

## **Schriftliche Stellungnahme**

Globale Biomass Szenarien (Produktion und Verwendung)

Gemeinsame öffentliche Anhörung zum Thema:  
**„Biomasse – Chancen und Risiken für globalen Klimaschutz,  
biologische Vielfalt, Ernährungs- und Versorgungssicherheit  
sowie Armutsbekämpfung“**

des Ausschusses für wirtschaftliche Zusammenarbeit und  
Entwicklung, des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und  
Verbraucherschutz und des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

am 20. Februar 2008, Berlin

Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich, SRU

## **Inhalt**

|                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorbemerkung .....                                                                                                                                                        | 2  |
| 1 Welches CO <sub>2</sub> Reduktionspotenzial hat der Einsatz von Biomasse im Vergleich zu fossilen Energieträgern? (vgl. SRU 2007 Kap. 3.1).....                         | 3  |
| 2 Bis zu welchem Grad sind Bioenergieziele der Bundesregierung und der EU durch eigenen nachhaltigen Anbau ohne Importe zu erreichen? (vgl. SRU 2007 Kap. 2.3.2) .....    | 5  |
| 3 Gibt es einen Zielwiderspruch zwischen Energieversorgungssicherheit und Klimaschutz im Bereich Biomasseproduktion? (vgl. SRU 2007 Kap. 5.1.1) .....                     | 8  |
| 4 Wie kann durch Ganzpflanzennutzung und die Kopplung von Kraftstoff- und Stromproduktion die Energiegewinnung erhöht werden? (vgl. SRU 2007 Kap. 2.3.2) .....            | 10 |
| 5 Welche Bedeutung kommt einer Biogasstrategie zu, die auch biogene Abfallstoffe benutzt? (vgl. SRU 2007 Kap. 3.1.3).....                                                 | 11 |
| 6 Welche Technologiepfaden sollten prioritär verfolgt werden? (vgl. SRU 2007 Kap. 3.1.3) .....                                                                            | 12 |
| 7 Worin besteht und wie groß ist der energetische Vorteil von so genannten Biokraftstoffen der 2. Generation im Vergleich zu jenen der ersten? (vgl. SRU 2007 Tz. 3)..... | 13 |
| Zitierte Literatur .....                                                                                                                                                  | 14 |

## Vorbemerkung

Der SRU hat im Juli 2007 in seinem Sondergutachten „Klimaschutz durch Biomasse“ (Bundestagsdrucksache 16/6340 vom 14.08.2007) auf die Wachstumsgrenzen des Energiepflanzeneinsatzes und auf die Notwendigkeit einer klimapolitisch begründeten Neuausrichtung der Förderpolitik hingewiesen. Die schriftliche Stellungnahme fasst die Ausführungen zusammen. Seither sind national und international zahlreiche Studien und Papiere veröffentlicht worden, die die Aussagen des SRU bestätigen.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Zu den wichtigsten Dokumenten aus internationalen Organisationen, nationalen Parlamenten oder Beiräten gehören (vgl. auch: [www.eeac-net.org](http://www.eeac-net.org)):

Doornbosch, R., Steenblik, R. (2007): Biofuels: Is the Cure Worse Than the Disease? Paris: OECD, General Secretariat. OECD Round Table on Sustainable Development SG/SD/RT(2007)3.

EEA (European Environment Agency) (2007): Estimating the environmentally compatible bioenergy potential from agriculture. Copenhagen: EEA. EEA Technical Report No 12/2007.

House of Commons, E. A. C. (2008): Are biofuels sustainable?. London: House of Commons. First Report of Session 2007-08.

Joint Research Center of the European Commission (2007): Biofuels in the European Context: Facts, Uncertainties and Recommendations. Joint Research Center Working Paper..

United Nations (2007): Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers.

The Royal Society (2008): Sustainable Biofuels: prospects and challenges. London: The Royal Society.

Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV (2008): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung - Empfehlungen an die Politik-. Berlin.

ZAH, R. et al. (2007): Ökobilanz von Energieprodukten: Ökologische Bewertung von Biotreibstoffen. Bern: EMPA.

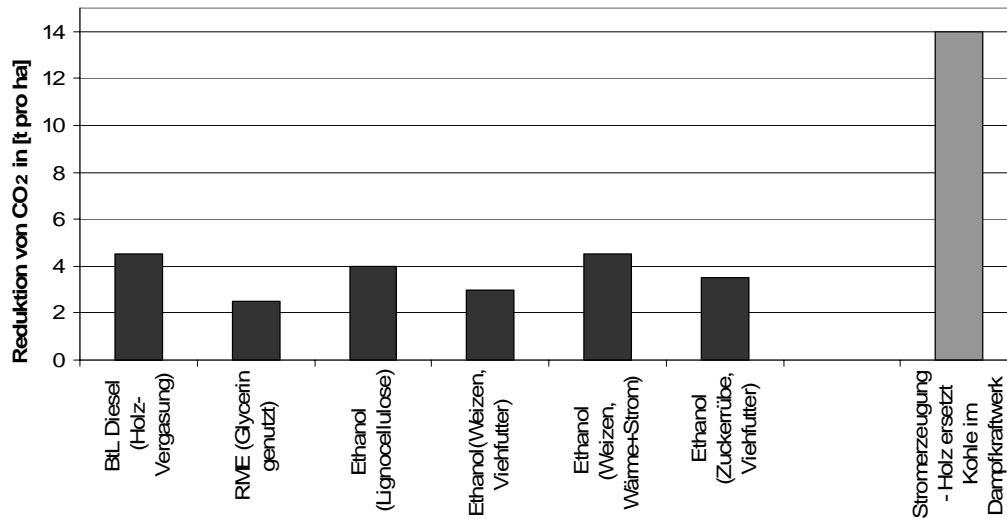
# **1 Welches CO<sub>2</sub> Reduktionspotenzial hat der Einsatz von Biomasse im Vergleich zu fossilen Energieträgern? (vgl. SRU 2007 Kap. 3.1)**

Eine seriöse Treibhausgas(THG)bilanzierung von Biomasse muss den gesamten Lebenszyklus betrachten und nicht nur einzelne Phasen. Zwar gilt die Nutzungsphase als klimaneutral, aber bei der Herstellung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie beim Anbau und der Bereitstellung der Biomasse und beim Betrieb von Bioenergieanlagen treten klimaschädigende Emissionen auf. Von überragender Klimarelevanz sind Landnutzungsänderungen in Folge des Biomasseanbaus, die sogar eine im Vergleich zu fossilen Energieträgern negative Treibhausgasbilanz begründen können (Grünlandumbruch, Trockenlegung von Mooren, Erhöhung der Holzeinschlagsrate). Sehr ambitionierte Ausbauziele werden ohne solche Landnutzungsänderungen kaum realisierbar sein. Beim Anbau können weiterhin klimaschädliche Gase, wie Lachgas oder Methan freigesetzt werden. Zudem ist die THG-Bilanz abhängig von dem Wirkungsgrad der gesamten Nutzungskette sowie der jeweilig ersetzten fossilen Referenztechnologie und demnach je nach Nutzungspfad (Technologie) unterschiedlich, sodass die Aussage über die THG-Neutralität nur bedingt stimmt (vgl. SRU 2007, Tz. 35). Beispielsweise ist bei einer Substitution von CO<sub>2</sub>-intensiven Techniken wie der Kohlenutzung die Einsparung von THG-Emissionen am effektivsten (siehe Abb. 1).

Die Ergebnisse von THG-Bilanzen verschiedener Studien variieren zum Teil enorm. Dennoch kann klar festgestellt werden, dass die Nutzung von flüssigen Kraftstoffen gegenüber stationärer Strom- und Wärmenutzung in Bezug auf den Klimaschutz deutliche Nachteile aufzeigt. Die Biogasnutzung, vor allem bei der Nutzung von Gülle und Grassilage, ist dagegen aus Klimaschutzsicht immer positiv zu bewerten, genauso wie der Ersatz von Kohle. Da die Kraftstoffnutzung von Biogas nur geringfügig schlechtere THG-Einsparungen aufweist als die Verstromung und Wärmenutzung von Biogas, ist eine Nutzung von Biogas als Kraftstoff eine durchaus sinnvolle und zu empfehlende Möglichkeit, um fossile Kraftstoffe zu ersetzen (siehe Abb. 2).

Abbildung 1

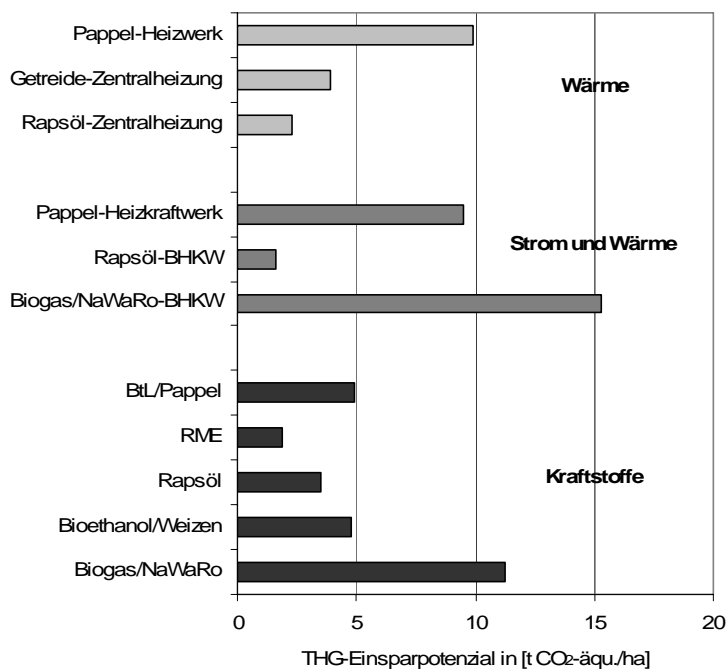
**Potenziale zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen bei verschiedenen Biokraftstoffen im Vergleich zur Stromerzeugung aus Biomasse**



Quelle: SRU 2007 nach CONCAWE et al. 2004; 2006

Abbildung 2

**Potenziale zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen bei verschiedenen Bioenergie-Nutzungspfaden**



Quelle: Vollmer 2007

## **2 Bis zu welchem Grad sind Bioenergieziele der Bundesregierung und der EU durch eigenen nachhaltigen Anbau ohne Importe zu erreichen? (vgl. SRU 2007 Kap. 2.3.2)**

Das energetisch nutzbare Reststoffpotenzial kann bei Einhaltung ökologischer Restriktionen und ohne Nutzungskonkurrenz zu anderen Nutzungspfaden 4 bis 5 % des Primärenergiebedarfs (PEV) von Deutschland bis 2030 decken (vgl. SRU 2007, Tz. 10ff).

Für nachwachsende Rohstoffe stehen aus Sicht des SRU bis 2030 etwa 3 bis 4 Mio. ha Ackerfläche zur Verfügung. Dieses Flächenpotenzial basiert auf der Einhaltung zum einen von natur- und landschaftsschutzfachlichen Aspekten und zum anderen von Selbstversorgungsgraden von Nahrungsmitteln auf dem derzeitigen Stand oder bei derzeitiger Überproduktion auf einer Reduktion der Selbstversorgungsgrade auf 100 %. Damit können mit einem Mix aus Strom, Wärme und Kraftstoffen etwa 5 % des Primärenergiebedarfs von Deutschland bis 2030 gedeckt werden (siehe SRU 2007, Tz. 15). Die Ausweitung der verfügbaren Ackerfläche auf so genannte Marginalstandorte würde die für den Erhalt der biologischen Vielfalt notwendige Vielfalt der Biotope verringern. Diese aufgrund von Nährstoff- (Magerrasen) oder Wassermangel (Halbtrockenrasen) weniger fruchtbaren Böden oder die infolge von Wasserüberschuss eingeschränkten Bewirtschaftungsbedingungen (Niederungsgrünland) sind für den Naturschutz unersetzbar.

Insgesamt ist in Deutschland ein Anteil von Bioenergie nationaler Herkunft von etwa 10 % am PEV bis 2030 möglich (vgl. SRU 2007, Tz. 14ff).

Derzeit werden rund 2 Mio. ha Ackerland für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen genutzt von denen 1,37 Mio. ha für den Anbau von Energiepflanzen verwendet werden. Davon werden wiederum 77 % (in etwa 1 Mio. ha Ackerland) zur Kraftstoffproduktion genutzt (82% Biodiesel, 18 % EtOH) (FNR 2008).

Wenn die Ackerfläche nur für die Kraftstoffproduktion genutzt wird, ist bei einer Nutzung von Kraftstoffen der 1. Generation bei der Nutzung der gesamten zur Verfügung stehenden Ackerfläche ein Ersatz von 6 % des Primärkraftstoffbedarfs möglich (bezogen auf den Energiegehalt). Wird ein Drittel des Potenzials für BtL Kraftstoff genutzt, können bei Nutzung der 3,5 Mio. ha Ackerland 7,7 % des Primärkraftstoffbedarfs zur Verfügung gestellt werden (siehe Tabelle 1).

Bei zusätzlicher Nutzung der Hälfte des Potenzials der Reststoffe Stroh und Restholz für die Erzeugung von BtL können weitere 2,5 % des Kraftstoffbedarfs in 2030 gedeckt werden. Insgesamt ergibt sich damit ein Anteil am Primärkraftstoffbedarf von knapp 10 %, wenn die gesamte zur Verfügung stehende Fläche für nachwachsende

Rohstoffe für Biokraftstoffe genutzt werden würde. Bevor die BtL-Technologie zur Verfügung steht können wie oben beschrieben aber maximal 6 % des Kraftstoffbedarfs gedeckt werden. Dabei darf nicht vergessen werden, dass damit kein weiteres Potenzial für Strom- und Wärmenutzung zur Verfügung stehen würde.

Tabelle 1

**Potenzielle Anteile von Biokraftstoffen nationaler Herkunft am Primärkraftstoffverbrauch in 2030 (ohne Stroh und Restholz)**

|                                                                            |                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Biokraftstoffpotenziale<br/>Anteil am<br/>Primärkraftstoffverbrauch</b> | <b>3,5 Mio. ha</b><br>(29 % der<br>Ackerfläche) |
| 1. Generation<br>(½ Biodiesel, ½ EtOH)                                     | 6 %                                             |
| 1. und 2. Generation<br>(1/3 Biodiesel, 1/3 EtOH, 1/3 BtL)                 | 7,7 %                                           |

Das **nationale Ziel 8 % (vol.) Beimischung von Biokraftstoffen bis 2015** kann mit der weiteren Nutzung von Biomasse zur Strom und Wärmeumwandlung, selbst wenn zu diesem Zeitpunkt schon eine Fläche von 3,5 Mio. ha zur Verfügung steht, nicht mit Biomasse nationaler Herkunft erreicht werden. Bereits jetzt besteht nach Angaben des BMELV eine sehr hohe Importquote von ca. 66 %. Das noch höhere **Ziel bis 2010 eine Beimischung von 20 % (vol.)** Biokraftstoffen zu erreichen ist selbst bei ausschöpfen des gesamten Flächenpotenzials (auch bei maximaler Annahme von 4 Mio. ha) und zusätzlicher Nutzung der Reststoffe nicht ohne zusätzliche Importe von Biomasse und Bioenergieträgern zu erreichen.

Ein **Ziel von 20 % Volumenbeimischung bis 2020** erscheint mit Biomasse nationaler Herkunft niemals erreichbar, wenn die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln nicht aufgegeben werden soll. Dieses Ziel steht zudem unter der überoptimistischen Annahme einer durchschnittlichen Treibhausgasverminderung von 50 % gegenüber konventionellen Kraftstoffen. Sollte die durchschnittliche Treibhausgasverminderung niedriger sein, erhöht sich nach dem Gesetzesentwurf der Bundesregierung vom 05.12.2007 der mengenmäßige Biokraftstoffanteil sogar noch. Bei einem Wirkungsgrad von 40 % (wie von der Nachhaltigkeitsverordnung gefordert) läge der Biokraftstoffanteil in 2020 sogar bei 25 % (vol.).

Selbst bei einem Ziel von 10 % (vol.) wird es zu **massiven Importen von Biomasse oder Bioenergieträgern** kommen müssen, da zusätzlich zur begrenzten Fläche die schon bestehenden Anlagen zur Strom- und Wärmenutzung weiterhin Rohstoffe

benötigen. Mit jeder weiteren Erhöhung des Beimischungszwangs werden Importe von Biomasse oder Bioenergieträgern also weiter forciert.



### **3            Gibt es einen Zielwiderspruch zwischen Energieversorgungssicherheit und Klimaschutz im Bereich Biomasseproduktion? (vgl. SRU 2007 Kap. 5.1.1)**

Das Ziel der Versorgungssicherheit wird oftmals in der Diskussion als „physische Versorgungssicherheit“ missverstanden. Es bedürfe eines Ersatzes für das endliche Öl – hier gebe es für den Verkehr auf mittlere Sicht keine Alternative zu Agrokraftstoffen. Auf diese mittlere Sicht sind zwar ein Nachfrageüberschuss nach Erdöl und eine weitere signifikante Ölpreiserhöhung plausibel, nicht aber ein physischer Versorgungseingpass. Versorgungssicherheit muss daher ökonomisch begriffen werden. Pikanterweise wird das Argument der Versorgungssicherheit weniger oft in dem Kontext angeführt, in dem es tatsächlich auch politisch bedingte Versorgungsblockaden geben könnte: beim Erdgas.

In einem ökonomischen Verständnis lässt sich das Ziel der Energieversorgungssicherheit mit dem Biomasseeinsatz nur sehr eingeschränkt verfolgen.

Dies liegt zum einen am sehr beschränkten Biomassepotential zum Importersatz (s.o.). Es findet also lediglich eine Diversifizierung der Importquellen statt. In den Exportländern existieren aber – gerade wenn eine effektive ökologische und soziale Flankierung erfolgt – ebenfalls Angebotsgrenzen.

Wegen der grundsätzlichen Knappheit an verfügbarem Land führt der staatlich geförderte Ausbau der Agroenergien zur Verknüpfung der Agrarmärkte an den Energiemärkten. Ein Preisanstieg auf den Weltenergiemärkten wird dann die Nachfrage nach Agroenergien erhöhen, was wiederum zu einem Preisanstieg für agrarische Rohstoffe oder Holz führt. Die Hoffnung auf eine preisdämpfende Wirkung der des Imports von Agroenergien auf die Weltenergiemärkte wird sich dann als illusorisch erweisen.

Agrokraftstoffe erfordern höhere Produktionskosten als konventionelle Kraftstoffe. Die Kostendifferenz lässt sich auch als „Versicherungsprämie“ interpretieren. Nach Untersuchungen des JRC der Europäischen Kommission, liegt diese Versicherungsprämie deutlich über dem, was die EU Staaten ansonsten für Maßnahmen der Versorgungssicherheit (z.B. Reservelager) zu zahlen bereit sind. Paradoxe Weise zahlen in Deutschland die Autofahrer die „Versicherungsprämie“ durch die Umlagerung der Kosten der Beimischungsquote auf den Benzinpreis. Sie erhalten dabei aber keine signifikant zusätzliche Versorgungssicherheit.

Aus diesen Gründen ist das Argument der Versorgungssicherheit im Vergleich zum Argument des Klimaschutzes schwach. Die Förderpolitik sollte sich daher primär an

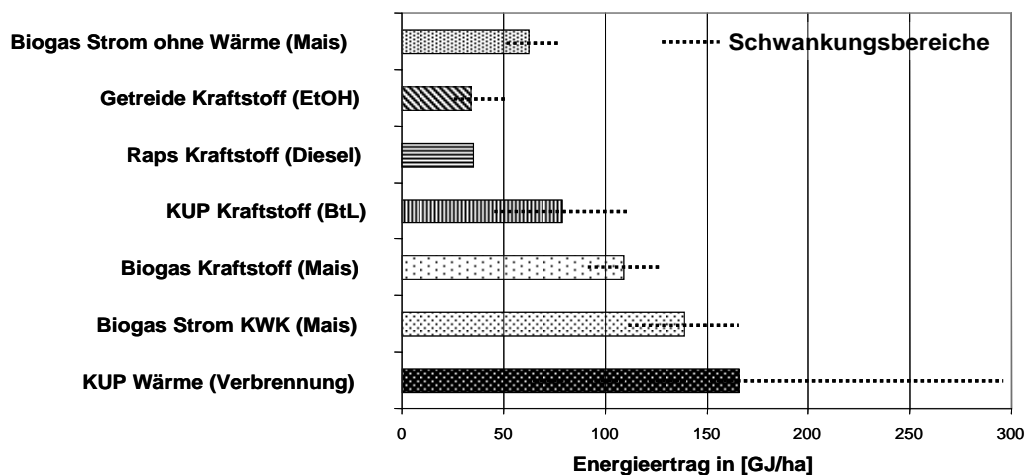
Klimaschutzziele ausrichten. Wie oben dargelegt, wird dann aber der stationäre Einsatz von Biomasse und die Biogasherstellung an Priorität gegenüber der Verflüssigung zu Kraftstoff gewinnen müssen.

#### 4 **Wie kann durch Ganzpflanzennutzung und die Kopplung von Kraftstoff- und Stromproduktion die Energiegewinnung erhöht werden? (vgl. SRU 2007 Kap. 2.3.2)**

Die Übersicht in Abbildung 3 zeigt deutlich, dass die Nutzung von Festbrennstoffen wie Kurzumtriebsplantagenholz zur Wärme- bzw. Kraft-Wärme-Nutzung sowie auch die Kraft-Wärme-Nutzung von Biogas und Pflanzenöl wesentlich höhere Energieerträge pro Hektar ergeben als die Nutzung von Energiepflanzen zur Herstellung von Kraftstoffen sowie zur alleinigen Stromnutzung. Bezüglich der Kraftstoffe ergeben sich bei der Nutzung von Biogas deutlich höhere Energieerträge als bei der Nutzung von flüssigen Biokraftstoffen der ersten Generation wie Ethanol oder Biodiesel und immer noch höhere als bei der Nutzung von Kraftstoffen der zweiten Generation wie beispielsweise BtL. Bei einer Ganzpflanzennutzung durch einen enzymatischen Aufschluss der Lignocellulose bei der Vergärung zu Bioethanol können die Energieerträge von Bioethanol noch gesteigert werden. Doch befindet sich diese Nutzungsmöglichkeit noch im Entwicklungsstadium. Eine weitere Möglichkeit der Energieeffizienzsteigerung bei Bioethanol besteht darin, dass die bei der Ethanol-Fermentation entstehenden Reststoffe (Schlempe) zur Biogaserzeugung und damit zur Stromproduktion genutzt werden. Auch dieses Verfahren zählt noch nicht zum Stand der Technik. Es zeigt aber, dass ein Potenzial bei der Kombination von verschiedenen Nutzenergien zu einer Steigerung der Energieeffizienz führen kann.

Abbildung 3

#### **Übersicht über derzeitige Energieerträge (netto) von nachwachsenden Rohstoffen bei verschiedenen Nutzungspfaden in GJ/ha**



Quelle: SRU 2007 Abb. 2-13

## **5 Welche Bedeutung kommt einer Biogasstrategie zu, die auch biogene Abfallstoffe benutzt? (vgl. SRU 2007 Kap. 3.1.3)**

Biogas aus Abfällen besitzt grundsätzlich eine positive THG-Bilanz. Bei der Verwertung von Gülle werden zusätzlich zu den eingesparten Treibhausgasen durch den Ersatz von Strom oder Wärme aus fossilen Energien Methanemissionen eingespart, die bei der Ausbringung der Gülle auf der landwirtschaftlichen Fläche ohnehin entstanden wären.

Hinsichtlich der Abfälle aus der Industrie und Haushalten ist zu beachten, dass dieses nicht unerhebliche Potenzial ohnehin entsorgt werden muss. Die energetische Nutzung beispielsweise über Biogas stellt eine sinnvolle Verwertungsmöglichkeit für diese Reststoffe dar.

## **6 Welche Technologiepfaden sollten prioritär verfolgt werden? (vgl. SRU 2007 Kap. 3.1.3)**

Die Ergebnisse von Treibhausgas-Bilanzen lassen den Schluss zu, dass die stationäre Nutzung von Biomasse zur Strom- und Wärmeerzeugung vorteilhaft gegenüber der Nutzung von Biomasse als Kraftstoff ist. Weiterhin erweist sich Biogas, unabhängig davon ob es stationär oder für die Mobilität genutzt wird, als vorteilhaft. BtL-Kraftstoffe weisen zwar eine bessere Treibhausgasbilanz auf als Biokraftstoffen der so genannten 1. Generation. Jedoch erscheint nach derzeitigem Stand auch diese Technologie, die erst mittelfristig für eine großtechnische Produktion zur Verfügung steht, gegenüber der stationären ungünstiger zu sein. Es sollte deswegen nur ein mäßiger Ausbau der Biokraftstoffe angestrebt werden.

Die stationäre Nutzung zeigt vor allem bei der Wärmenutzung bzw. bei kombinierter Wärme- und Stromnutzung gute THG-Einsparungspotenziale. Ein Ausbau dieser kombinierten Nutzung sollte deswegen auf jeden Fall angestrebt werden. Generell sollte der Aggregatzustand der jeweiligen Energieträger möglichst nicht mehrfach geändert werden (z. B. Biogas als Erdgassubstitut, Holz zu Wärme statt zu BtL), um möglichst geringe Umwandlungsverluste zu ermöglichen. Auch wenn diese generellen energetischen Grundsätze nicht immer den Marktpraktiken entsprechen, sollten diese auf jeden Fall von der Förderpolitik berücksichtigt werden (vgl. SRU 2007 Tz. 35).

Betrachtet man die Nutzung der Biomasse getrennt nach den zur Verfügung stehenden Fraktionen, sollte bis auf die fermentativ nutzbaren Reststoffe und nachwachsenden Rohstoffe wenig Biomasse für die Kraftstoffherstellung genutzt werden. Feste Biomasse, vor allem der Rohstoff Holz, sollte vielmehr für die Bereitstellung von Wärme eingesetzt werden. Insbesondere die Nutzung für Hochtemperaturprozesswärme in der Industrie stellt einen sinnvollen Einsatz dar, da keine andere erneuerbare Energie diese substituieren kann. Hinsichtlich Strom und Raumtemperatur bieten sich zusätzlich und langfristig die erneuerbaren Energiequellen Windkraft, Solarthermie und Geothermie als Substitute an. Wichtig ist aber auch eine verstärkte Nutzung in Nahwärmenetzen statt in Einzelfeuerstätten. Die Biomassenutzung sollte demnach nicht isoliert von anderen erneuerbaren Energien hinsichtlich ihrer Klimaschutzpotenziale betrachtet werden. Ziel sollte vielmehr die Entwicklung eines ganzheitlichen Konzeptes für einen klimaschutzoptimierten Einsatz aller Energieträger sein.

## **7           Worin besteht und wie groß ist der energetische Vorteil von so genannten Biokraftstoffen der 2. Generation im Vergleich zu jenen der ersten? (vgl. SRU 2007 Tz. 3)**

Gegenüber der 1. Generation von Biokraftstoffen bietet die 2. Generation den Vorteil, dass nicht nur Teile der Energiepflanzen (wie beispielsweise ölhaltige Früchte), sondern die ganze Pflanze inklusive des Lignocellulosegerüsts nutzbar ist, sodass höhere Energieerträge pro Hektar Anbaufläche erzielt werden können. Gegenüber Biodiesel sind die Energieerträge in etwa doppelt so hoch (siehe Abbildung 3).

BtL-Kraftstoffe (synthetische Kraftstoffe): Für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen aus fester Biomasse wird zunächst aus der Biomasse durch thermochemische Umwandlung (Vergasung) mit anschließender Gasreinigung und -konditionierung das so genannte Synthesegas (Mischung aus H<sub>2</sub> und CO) erzeugt. Aus dem Synthesegas werden dann über eine katalytische Hydrierung (Fischer-Tropsch (FT)-Synthese) Kohlenwasserstoffe synthetisiert. Als Produkte können ein dieselähnlicher Kraftstoff (FT-Diesel) oder Ottokraftstoff sowie FT-Naphta, Methanol oder Dimethylether hergestellt werden. Signifikante Beiträge des BtL-Kraftstoffs zum gesamten Auto-Kraftstoffbedarf können nicht vor 2020 erwartet werden. In der bei der Vergasung als Reststoff verbleibenden Schlacke sind die Nährstoffe wie Phosphor, Kalzium, Magnesium und Kalium durch den Hochtemperatur-Prozess fest eingebunden. Für eine Rückführung dieser Nährstoffe auf landwirtschaftliche Flächen muss noch ein Verfahren entwickelt werden, um diese wieder pflanzenverfügbar zu machen.

Bioethanol aus Lignocellulose: Zu den Biokraftstoffen der 2. Generation zählt auch aus Lignocellulose gewonnenes Bioethanol. Die Gewinnung verläuft über einen mikrobiologischen Fermentationsprozess, der im Grundprinzip der Produktion von Bioethanol der 1. Generation ähnelt. Der Unterschied besteht in einem erhöhten Aufwand, die Rohstoffe zur mikrobiologischen Umsetzung verfügbar zu machen. Um eine möglichst umfassende Konversion der in der Lignocellulose enthaltenden Polysaccharide zu Bioethanol zu gewährleisten, wurden ethanogene Mikroorganismen biotechnologisch modifiziert. Ähnlich der BtL-Technologie wurde die Bioethanolgewinnung aus Lignocellulose bis in den Pilotmaßstab entwickelt, kann jedoch noch nicht als Stand der Technik bezeichnet werden.

## Zitierte Literatur

CONCAWE, EUCAR (European Council for Automotive R&D), European Commission - Joint Research Centre (2006): Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. JRC. Well-to-wheels report Version 2b.

CONCAWE, EUCAR (European Council for Automotive R&D), European Commission - Joint Research Centre (2004): Well-to-wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. JRC.

FNR (2008) : Entwicklung der Anbaufläche. Gülzow: FNR. URL : <http://www.fnr.de/> (Stand 15.02.1008)

SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (2007): Sondergutachten. Klimaschutz durch Biomasse. Berlin: Erich Schmidt Verlag. ISBN 978-3-503-10602-8. URL: <http://www.umweltrat.de/>

Vollmer, C. (2007): Nachhaltige Biomassegewinnung und -nutzung aus Sicht des Umweltbundesamtes. In: Nelles, M., Gienapp, C. (2007): Bioenergieland Mecklenburg-Vorpommern. Tagungsband 1. Rostocker Bioenergieforum. Rostock: Universität Rostock Institut für Umweltingenieurwesen (Hrsg.). ISBN 978-3-86009-013-8.