

# **Erdöl-Verknappung und Biotreibstoffe**

## **Zu den Kriterien von zukunftsfähigen biogenen Treibstoffen**

*Prof. em. Dr. Ernst Schimpff*

Ismaninger Str. 3a, D-85356 Freising

Tel. 08161-81354, Fax. 08161-887079

[eschimpff@hotmail.com](mailto:eschimpff@hotmail.com)

[www.bv-pflanzenoele.de](http://www.bv-pflanzenoele.de)

Die alte Gretchenfrage der Motoren-Industrie, die 2006 mit der Einführung des Biokraftstoff-Quotengesetzes offenbar endgültig beantwortet schien, ist neu entfacht: Sind Biotreibstoffe wie Bioethanol und Biodiesel in immer höheren Anteilen Benzin bzw. Diesel beizumischen, oder nur als Reinkraftstoffe mit einer entsprechenden Motoranpassung einzusetzen?

Sind biogene Treibstoffe überhaupt umweltschonend und nachhaltig herstellbar? Steht der Anbau von Energiepflanzen zur Treibstoff-Herstellung nicht immer in Konkurrenz zum Lebensmittelanbau? Und sind alle Biotreibstoffe gleich oder differenziert unterschiedlich zu beurteilen? Welche sind die entscheidenden Kriterien?

Diesen Fragen soll im folgenden nachgegangen werden und in einem Ausblick Perspektiven für eine nachhaltige Mobilität und ergänzende Energieversorgung aufgezeigt werden.

### **‚Vorwürfe‘ gegen Agro-Kraftstoffe**

In weltweit verbreiteten Pressemeldungen seit Beginn des Jahres 2007 kommt zum Ausdruck, dass biogene Treibstoffe für Hunger in der Welt (Tortilla-Krise), für verstärkte Kohlendioxid- und hohe Lachgas-Emissionen (Steigerung des Treibhaus-effektes und des Klimawandels), für die Minderung der Biodiversität (Monokulturen) und für die Regenwald-Zerstörung (besonders in Brasilien, Indonesien und Malaysia) verantwortlich seien.

Derart heftige und pauschalierende Angriffe auf die junge, gerade entstehende Branche der Biotreibstoffe auch vonseiten von namhaften Wissenschaftlern haben ihre Wurzeln offenbar weniger in sachgerechten Bewertungen, als vielmehr in der Unsicherheit, wie es mit immer weniger Mineralöl auch angesichts dramatisch steigender Preise von Treibstoffen, Dünger-, Futter- und Nahrungsmitteln und drohendem Hunger in vielen Ländern weiter gehen soll.

Zweifellos kann die sehr energieintensive, konventionelle Landwirtschaft, die heute noch mit hohem Mineraldünger-Einsatz und überwiegend in Monokulturen für die Erzeugung von mehr als 90% aller Nahrungs- und Futtermittel zuständig ist, nicht auch noch auf die Produktion von Biotreibstoffen ungehemmt ausgedehnt werden. Dies kommt erstmals auch in einer unmißverständlichen Kritik der UN an der

industriellen Agrarproduktion zum Ausdruck (SZ vom 16.4.08, S.1: „UN fordern radikale Reform der Landwirtschaft“).

Hier gilt es, neue, weniger aufwändige und naturnähere Landbewirtschaftungsformen zu entwickeln und anzuwenden, die selbstverständlich keine Regenwald-Zerstörung erfordern, die nicht als Mono-, sondern als Polykulturen biodiversitätssteigernd (z.B. Mischfrucht- und Agroforst-Systeme) angelegt werden, die keine Lachgas- und keine zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen (ja sogar in der Lage sein sollten, Kohlenstoff wieder in die Böden zurückzuspeichern), und die selbstverständlich keine Flächenkonkurrenz zum Nahrungsmittelanbau darstellen dürfen.

Sind das utopische Forderungen? Einige Beispiele zeigen, dass ein Wandel hin zu einer naturnahen Landwirtschaft, die die genannten Probleme nicht kennt, durchaus möglich ist, wenn ein solcher Wandel denn politisch gewollt ist.

### **Umweltschonender und sozialverträglicher Energiepflanzen-Anbau**

In Indien z. B. sind hochproduktive Böden dem Nahrungsmittelanbau vorbehalten. Nur degradierte bzw. flachgründige Grenzertragsböden werden mit der Purgiernuß (*Jatropha curcas*) für die Biotreibstoff-Herstellung angebaut. Im tropischen Kolumbien werden Ölpalm-Plantagen (*Elaeis guineensis*) vorwiegend auf Savannenböden (ohne Regenwald-Rodung!) angelegt. In den Zwischenräumen der im 9m x 9m-Abstand gepflanzten Jungpalmen können im ersten und zweiten Jahr Maniok, Mais, Bohnen und Erdnüsse kultiviert werden. Im dritten und vierten Jahr werden z.B. Bananen und Papaya gepflanzt. Im fünften bis zwölften Jahr gedeihen Kakao und Kaffee unter dem lichten Schatten der Palmkronen. Erst danach werden die Flächen zwischen den Palmen mit Leguminosen (z.B. Kudzu) bedeckt, die den Phosphor in den Böden pflanzenverfügbar machen und Luftstickstoff binden. Wenn solche Ölpalm-Plantagen jährlich hintereinander in 20 bis 30 Jahren angelegt werden, gibt es neben dem Ölertrag immer genug Nahrungsmittel für die ländliche Bevölkerung der Region. Darüberhinaus sind solche Agroforst-Systeme vielfältiger und weniger anfällig für Krankheiten und Schädlinge, als die immer noch vorherrschenden Ölpalmen-Monokulturen.

In Mitteleuropa sind Mischkulturen von Sommerweizen, Gerste, Hafer und Erbse mit Leindotter (*Camelina sativa*) seit etwa 10 Jahren bekannt. Neben dem normalen Getreide-Ertrag sind um die 100 Liter hochwertiges Leindotteröl pro Hektar und Jahr zu erzielen. Beim Erbsen-Leindotter-Gemisch sind sogar um ca. 30 % höhere Erbsen-Erträge und bis zu 250 Liter Leindotteröl je Hektar und Jahr zu erreichen. Neben der Unkraut-Unterdrückung durch das Leindotter kommt beim Erbsenanbau auch die wertvolle Stützfunktion des Leindotters hinzu (BVP - BRAND, MAKOWSKI & SCHRIMPF, 2003) (SCHRIMPF, 2006b)

### **Aufwand beim Energiepflanzen-Anbau**

Der Aufwand spielt eine Schlüsselrolle für mögliche Treibhausgas-Emissionen (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O), für weitere negative Umweltauswirkungen wie Bodenversauerung, Eutrophierung und Boden-erosion, sowie für Biodiversitätsverluste bei den Bodenorganismen. Zu betrachten sind drei unterschiedliche Bereiche, nämlich

- Intensität der Bodenbearbeitung (Maschinen-Einsatz)

- Intensität der Mineraldüngung bzw. einer organischen Düngung
- Intensität des erforderlichen ‚Pflanzenschutzes‘ (Biozid-Einsatz)

### Die Intensität der Bodenbearbeitung

Sie hat im Laufe der Industrialisierung – und besonders nach dem 2. Weltkrieg – Dank des möglichen Maschinen-Einsatzes mit billigem (fossilem) Treibstoff erheblich zugenommen: Tiefes, wendendes Pflügen oder Lockern der Böden ist besonders in den Industriestaaten zu einem Standard geworden, von dem nur mit Mühe wieder abgewichen wird. Dabei kommt es zur Zerstörung der natürlichen Bodenstruktur (eine wesentliche Voraussetzung zur Bodenerosion), zur Vernichtung der feingeschichteten Lebensgemeinschaften im Boden (Biodiversitätsverluste) und zur Beschleunigung der mikrobiellen Mineralisierung von organischer Substanz im Boden, also Abbau der Kohlenstoff-Vorräte und erhöhte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Zudem wird für die intensive Bodenbearbeitung viel (fossiler) Treibstoff benötigt, dessen Verbrennung zu zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen führt.

In Erkenntnis dieser Tatsachen und aus Rationalisierungsgründen gehen deshalb immer mehr Landwirte auf eine flache Minimal-Bodenbearbeitung über. Hierbei werden nur die oberen 5 bis 10 cm des Bodens bearbeitet. Damit nimmt die Erosionsanfälligkeit der Böden ab, die Bodenorganismen werden weniger beeinträchtigt (geringere Biodiversitätsverluste) und auch ein Abbau von Humus findet weniger statt. Zudem kommt es zu einem geringeren flächenbezogenen Treibstoff-Verbrauch. Damit gehen die CO<sub>2</sub>-Emissionen in solchen Betrieben deutlich zurück.

Eine dritte Stufe der signifikanten Reduzierung der Bearbeitungsintensität wird mit der Null-Bodenbearbeitung erreicht: Im wahrsten Sinne des Wortes ‚null Bodenbearbeitung‘, nicht einmal vor dem Säen. Der Boden wird lediglich leicht angeritzt, um den Samen einzubringen. Die ständige Pflanzendecke schützt den Boden vor Austrocknung und jeglicher Erosion. Alle Bodenlebewesen führen ein ungestörtes Dasein (optimale Biodiversität). Und der Kohlenstoff-Vorrat des Bodens wird nicht angetastet, im Gegenteil, er kann sich weiter aufbauen. Die Null-Bodenbearbeitung wird inzwischen in Ländern wie Argentinien und Südbrasilien (Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul) auf mehr als 20 Millionen Hektar seit etwa 1990 erfolgreich praktiziert (zum Vergleich: Deutschland verfügt über insgesamt 12 Millionen Hektar Ackerland). Erosionsprobleme gibt es seit dem nicht mehr, und die Erträge für z.B. Mais und Sojabohnen stiegen um mehr als 60% (BROT FÜR DIE WELT & GREENPEACE 2001:70, 80), (SCHRIMPF, 2007a).

### Die Intensität und Art der Düngung

Sie spielt sowohl indirekt als auch direkt für die Treibhausgas- sowie für die Eutrophierungsfrage eine Rolle. Verwendet man Mineraldünger (insbesondere mineralischen N-Dünger), dann ergibt sich allein aus der Vorkette der industriellen Dünger-Herstellung eine erhebliche (fossile) Energie- und CO<sub>2</sub>-Last. Der Einsatz von Mineraldüngern selbst führt zum Abbau der Humusvorräte in den Böden und damit zu zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Stickstoff-Dünger verursachen darüberhinaus häufig N<sub>2</sub>O (Lachgas-) Emissionen.

Verwendet man dagegen angemessen nur organische Dünger (Mist, Gülle, Mulch u.a.), reichert man den Boden mit organischer Substanz an, die humifiziert zu einer zusätzlichen Kohlenstoff-Speicherung führen kann.

### Die Intensität von Pflanzenschutzmaßnahmen

In einem Betrieb gibt sie nicht nur darüber Auskunft, wie gut der Anbau im Einklang mit der Natur steht, sondern wie hoch die Biodiversität an Beikräutern, Insekten und Bodenorganismen einzuschätzen ist. Im Prinzip gilt: Je weniger Biozide (Herbizide, Insektizide u.a.) eingesetzt werden, desto effizienter und naturnäher wirtschaftet der Betrieb.

### **Biotreibstoff-Erzeugung aus Energiepflanzen**

Nach dem ersten Produktionsschritt, nämlich dem Anbau von Energiepflanzen, ist dieser zweite Schritt der industriellen Treibstoff-Erzeugung aus Energiepflanzen hinsichtlich der Nachhaltigkeitsfrage der wichtigste.

Es sollten folgende drei Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- Ganz- bzw. Teilpflanzen-Nutzung für die Treibstoff-Erzeugung
- Erforderlicher Aufwand bei der Treibstoff-Erzeugung
- Ressourcen- und Energie-Effizienz bei der Erzeugungskette

### Ganz- bzw. Teilpflanzen-Nutzung

Die Leistungsfähigkeit von verschiedenen Biokraftstoffen wird häufig aus deren Flächenproduktivität abgeleitet, wobei eine Maximierung der Flächenerträge einziger Maßstab ist. So gesehen schneiden Biomethan aus Biogas und Bioethanol durch jeweilige Ganzpflanzen-Nutzung von z.B. Mais am besten ab, und Pflanzenöle z.B. aus Raps oder Sonnenblume ‚hinken‘ durch eine anscheinend geringere Flächenproduktivität hinterher.

An dieser Stelle wird jedoch meist übersehen, daß die Nutzung von Raps und Sonnenblume wertvolle Haupt- und Nebenprodukte ergibt, die alle energetisch nutzbar sind: Bei den eingesetzten Samen fallen – von den Schalen abgesehen – rund zwei Drittel hochwertiges Eiweiß und ein Drittel Pflanzenöle an. Die Pflanzenöle stellen also nur ein Nebenprodukt der ausgepressten Saat dar. Hauptbestandteil ist der eiweißreiche Preßkuchen, der - kaltgepreßt gewonnen – ein vorzügliches Futter- und Nahrungsmittel darstellt und nach Europa importiertes Soja-Schrot voll ersetzt.

Darüberhinaus steht noch das Raps- oder Sonnenblumen-Stroh zur Verfügung, das schon heute für die Biogas-, zukünftig auch für die Bioethanol-Erzeugung eingesetzt werden könnte. Rechnet man diese Einsatzmöglichkeiten hinzu, schneidet die Pflanzenöl-Option sogar besser ab, als die Ganzpflanzen-Nutzung von Mais für Bioethanol oder Biogas. Ferner ist zu bedenken, daß Stroh auch als „Futter“ für die Bodenorganismen wie Regenwürmer und Springschwänze anzusehen ist: Überläßt man das Stroh dem Acker, erhöht sich die Biodiversität, die Ertragsfähigkeit und natürlich auch der Humusgehalt der Böden. Es kommt zu einer zusätzlichen Kohlenstoff-Bindung (SCHRIMPF, 2007b).

Unter diesem Gesichtspunkt ist eine Ganzpflanzennutzung für Biotreibstoffe wenig sinnvoll, ja auf Dauer sogar als kontraproduktiv zu sehen: Der Ganzpflanzen-Ansatz würde schrittweise zu einer Verarmung der Böden mit Biodiversitätsverlusten führen.

### Aufwand bei der Treibstoff-Erzeugung

Für die Herstellung der verschiedenen Biotreibstoffe ist der Aufwand in Abhängigkeit der Prozessketten-Länge sehr unterschiedlich: Während Pflanzenöl als ein fertiger Treibstoff in den Fettvakuolen der Samen oder Früchte vorliegt und nur durch mechanische Auspressung und nachgeschalteter Reinigung durch Sedimentation und Filtration gewonnen werden kann, kommt bei Biodiesel der Prozeß der Umesterung des Pflanzenöles mit Hilfe von Kali-Lauge und 11% Methanol (heute noch aus Erdgas hergestellt) hinzu.

Für die Biogas-Gewinnung muß eine anaerobe Vergärung von nichtholziger Biomasse, wie z.B. Mist, Gülle und Mais-Häcksel, sowie organische Cosubstrate vorgeschaltet werden und das Biogas entschwefelt und zu Biomethan veredelt werden. Der Aufwand ist gegenüber der Pflanzenöl- und Biodiesel-Herstellung höher. Um Bioethanol zu gewinnen, muß eine alkoholische Vergärung von Zuckersaft (Zuckerrohr, Zuckerrüben) bzw. Stärke (Kartoffel, Roggen u.a.) erfolgen bzw. ein enzymatischer Aufschluß von Cellulose (Stroh, Holz) vorgeschaltet werden. Der Aufwand bezogen auf Aufschluß, Vergärung, Destillation und Verabsolutierung des Rohalkohols ist gegenüber der Biogas-Herstellung nochmals größer.

Ein noch höherer Aufwand muß bei der Biomethanol-, Biowasserstoff- und vor allem bei der BtL- (Biomass to Liquids) Herstellung getrieben werden: mehrstufige Synthesegas-Erzeugung, Methanol-Synthese bzw. aufwändige Fischer-Tropsch-Synthese aus Synthesegas.

In der genannten Reihenfolge ist der zunehmende Aufwand auch mit einer zunehmenden Zentralisierung der Produktionsanlagen verbunden (von << 1 MW thermischer Leistung bei Pflanzenölen bis >> 1000 MW thermischer Leistung bei BtL, vgl. Tab. 1, Sp.1). Mit der Zentralisierung von Produktionsanlagen treten auch immer längere Transportwege für die Biomasse-Beschaffung und für die Wiederausbringung der Reststoffe bzw. Verteilung der Biotreibstoffe auf. Lange Transportwege bedeuten aber einen hohen (fossilen) Treibstoff-Verbrauch mit entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### Ressourcen-Effizienz

In der Regel wird sich die Ressourcen-Effizienz als umgekehrt proportional zum Aufwand bei der Biokraftstoff-Produktion erweisen. Eine Massenbilanz von eingesetzter Biomasse zu erzeugtem Biotreibstoff kann die Ressourcen-Effizienz hinreichend genau beschreiben.

Bei Pflanzenöl dürfte die Massenbilanz bei knapp über 1 liegen, bei BtL dagegen bei über 9, d.h. aus 1000 kg Holz können maximal 110 kg BtL-Kraftstoff hergestellt werden (s. WUPPERTAL INSTITUT & FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH, 2006:1).

### Energie-Effizienz

Eine wesentliche Größe zur Beurteilung der ökologischen Qualität eines Biokraftstoffes ist die Energie-Effizienz bei seiner Herstellung. Sie läßt sich anhand einer Energiebilanz ermitteln, in dem das Verhältnis von der im Biotreibstoff enthaltenen Energie (Output) zu der bei der Herstellung benötigten Energie (Input) errechnet wird (Output/Input-Verhältnis). Die Größenordnungen der Energie-Effizienz der verschie-

denen Biotreibstoffe schwankt zwischen  $< 0,2$  und  $> 30$  und geht aus Tab. 1, Sp. 3 hervor.

### **Bewertung der Biotreibstoff-Erzeugung**

Im Hinblick auf die Fragen der Ganz- bzw. Teilpflanzen-Nutzung, des erforderlichen Aufwandes bei der Treibstoff-Herstellung und auch der Ressourcen- und Energie-Effizienz der einzelnen Biotreibstoffe stellt sich heraus, daß Pflanzenöl mit Abstand am besten abschneidet. Warum ist dieses Ergebnis in der öffentlichen Wahrnehmung bisher kaum angekommen? Welche weiteren Kriterien lassen sich heranziehen, um diese erste Bewertung zu erhärten oder abzuschwächen? An den Anfang sei eine Definition des Naturtreibstoffs ‚Pflanzenöl‘ gestellt.

### **Definition von Pflanzenöl**

Pflanzenöl ist biochemisch gespeicherte Sonnenenergie höchster Dichte. Jedem Samenkorn hat die Natur eine Portion Pflanzenöl mitgegeben: Eine geniale Starthilfe, um den Sämling unter den verschiedensten Umweltbedingungen und noch völlig unabhängig von Licht und Nährstoffen die Chance zur Wurzel- und Sproßbildung zu geben. Im Vergleich zu Biofeststoffen (Holz, Stroh) & Biogas stellt Pflanzenöl die dichteste Energieform der Photosynthese dar. Mit einer Energiedichte von rund 9,2 kWh je Liter liegt es ziemlich genau zwischen Benzin (8,6 kWh/l) und Diesel (9,8 kWh/l). Im Gegensatz zu Benzin und Diesel ist Pflanzenöl jedoch regenerativ, CO<sub>2</sub>-neutral und frei von Schwefel, Schwermetallen und Radioaktivität.

Es besteht nur aus Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und ein wenig Sauerstoff (O) im Verhältnis von etwa C<sub>60</sub>H<sub>120</sub>O<sub>6</sub>.

### **Herstellungsaufwand**

Der erforderliche Aufwand bei der Treibstoff-Herstellung ist beim naturbelassenen Pflanzenöl minimal. Nur 5 bis 15% Fremdenergie müssen zu seiner Herstellung eingesetzt werden. Deswegen schneidet es bei der Energie-Effizienz mit 85 bis 95% am besten ab. Während Biodiesel mit rund 70% auch noch recht gut ist, liegen gemäß ZUBERBÜHLER et al. (2003) Wasserstoff und Methanol zwischen 50 und 60 %, ‚SunFuel‘ (= FT-Fuel oder BtL= Biomass to Liquid) jedoch zwischen 30 und 40%.

Eine genaue Energiebilanz der sehr aufwändigen Prozesskette von ‚Sun Fuel‘ (u.a. komplizierte Synthesegas-Herstellung, zusätzliche Wasserstoff-Bereitstellung, Fischer-Tropsch-Synthese) sind die Befürworter dieses ‚Idealtreibstoffs‘ der Politik und der Öffentlichkeit bisher schuldig geblieben. Grundüberlegungen deuten darauf hin, daß die Energie-Effizienz von ‚Sun Fuel‘ nicht einmal 20 % betragen könnte (KAISER & SCHRIMPF, 2003; vgl. auch WUPPERTAL-INSTITUT & FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH, 2006).

Darüber hinaus sind nach LURGI (2004) nur zentrale Großraffinerien in der Größe von mehr als 1000 MW thermischer Leistung und Tagesproduktionskapazitäten ab 6.000 Tonnen Treibstoff wirtschaftlich tragfähig. Hierfür müßten ca. 44.000 Tonnen Holz täglich angeliefert werden. Aus deutschen Wäldern jedoch können solche gigantischen Mengen an Holz nicht nachhaltig bezogen werden.

In Tabelle 1 sind neun biogene Treibstoffe aufgeführt. Sie werden bezüglich ihres Produktionsaufwandes und der wirtschaftlichen Mindestgröße der Produktionsanlagen (Sp. 1), ihrer Energiedichte (Sp. 2), der Herstellungseffizienz (Sp. 3) und der angestrebten bzw. schon realisierten Marktpreise (Sp. 4) verglichen. (SCHRIMPF, 2006a)

**Tab. 1: Flüssige Biogene Treibstoffe im Vergleich**

<i>Bio-Treibstoff</i>	<i>Gewinnung Anlagengr.(MW<sub>th</sub>)</i>	<i>Energiedichte kWh / L</i>	<i>Effizienz O/I-Verh.</i>	<i>Preis* Euro/L</i>
SunFuel (BtL)	s. aufwändig in Großraffinerien >> 1000 MW <sub>th</sub>	8,9	0,1 – 0,2	(0,6) ??
Wasserstoff (H <sub>2</sub> )	aufwändig in zentralen Anlagen 500-1000	2,3	0,8 – 1,1	> 2,0 ?
Biomethanol	aufwändig in Großanlagen 10 – 500	5,0	0,8 – 1,1	(~ 0,6)
-				
Bioethanol (konv)	aufwändig in Großanlagen 10 – 500	6,2	~ 1,3	(~0,6)
Bioethanol/Biogas	aufw. in landw. Großbetrieben 1 – 10	6,2	~ 2,5	(~0,5)
<b>Biodiesel (RME)</b>	zentral: 10 - 500 dezentr.: 1- 10	<b>8,7</b>	<b>3,1</b>	<b>~ 1,1</b>
-				
<b>Pflanzenöl (Raps) (konvent. Anbau)</b>	zentral: 1 – 10 dezentr.: < 1	<b>9,2</b>	<b>6,7</b>	<b>~ 0,9</b>
Pflanzenöl (Raps) (ökolog. Anbau)	dezentr.: < 1	9,2	14,2	> 1,--
Pflanzenöl (Leindotter) (Mischfrucht-Anbau)	dezentr.:< 1	9,2	31,8	(< 0,5)

\* Preise in Klammern ( ) sind bisher nicht realisiert, werden jedoch angestrebt

Werte zu den Energiedichten gemäß OECD 1997 und B. Widmann 1998

O/I-Verh. = energetisches Output-Input-Verhältnis nach der Herstellung

für SunFuel eigene Schätzungen, für Wasserstoff & Biomethanol nach Zuberbühler, Specht et al. (2003), für Bioethanol n. T. Senn (2004), für Biodiesel & Raps (konv.) n. E. Schrimpf (2002), für Öko-Raps & Leindotter gem. L. Sergis-Christian & Brouwers, J.(2005)

Bei der Frage nach der Herstellungseffizienz wird das Output-Input-Verhältnis der zur Herstellung benötigten (Input) zur anschließend dann verfügbaren Energiemenge (Output) betrachtet. Nur Werte größer 1 machen energetisch einen Sinn, weil nur dann mit einem Energiegewinn gerechnet werden kann. Je größer dieser Quotient ausfällt, desto vorteilhafter ist der jeweilige Bio-Treibstoff. Unter diesem Gesichtspunkt sind Biomethanol, Wasserstoff und besonders SunFuel (BtL) sehr fragwürdig. Dagegen erweisen sich die Pflanzenöle mit einem Gewinn des 6,7 bis 32-fachen der eingesetzten Energie deutlich den anderen Bio-Treibstoffen überlegen. Die Steigerung von 6,7 auf 14,2 im ökologischen Anbau ergibt sich dadurch, dass keine energieaufwändigen Spritzmittel und Mineraldünger verwendet werden, Die weitere Steigerung auf fast 32 ist durch einen Mischfruchtanbau von Sommergetreide (Weizen, Gerste oder Hafer) mit dem anspruchslosen Leindotter zu erklären.

**Fazit:** Im Vergleich zu den anderen biogenen Treibstoffen schneidet Pflanzenöl in Bezug auf sein geringes Gefahrenpotenzial (keine Flüchtigkeit, keine Wassergefährdung, keine Explosionsneigung, träge Brennbarkeit), seine unübertroffene Energiedichte und seine konkurrenzlos günstige Energiebilanz mit Abstand am besten ab.

### **Offizielle Bewertung durch die Bundesregierung**

Angesichts dieses Fazits und der Bewertung zur Biotreibstoff-Erzeugung oben verwundert es, welche Biokraftstoff-Einteilung und Förderpolitik die Bundesregierung vorgenommen hat:

- Treibstoffe der 1. Generation (Pflanzenöl, Biodiesel, Bioethanol aus *Stärke und Zucker* und Biogas) sind minderwertig,
- Treibstoffe der 2. Generation (Bioethanol aus *Lignocellulose*, BtL und Biowasserstoff) sind hochwertig !

Demgemäß werden die marktgängigsten Biotreibstoffe (Biodiesel und Pflanzenöl) seit 2006 drastisch besteuert. Begründung des Bundesfinanzministeriums (2.3.07): „Sofern es im Pflanzenölbereich tatsächlich zu Absatzeinbrüchen kommt, gilt: Es kann nicht Aufgabe der Steuerpolitik sein, ein technisch minderwertiges und unter Umweltaspekten zweifelhaftes Produkt auf einen Preis herunter zu subventionieren, der es für Käufer attraktiv macht“ (aus Informationsvermerk des BMF zur Besteuerung von Pflanzenöl). Argumentation des Bundesumweltministers Gabriel am 18.3.07 in München: „Die Besteuerung der Biokraftstoffe war notwendig, um die Treibstoffe der 2. Generation voranzubringen“.

Während Pflanzenöl und Biodiesel bis 2012 den vollen Steuersatz von 0,45 € je Liter zu tragen haben werden, ist BtL von jeglicher Besteuerung befreit, und die BtL-forschenden Firmen erhalten großzügige Fördergelder zusätzlich ausbezahlt. Und Erdgas ist als fossiler Treibstoff bis Dezember 2018 mit einem massiv vergünstigten Steuersatz versehen! (EnergieStG v. 2006, § 2, Abs. 1 u. 2)

### **Biotreibstoffe – Zumischungspartner oder Reinkraftstoffe ?**

Die eingangs erwähnte Gretchenfrage der Motoren-Industrie scheint nun auch politisch verstanden worden zu sein: Eine beliebig hohe Zumischung von Bioethanol zu Benzin bzw. Biodiesel zu Diesel ist motortechnisch ohne Anpassung der Motoren



nicht umsetzbar. Wenn aber Zumischungen eine Motoranpassung erfordern, warum nicht gleich die Motore für Reinkraftstoffe wie Pflanzenöl oder E85 (85% Ethanol und 15% Benzin) entwickeln und auf den Markt bringen? E85-Fahrzeuge werden seit Jahren in Brasilien und Schweden problemlos gefahren, und die Motor-Anpassung an reinen Pflanzenöl-Treibstoff ist weit fortgeschritten (vgl. GRUBER, G., 2007:252-256).

### **Effizienz der motorischen Nutzung**

Die Zweigleisigkeit der Fahrzeug-Industrie (Otto- und Diesel-Motoren) ist eine Remineszenz der Erdölwirtschaft: Bei der Raffination von Erdöl entstehen u.a. die zwei Fraktionen von Benzin und Diesel, die heute beide noch abgesetzt werden müssen. Dieser Zwang, den die Erdölwirtschaft uns auferlegt, sollte allmählich aufgehoben werden, um den effizienteren Motoren weltweit zum Durchbruch zu verhelfen.

Es ist bekannt, daß die Effizienz der motorischen Verbrennung von Otto-Motoren, die mit Benzin bzw. Bioethanol in Zumischungen bis 85% betrieben werden können, deutlich schlechter als die von Diesel-Motoren ist. Letztere werden mit Diesel-Treibstoff und können – angepaßt bzw. umgerüstet – mit Biodiesel und reinem Pflanzenöl gefahren werden. Die Umrüst-Technologie ist in Deutschland weit fortgeschritten: Mehr als 30.000 Fahrzeuge sind bereits mit reinem Pflanzenöl als Treibstoff im Verkehr und fahren in aller Regel problemlos. Im Traktorenbereich wurden die ersten Pflanzenöl-Serienmotoren entwickelt und kommen noch 2008 auf den Markt (John Deere, Deutz-Fahr und Fendt, vgl. auch GRUBER, G. (2007:254-256) und AGRITECHNICA (2007).

### **Ausblick**

Der ‚Peak of Oil‘ ist offenbar überschritten, die Verknappung an Erdöl schreitet rasch voran: Die stetig steigenden Preise für Erdöl (inzwischen über 100 US\$ pro barrel) belegen es. Für 2015 soll es ein Angebotsdefizit von Erdöl auf dem Weltmarkt von mehr als 15% geben. Alternative Treibstoffe sind also dringend gefragt. Können wir es uns leisten, bis 2020 auf synthetische Biotreibstoffe wie BtL zu warten, deren Ressourcen- und Energie-Effizienz zudem so problematisch ist?

Bei dem zunehmenden ‚Sprit-Hunger‘ in der Welt wird äußerste Effizienz erforderlich sein: Effizienz in der Motortechnik (deutlich geringere Treibstoff-Verbräuche) und Effizienz bei der Herstellung der Biotreibstoffe. Die energieeffizientesten Treibstoffe, allen voran Pflanzenöle, werden kommen.

Darüberhinaus wird es zumindest im Pkw-Bereich eine Ablösung des Verbrennungsmotors durch den Elektromotor innerhalb der nächsten 12 Jahre geben, der wesentlich energieeffizienter, abgas- und lärmfrei arbeitet. Die bisherige Einschränkung durch eine unzureichende Batterie-Technologie scheint innerhalb der nächsten 5 Jahre u.a. mit der Lithium-Ionen-Nanobatterie überwunden zu werden. Und eine nachhaltige Strom-Erzeugung wird ausreichend mit Hilfe von Photovoltaik-Anlagen auf allen Dächern, Windkraft im Binnenland und Geothermie-Anlagen in schon 10 Jahren möglich sein.

Somit werden wahrscheinlich nur Lkw mit großen Lasten und landwirtschaftliche Traktoren weiter Verbrennungsmotoren benötigen, die mit reinem Pflanzenöl z.B. aus Purgiernüssen fahren werden, Die Fülle an noch nicht entdeckten oder noch nicht durchgezüchteten Ölpflanzen in der Welt ist sehr groß. Das Pflanzenöl-Potenzial sollte deshalb für den landwirtschaftlichen, den Lkw-Verkehr und für den Betrieb von Blockheizkraftwerken im Winterhalbjahr voll ausreichen.

## Quellen

AGRITECHNICA (2007): „Serienmäßige Pflanzenöl-Traktoren“ in energie & pflanzen Nr. 5, 2007, S.64  
„Aufgalopp der Pflanzenöltraktoren“ in energie & pflanzen Nr. 6, 2007, S. 56

BROT FÜR DIE WELT & GREENPEACE (2001): „Ernährung sichern – Nachhaltige Landwirtschaft, eine Perspektive aus dem Süden“ Brandes & Apsel: WeltThemen 2, 119 S.

BVP – BRAND, D., MAKOWSKI, N. & SCHRIMPF, E. (2003): „Mischfruchtanbau“, 5-seitiges Faltblatt des Bundesverbandes Pflanzenöle e.V. (BVP)

GRUBER, G. (2007): „Reines Pflanzenöl auf dem Weg zum Serienmotor“ 1. Intern. Pflanzenöl-Symposium Erfurt am ? Verhandlungsband S. 249-260

KAISER, T. & SCHRIMPF, E. (2003): „Überlegungen zur Energiebilanz der ‚Sun Fuel‘- (Choren-Fuel)-Herstellung“ unveröff. 2 S.

SCHRIMPF, E. (2001): „Treibstoff der Zukunft: Wasserstoff oder Pflanzenöl?“ energie pflanzen III (2001), S.28-31

SCHRIMPF, E. (2002): „Biodiesel oder Pflanzenöl? – Zur Frage nach der besseren Treibstoffstrategie“ IFAS, Inst. f. angew. Stoffstrommanagement, Biomasse-Tagung 21.-22.11.2002, Umwelt-Campus Birkenfeld

SCHRIMPF, E. (2006a): „Die Stellung von Pflanzenöl im Vergleich mit anderen biogenen Kraftstoffen“ energie & pflanzen, 6/2006, S. 52-53

SCHRIMPF, E. (2006b): „Palmöl kann auch nachhaltig erzeugt werden“ energie & pflanzen 6/2006, S. 55

SCHRIMPF, E. (2007a): „Minimal- oder Nullbodenbearbeitung“ Beitrag zum 1. Humus-Symposium Kaindorf/ Osterreich am 2.-3.4.07. Verhandlungsband S. 25-31

SCHRIMPF, E. (2007b): „Biomasse – massenhaft verfügbar?“ bioland 10/2007, S. 8-9

SENN, T. (2004): „Bioethanol: Treibstoff der Zukunft? – Energie-, Öko-und Kostenbilanz einer dezentralen nachhaltigen Produktion“. Tagungsband BioEnTa 2004, Witzenhausen, S. 47-53

SERGIS-CHRISTIAN, L. & BROUWERS, J.(2005): „Dezentral hergestelltes, kaltgepresstes Pflanzenöl (konv. Raps, Öko-Raps, Leindotter im Mischfruchtanbau) im ökologischen Vergleich mit Dieselkraftstoff“. Arbeitsergebnisse Sonderh. 3, Aachen / Witzenhausen, Zeitschr. d. AG Land- u. Regionalentw. am FB Ökolog. Agrarwissensch. der Univ. Kassel

SZ (Süddeutsche Zeitung) Nr. 89 v. 16.4.08, S. 1: „UN fordern radikale Reform der Landwirtschaft“

WUPPERTAL-INSTITUT & FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH (2006): „Strategische Bewertung der Perspektiven für synthetische Kraftstoffe auf Basis fester Biomasse in NRW“ Kurzfassung S. 1-6

ZUBERBÜHLER, SPECHT, WEST & BANDI (2003): „Alternative Fuel Concepts – Competence Network Renewable Fuels“ in: 4<sup>th</sup> Intern. Colloquium Fuels, W.J.Bartz (Ed), S. 61