FH Ingolstadt Fakultät für Maschinenbau	Ingolstadt
<b>Prof. Dr. Krahl</b>	Hochschule Coburg Physikalische Technik und Allgemeinwissenschaften	Coburg
<b>Prof. Dr. Krause</b>	HS Merseburg (FH) FB: Ingenieur- und Naturwissenschaften	Merseburg
<b>Dipl. Masch. Ing. (FH) Landis</b>	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Agrartechnische Systeme	ETTEN- HAUSEN
<b>Dipl.-Ing. (FH) Maierhofer</b>	C.A.R.M.E.N. e. V.	Straubing
<b>Prof. Meyer</b>		MEIKIRCH
<b>Ass. jur. Müller</b>	Universität Würzburg Forschungsstelle Umweltenergierecht (FUER)	Würzburg
<b>Dipl. Ing. Müller- Langer</b>	DBFZ Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH Bereich Biokraftstoffe (K)	Leipzig
<b>Prof. Dr. Munack</b>	Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik	Braun- schweig
<b>Prof. Dr. Rabl</b>	Hochschule Regensburg, Fakultät Maschinenbau Labor für Verbrennungsmotoren und Abgasnachbehandlung	Regensburg
<b>Dipl.-Ing. agr. Rauh</b>	Technische Universität München Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues	Freising- Weißen- stephan

## Forschungseinrichtungen

Name	Forschungseinrichtung	Ort
<b>Dr. Remmele</b>	Technologie- und Förderzentrum Sachgebiet Biogene Kraft-, Schmier- und Verfahrensstoffe	Straubing
<b>Prof. Dr. Rode</b>	Universität Hannover Institut für Umweltplanung	Hannover
<b>Prof. Sagerer</b>	Universität der Bundeswehr München Fak.: WE 5/2 Verbrennungskraftmaschinen	Neubiberg
<b>Dr. Schieder</b>	Technische Universität München Lehrstuhl für Rohstoff- und Energietechnologie	Straubing
<b>Prof. Dr. Schomerus</b>	Leuphana Universität Lüneburg Professur Öffentliches Recht Fakultät Umwelt und Technik	Lüneburg
<b>Prof. Dr. Schreiner</b>	Hochschule Konstanz Labor für Verbrennungsmotoren	Konstanz
<b>Dr. Schrottmaier</b>	BLT-Biomass Logistics Technology Francisco Josephinum Fachbereich: Forschung und Innovation	WIESEL- BURG
<b>Dr. Senn</b>	Universität Hohenheim FG: Gärungstechnologie	Stuttgart
<b>Prof. Dr. Tschöke</b>	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Institut für Mobile Systeme (IMS)	Magdeburg
<b>Dr. Wichmann</b>	Universität Rostock Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren	Rostock
<b>Dr. Zehlius-Eckert</b>	Technische Universität München Lehrstuhl für Strategie- und Management der Landschaftsentwicklung	Freising
<b>Prof. Dr. Zikoridse</b>	Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden Forschungsinstitut Fahrzeugtechnik (FIF)	Dresden