



# ***Biokraftstoffe***



**Dr. Hardwin Traulsen**

## **Biokraftstoffe**

Februar 2009

Dr. Hardwin Traulsen war bis zum Eintritt in den Ruhestand Geschäftsführer des RKL und der DEULA SH.

Herrn P. Dönges danke ich für die kritische Durchsicht. Er war bis 2007 Motor- und Ölspezialist bei der DEULA Schleswig-Holstein. (H. Traulsen)

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Prof. Dr. Yves Reckleben

Am Kamp 15-17, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-708110, Fax: 04331-7081120

Internet: [www.rkl-info.de](http://www.rkl-info.de); E-mail: [mail@rkl-info.de](mailto:mail@rkl-info.de)

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

<b>Gliederung</b>	<b>Seite</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>915</b>
<b>2. Biodiesel</b> .....	<b>918</b>
2.1 Eigenschaften .....	919
2.2 Lagerung.....	922
<b>3. Pflanzenöl</b> .....	<b>923</b>
3.1 Eigenschaften .....	924
3.2 Umrüstsysteme .....	926
3.2.1 Eintankanlagen .....	926
3.2.2 Zweitankanlagen .....	927
3.3 Rapsöl-Diesel-Mischungen .....	927
3.4 Blockheizkraftwerke .....	928
<b>4. Ethanol</b> .....	<b>929</b>
<b>5. Methan aus Biogas</b> .....	<b>931</b>
<b>6. Biomass to Liquid (BTL)</b> .....	<b>931</b>
<b>7. Ökonomie</b> .....	<b>932</b>
<b>8. Literatur</b> .....	<b>932</b>

## 1. Einleitung

Zu den biogenen Kraftstoffen zählen Alternativen zu Benzin oder Diesel auf der Basis nachwachsender Rohstoffe. Die Biokraftstoff-Fachwelt ist zurzeit sehr verunsichert. Nach euphorischer Hochstimmung im Jahr 2006 und der Hoffnung über Treibstoff vom Acker, ein weiteres Standbein für die Landwirtschaft zu schaffen, kam der tiefe Einbruch. Die Biokraftstoffsteuer hat schon in der ersten Stufe zu Einbrüchen geführt, die weiteren Stufen werden biogene Kraftstoffe für die meisten Verbraucher endgültig uninteressant machen.

Tab. 1:

<b>Jahr</b>	<b>Steuersätze Pflanzenöl [Cent/l]</b>	<b>Steuersätze Biodiesel [Cent/l]</b>
2006-2007	0	9,0
2008	10	14,9
2009	18	18,3
2010	26	24,5
2011	33	30,4
2012	45	42,2
ab 2013	45	45,0

Wichtig bleibt aber, dass **die Landwirtschaft von der Biokraftstoffsteuer ausgenommen ist.**

Zurzeit wird diskutiert, auch die Speditionen von der Biokraftstoffsteuer zu befreien. Andere Stimmen fordern sie ganz zu streichen, weil nur so der politisch gewollte Anteil von 17 % des Treibstoffverbrauchs aus nachwachsenden Rohstoffen - genannt werden auch 20% - bis zum Jahr 2020 zu erreichen ist.

Ein Lichtblick aus der Sicht der Landwirtschaft ist auf der anderen Seite der Beimischungszwang von ca. 5 % biogener Kraftstoffe zum Diesel. Erwartet wird, dass dieser Anteil auf 7,3 % im Jahr 2009 und 12 % ab 2020 erhöht wird. .

Die Biokraftstoffsteuer ist ein gutes Beispiel für die Marktmacht der Ölmultis. Den Beimischungszwang haben die Mineralölfirmen schlucken müssen, aber natürlich kaufen sie den vorgeschriebenen Anteil dort ein, wo er am billigsten ist und in Qualitäten, die gerade noch die DIN-Werte für Diesel und Benzin gewährleisten. Wenn mit dem Biokraftstoffanteil Geld zu verdienen ist, werden die Mineralöl Konzerne Herstellung und Vertrieb dieses Anteiles in die eigenen Hände nehmen. Es dürfte Landwirten deshalb kaum möglich sein, in Konkurrenz dazu auf Dauer hohe Gewinne aus dem Verkauf des vorgeschriebenen Anteiles biogener Kraftstoffe zu machen.

Die Branche ist aber noch durch weitere Punkte verunsichert:

- Missernte in einem kleinen Teil der Erde, Getreidenachfrage in Entwicklungsländern und Flächenbedarf für andere nachwachsende Rohstoffe haben zeitweise zu ungeahnten Getreidepreisen geführt. Der Rapspreis orientiert sich am Getreidepreis (etwa doppelter Weizenpreis). Deshalb ist Pflanzenöl knapper und teurer geworden. So teuer, dass es auch ohne Biokraftstoffsteuer als Treibstoff nicht wettbewerbsfähig ist. Man kann von folgenden Richtgrößen ausgehen, um die biogene Kraftstoffe billiger sein müssen als fossile, um für den Verbraucher interessant zu sein.

**Tab. 2:**

<b>RME <sup>*)</sup></b>	mind. 10 Ct/l unter Diesel
<b>Pflanzenöl</b>	mind. 25-35 Ct/l unter Diesel
<b>Ethanol</b>	mind. 40 Ct/l unter Benzin

<sup>\*)</sup> Rapsmethylester

- Bei Preisvergleichen ist wichtig, welche Mengen an Treibstoff abgenommen werden und in welcher Region Preise verglichen werden.
- Biokraftstoffe dürfen auch auf stillgelegten Flächen angebaut werden, aber die Zwangs-Stilllegung ist ausgesetzt.

- Biokraftstoffe werden wegen der hier höheren Treibstoffsteuer vor allem in Deutschland diskutiert. Das führt zu Problemen mit den Motorherstellern, die sich weigern spezielle Motorausrüstungen für bestimmte Länder zu liefern. Im Jahr 2007 wurden 8 % des Kraftstoffverbrauches durch Biokraftstoffe abgedeckt.
- Über viele Jahre war Raps das alleinige Grundöl für biogene Alternativen zu Diesel. Durch die gestiegenen Rapspreise sind Soja-, Palmöl und andere Pflanzenöle starke Konkurrenten geworden.

**Tab. 3:**

<b>Biokraftstoffe für den Einsatz in Großmotoren</b> Pflanzenöle im Vergleich zu Dieselkraftstoff								
Kennwert	Einheit	Dieselkraftstoff	Rapsöl	Sonnenblumenöl	Leinöl	Sojaöl	Olivenöl	Palmöl
Dichte	g/cm <sup>3</sup>	0,83	0,915	0,925	0,933	0,93	0,92	0,92
Kin. Viskosität (bei 20°C)	mm <sup>2</sup> /s	ca. 2	74	65,8	51	63,5	83,8	39,6
Heizwert	MJ/kg	43	35,2	36,2	37,0	39,4	40,0 *)	35
Cetanzahl		50	40	35,5	52,5	38,5	39	42
Flammpunkt	°C	55	317	316	320	330	325	267

\*) Angabe des Brennwertes

Quelle: Mollenhauer, Handbuch Dieselmotoren

- Sojaöl wird im Allgemeinen 10 Ct/l unter Rapsöl, Palmöl 20 Ct/l billiger gehandelt. Wichtig ist deshalb, dass für Landwirte nur solche Biokraftstoffe von der Biokraftstoffsteuer befreit sind, die den DIN-Normen entsprechen (DIN 51605 Rapsölkraftstoff bzw. DIN 14214 RME). Die DIN 14214 kann auch mit gewissen Anteilen anderer Pflanzenöle als Rapsöl erfüllt werden. Im Sommerdiesel können diese Anteile höher sein als im Winterdiesel. Dagegen ist bei der Vornorm für Pflanzenöl 51605 Rapsöl als Grundlage vorgegeben.
- Für die pro ha erzeugbaren Mengen an Treibstoff werden oft beachtliche Zahlen genannt (siehe Tabelle 4). Wenn auch noch Nebenprodukte wie Strohstoppeln usw. verwertet werden, steigen diese Zahlen noch mal an. Für die Nutzer von Biokraftstoffen sind sie aber eigentlich bedeutungslos. Für die Wirtschaftlichkeit ist nicht entscheidend welche Menge/ha, sondern zu welchen Kosten der Treibstoff bereitgestellt werden kann.

Tab. 4:

<b>Biokraftstoff</b>	<b>Ertrag l/ha</b>
Biodiesel aus Raps	1.408
Rapsöl	1.420
Bioethanol aus Zuckerrüben	4.054
Bioethanol aus Getreide	1.660
Bioethanol aus Lignozellulose	640
Bioethanol aus Zuckerrohr (Brasilien)	4.197
BtL (Biomass-to-Liquid)	3.907
Biogas (Biomethan aus Silomais)	4.977
Bio-Wasserstoff	4.742

Quelle:UFOP

## 2. Biodiesel

Raps-Methyl-Ester (RME) ist der älteste und am weitesten verbreitete Biokraftstoff. Vor allem ist er in Deutschland, Österreich, Schweden und einigen (wenigen) anderen Ländern an öffentlichen Tankstellen zu haben. RME wird hergestellt aus Rapsöl, das mit ca. 10 % Methanol (aus der Erdölproduktion) verestert wird. Nach Reinigung und weiterer Aufbereitung erhält man daraus Biodiesel und ca. 10 % Glycerin. Glycerin kann an die chemische Industrie verkauft werden oder aber auch in Biogasanlagen eingesetzt werden, sofern es nicht als Futter für z. B. Rinder oder Schweine verwendet wird.

Der Hauptaufwand liegt nicht in der Veresterung, sondern in der Aufbereitung des Treibstoffes, um bestimmte Grenzwerte einzuhalten.

**Tab. 5:** DIN 14214 Rapsmethylester

Eigenschaften	Einheiten	Grenzwerte	
		Min.	Max
Ester-Gehalt	% (m/m)	96,5	
Dichte bei 15°C	kg/m <sup>3</sup>	860	900
Viskosität bei 40°C	mm <sup>2</sup> /s	3,5	5
Flammpunkt	°C	über 101	
Grenzwerte der Filtrierbarkeit (CFPP)			
15.04. bis 30.09.	°C		0
01.10. bis 15.11.	°C		-10
16.11. bis 28.02.	°C		-20
01.03. bis 14.04.	°C		-10
Schwefelgehalt	mg/kg		10
Koksrückstand (von 10% Destillationsrückstand)	% (m/m)		0,03
Zündwilligkeit (Cetanzahl)		51	
Asche (Sulfatasche)	% (m/m)		0,02
Wassergehalt	mg/kg		500
Gesamtverschmutzung	mg/kg		24
Korrosionswirkung auf Kupfer (3h bei 50°C)	Korrosion sgrad		1
Oxidationsstabilität, 110°	h	6	
Säurezahl	mg/KOH/g		0,5
Methanolgehalt	% (m/m)		0,2
Gehalt an Linoleinsäure-Methylester	% (m/m)		12
Gehalt an Fettsäure-Methylester mit mehr als 3 Doppelbindungen	% (m/m)		1
Monoglyceride	% (m/m)		0,8
Diglyceride	% (m/m)		0,2
Triglyceride	% (m/m)		0,2
Freies Glycerin	% (m/m)		0,02
Gesamtglycerin	% (m/m)		0,25
Iodzahl	g Iod/100 g		120
Phosphorgehalt	% (m/m)		10
Alkaligehalt (Na + K)	% (m/m)		5

Trotz DIN kann sich der am Markt angebotene RME deutlich unterscheiden. Auf jeden Fall sollte man sich zusichern lassen, dass die Ware der DIN 14214 entspricht. In den USA wird sog. US-Biodiesel auf der Basis von Sojaöl angeboten. Deutz z. B. hat Motoren für 100 % RME aber nur für 20 % Anteil an Sojamethylester freigegeben.

## 2.1 Eigenschaften

Alle Biokraftstoffe haben einen fast geschlossenen CO<sub>2</sub> Kreislauf, d. h. es wird in der Vegetation soviel CO<sub>2</sub> in die Pflanze eingelagert, wie beim Verbrennen wieder freigesetzt wird. Allerdings sind die CO<sub>2</sub> Mengen, die bei der Herstellung von Maschinen, Dünger oder Pflanzenschutzmitteln freigesetzt werden, dabei im Allgemeinen nicht berücksichtigt.

Für die meisten Verbraucher war der geringere Preis von RME im Vergleich zu Diesel entscheidend. Wenn man einen Mehrverbrauch von 5 % unterstellt, sowie gewisse Leistungsminderung, sollte der Preisabstand mindestens 10 Ct/l betragen.

Ende 2006/ Anfang 2007 trifft dies nur noch für Landwirte, die die Biokraftstoffsteuer auf Antrag zurück erhalten zu. Das Jahr 2007 dürfte den größten Biodieselabsatz erreicht haben: 7 Mio. Tonne in der EU. Damit war die Produktionskapazität (15 Mio. t/a) noch nicht einmal zur Hälfte ausgelastet. Die großen Mineralölkonzerne haben nie Biodiesel angeboten und auch kein Interesse, dies zu ändern. Besser erscheint ihnen die vorgeschriebenen Biokraftstoffmengen in der Raffinerie aufzubereiten. Natürlich wäre der Landwirtschaft damit wieder eine Möglichkeit der Wertschöpfung genommen.

Die AGQM (Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel) prüft unangemeldet Biodiesel. Daneben gibt es aber nach wie vor auch Biodiesel minderer Qualität am Markt, der zu größeren Mehrverbräuchen und Minderleistungen bis hin zu Motorschäden führen kann.

Biodiesel kann in Dieselmotoren ohne Umbau oder Veränderungen eingesetzt werden. Für PKW gibt es z. Zt. allerdings keine Freigaben von den Motorherstellern, bei LKW ist die Freigabe für den Einsatz von RME Verhandlungssache. Für die meisten Landmaschinen gibt es inzwischen viele Freigaben für Biodiesel. Bei Landmaschinen liegt es an den Landwirten weiter Druck auf die Hersteller auszuüben, um generelle Freigaben zu erhalten. Vor etwa 10 Jahren waren die weitaus meisten Schlepper für den Einsatz von RME freigegeben, aber es interessierte keinen Landwirt. Daraufhin haben die meisten Hersteller auf RME-Freigaben verzichtet, auch wenn die Kosten für RME feste Ausrüstung gering sind:

RME feste Kraftstoffleitungen (Viton) sowie Dichtungen in Einspritzpumpen.

Anfangs wurde behauptet, Common-Rail-Motoren seien für RME ungeeignet. Inzwischen gilt diese Technik als besonders geeignet für Biodiesel und nach entsprechender Umrüstung auch für Pflanzenöl pur.

RME enthält fast keinen Schwefel, der Russanteil ist deutlich geringer (-50 %), auch die sonstigen Schadstoffgehalte sind geringer als im Diesel, bis auf NOX (+10 %).

Biodiesel hat die Wassergefährdungsklasse 1 (Diesel 2) und ist biologisch abbaubar.

Nach längeren Diskussionen mit dem UBA steht heute wohl fest, dass die Erzeugung vom RME eine positive Energiebilanz aufweist, nämlich 1:2 (1:3 wenn man auch das Stroh mitberücksichtigen würde).

Negative Eigenschaften von RME sind: Im Allgemeinen kann man mit einem Mehrverbrauch von 5 % rechnen, je nach Motoreinsatz usw. kann der Mehrverbrauch in einem weiten Bereich von 2-20% schwanken. Bei höherer Leistung scheint der Verbrauch stärker anzusteigen, als bei Diesel.

RME löst Kunstharzlacke, nicht aber der Acryllacke (Metallic) und Sonderfarben (Fendt). Er klebt stark und Verschmutzungen beim Tanken auf Metallic-Lack führen zu unansehnlichen (schwarzen) Stellen.



Der Kaltstart ist etwas schlechter als bei Diesel, aber auch nicht problematisch. Motoren ohne Katalysator erzeugen beim Betrieb mit RME einen typischen (unangenehmen) Geruch, insbesondere wenn der Motor kalt ist.

RME konnte man in Deutschland 2007 an fast 2.000 Tankstellen bekommen, fast ausschließlich aber nur an freien Tankstellen. Aufgrund der Marktlage ist das Angebot aber rückläufig; Ende 2008 noch ca. 900 Tankstellen mit sinkender Tendenz. Im Ausland ist die Verbreitung von RME-Tankstellen sehr unterschiedlich, aber selbst in Ländern wie Schweden, Österreich, Italien und Spanien deutlich eingeschränkt gegenüber den Dieseltankstellen.

RME wird wie Diesel in Sommer- und Winterqualität angeboten (01. November bis 01. April). Im Sommer kann die DIN 14214 mit großen Anteilen anderer Pflanzenöle erfüllt werden. Für Winterqualität kann nur wenig Rapsöl durch andere Öle ersetzt werden.

Für Rapsöl wie für Biodiesel gilt, dass der Einsatz bei höheren Temperaturen besser ist als bei niedrigen Temperaturen. Die 10.000 l Agrardiesel sollte man deshalb vornehmlich bei niedrigen Temperaturen im Winter einsetzen.

Das Ölwechselintervall sollte bei Biodiesel wie Rapsöl mindestens halbiert werden. Entsprechende Ölkosten sind bei der Gesamtkalkulation zu berücksichtigen, fallen aber nicht ins Gewicht. Man kann sich an die erforderliche Grenze auch heran tasten, durch Ölanalysen z. B. bei den Firmen:

WEARCHECK GmbH  
Keschelweg 28  
83098 Brannenburg  
Tel.: 08034-9047-0, Fax: -47  
Internet: [www.wearcheck.de](http://www.wearcheck.de)  
E-mail: [info@wearcheck.de](mailto:info@wearcheck.de)

ASG  
Analytk-Service GmbH  
Trentiner Ring 30  
86356 Neusäss  
Tel.: 0821-486251-8, Fax: -9  
E-mail: [info@asg-analytik.de](mailto:info@asg-analytik.de)

Es werden auch kleinere Veresterungsanlagen für den dezentralen Einsatz auf landwirtschaftlichen Betrieben angeboten. Der Vorteil ist, dass eine Zwischenhandelsstufe ausgeschaltet wird. Der Aufwand für die Biodiesel-Herstellung in Normqualität ist aber nicht unerheblich. Für die Erfüllung der Beimischungsquote scheiden dezentrale Anlagen bei derzeitiger Marktlage aus. Bei Anlagekosten wie Personaleinsatz ist bei größeren Anlagen mit Kostendegression zu rechnen, auch wenn die Anlagen für vollautomatischen Betrieb ohne Fachpersonal angepriesen werden, z. B.

Mecan AG  
Werkzeugmaschinen Industrie Haslen  
CH-9245 Oberbühren  
Tel. 0041-7175010-80, Fax. -81  
E-mail: [ad@mecan.ch](mailto:ad@mecan.ch)  
Anlagen mit 1.500 t und 4.500 t  
Leistung pro Jahr

IBG Monforths Oekotec  
An der Waldesruh 23  
41238 München-Glattbach  
Tel. 02166-8682-90, Fax. -44  
Biodieselanlagen mit 500 m<sup>3</sup> bis  
4.000 m<sup>3</sup> RME pro Jahr

Die Anlagen sind aus verschiedenen Modulen aufgebaut und können bis auf mehrere 10.000 t Jahreskapazität erweitert werden.

Als Rohmaterial werden pflanzliche Öle wie Rapsöl, Sojaöl, Palmöl, Olivenöl, Sonnenblumenöl, Jatrophaöl usw. verwendet. Aber auch tierische Fette wie Rinder-, Schweine-, Geflügel-, Fischöl usw. werden eingesetzt. Alt-Speiseöle enthalten oft auch Tieröle. Aus Dänemark wird auch über die Herstellung von Biodiesel aus Schlachtabfällen berichtet. Neutrale Untersuchungen zum Einsatz von Altfetten oder tierischen Fetten kennen wir nicht. Die Norm 14214 gilt jedoch nur für Pflanzen Methyl-Ester.

Bei der Umstellung auf Biodiesel ist zu beachten, dass dieser Ablagerungen im Kraftstoffsystem und Motor löst. Deshalb sollte nach den ersten ca. 100 Stunden Betrieb der Kraftstofffilter getauscht werden.

Die Vorschriften zum Einbau von Russfiltern in Dieselfahrzeuge haben dem Biodiesel schwer geschadet. Zumindest wurde die angebliche Unverträglichkeit von Russfiltern mit Biodiesel zum Anlass genommen, die Freigaben für Biodiesel zurückzunehmen.

Nach Untersuchungen von Wichmann Universität Rostock, können offenen Partikelfilter auch beim Betrieb mit Rapsöl verwendet werden. Werden nur Raffinate oder Teilraffinate eingesetzt, kann auch mit geschlossenen Partikelfiltern gearbeitet werden.

## **2.2 Lagerung**

Pflanzenöle und auch RME sollten möglichst dunkel und kühl gelagert werden, geschützt vor Sonneneinstrahlung und Temperaturschwankungen.

Beim Bunkern großer Mengen sollte man also schon mal rechnen bis wann diese Menge verbraucht sein dürfte. In der Vergangenheit war dieser Punkt nicht so wichtig. Bei gestiegenen Rapsölpreisen wird der Anteil an anderen Pflanzenölen aber bis an die Grenze heraufgesetzt, so dass die DIN Werte gerade noch eingehalten werden. Dadurch kann es bei tieferen Temperaturen zu Problemen kommen. Lagertanks für Biodiesel sollten ebenso wie die für andere Pflanzenöle, mindestens einmal pro Jahr vollständig gereinigt werden. Behälter bis 1.000 l könnte man mit zwei Personen noch einfach umdrehen (bei entsprechenden Auffangbehältern). Darüber dürfte in jedem Falle eine Tankreinigungsfirma empfehlenswert sein. Tankreinigungen werden aber über Vermittlung der RME-Anbieter deutlich günstiger angeboten, als Reinigungen von Heizöltanks (ab 150,00 €).

Leitungen im Lager und auch Umrüstsysteme selbst dürfen kein Kupfer oder Messing enthalten. Kupfer reagiert mit Rapsöl und verschlechtert die Oxidationsstabilität.

Dagegen bestehen gegen die Lagerung auch in einfachen, unbeschichteten Stahltanks keine Bedenken mehr.

Werden alte Dieseltanks mit RME befüllt, müssen sie vorher vollständig entleert werden, weil RME (im Gegensatz zu Rapsöl) mit Diesel chemisch reagiert.

Während RME Wasser gefährdend ist, wenn auch schwach, sind reine Pflanzenöle nicht als Wasser gefährdend eingestuft. Der TÜV stuft Kaltgepresstes Rapsöl anders ein als raffiniertes wegen der enthaltenen chemischen Lösungsmittel. Auch wenn keine besonderen Vorschriften gelten, bleibt der Betreiber für den sicheren Umgang mit Pflanzenöl verantwortlich. Wie z. B: bei Milch oder anderen Nahrungsmitteln gehen von der Grundsubstanz keine Gefahren aus. Dennoch kann z. B: das Einleiten in Gewässer große Umweltschäden hervorrufen.

Wasser wird in Biodiesel gelöst, deshalb gibt es kein freies Wasser. Die Grenzschicht Wasser-Treibstoff ist Voraussetzung für das Wachsen von Hefen, Pilzen oder Bakterien. Obwohl immer wieder das Gegenteil behauptet wird, gibt es deshalb im Gegensatz zu Diesel keine Probleme mit diesen biologischen Verunreinigungen im RME.

RME kann in jedem Verhältnis mit Diesel gemischt werden. Dennoch ist die getrennte Lagerung empfehlenswert aber nicht mehr vorgeschrieben. D. h. bei Vergleichsrechnungen ist eventuell eine neue, zusätzlich Tankanlage zu kalkulieren. Die Lagerung von Biokraftstoffen wird vom Staat (über die FNR, Fachagentur nachwachsender Rohstoffe) noch mit 40 % bezuschusst. Voraussetzung sind mindestens drei Vergleichsangebote und mindestens fünf Jahre Einsatz für die Lagerung von Biokraftstoffen. Auch wenn für die Lagerung von Pflanzenöl keine besonderen Bestimmungen gelten, ist empfehlenswert, die Bestimmungen für die Lagerung von Diesel oder RME (die noch in den Bundesländern unterschiedlich sind), einzuhalten, um die Tankanlage eventuell später auch für die Lagerung von Diesel verwenden zu können.

Werkstätten haben von Biodiesel nichts und halten deswegen auch nichts davon. Während man sonst über Nachteile bestimmter Modelle nichts erfährt, weiß fast jeder Monteur Schreckliches über Biodiesel zu berichten.

### **3. Pflanzenöl**

Es gibt wohl kein Pflanzenöl, das noch nicht für den Motorbetrieb probiert wurde. Schon Diesel experimentiert damit. In größeren Umfang eingesetzt wurden insbesondere Raps-, Soja-, Palmöl aber auch viel andere. Generell kann Pflanzenöl in einem Motor nur nach einem Umbau eingesetzt werden. Für Rapsölkraftstoff gilt die Norm 51605, die im Handel einzuhalten ist und unbedingt ausdrücklich als

Geschäftsgrundlage vereinbart werden sollte. Es werden auch viele nicht genormte Öle eingesetzt. Bei dem 100-Schlepper-Programm der Universität Rostock 2005 war etwa die Hälfte der Öle nicht in Ordnung. Bei der Erhebung der DEULA SH war die Ölqualität deutlich besser (Felderprobung Rapsöl pur, P. Dönges und Dr. H. Traulsen)

### 3.1 Eigenschaften

Tab. 5:

<b>E DIN V 51605 - Rapsölkraftstoff (06/2005)</b>				
Eigenschaften	Einheit	Grenzwert		Vergleichs- werte Sojaöl
		min.	max.	
Visuelle Beurteilung	-	keine Verunreinigungen, sedimentefreies Wasser		
Dichte bei 15°C	kg/m <sup>3</sup>	900,0	930,0	923
Flammpunkt P. M.	°C	220	-	> 200
Kin. Viskosität bei 40°C	mm <sup>2</sup> /s	-	36,0	33
Heizwert	kJ/kg	36.000	-	37.150
Zündwilligkeit	-	39	-	> 45
Koksrückstand	% (m/m)	-	0,40	0,40
Jodzahl	g Jod/100 g	95	125	128
Schwefelgehalt	mg/kg	-	10	< 5
Gesamtverschmutzung	mg/kg	-	24	< 24
Säurezahl	mg KOH/g	-	2,0	0,15
Oxidationsstabilität bei 110°C	h	6,0	-	6,0
Phosphorgehalt	mg/kg	-	12	< 8
Magnesium + Calcium	mg/kg	-	20	<10
Oxidasche	% (m/m)	-	0,01	0,02
Wassergehalt	mg/kg	-	750	0,02

Pflanzenöl hat etwa die Viskosität von Motoröl, deshalb wird es im Allgemeinen durch Erwärmen auf 60-70° C dünnflüssiger gemacht. Oft werden die Förderpumpen verstärkt und die Leitungsquerschnitte vergrößert. Die Schlepperhersteller haben sich in der Vergangenheit mit Motorfreigaben für den Einsatz von Pflanzenölen auch in umgerüsteten Motoren sehr schwer getan. Die Umrüstung war mehr Sache der Werkstätten, die bestimmte Umrüstsysteme angeboten haben. Die Zahl umrüstender Werkstätten wurde zeitweilig mit 200 angegeben, die Zahl der Umrüstsysteme mit 12-20. Insider schätzen, dass die derzeitige Marktlage und zukünftige Abgasnormen die Zahl der Umrüster auf 4-5 schrumpfen lässt.

Zur Agritechnica 2007 haben Deutz und Fendt insgesamt 3 Motorgruppen für Rapsöl pur freigegeben. Die Motoren sind mit einem Zweitanksystem umgerüstet, haben common rail Technik mit elektronischer Motorregelung und Kraftstoffvorheizung.

Das Auspressen des Öles aus ölhaltigen Körnern ist technisch ein sehr einfacher Vorgang. Aufwändiger ist schon die Flüssigkeit soweit aufzuarbeiten, dass sie weitgehend frei von Sink- und Schwebstoffen ist und die Normwerte einhält. Die z. Zt. diskutierten Grenzwerte für P, Ca und Mg sind für dezentrale Anlagen ein Problem. Nachbehandlungen durch Absorbtion oder Adsorption dürften erforderlich werden.

Man unterscheidet die Kaltpressung und die Raffination und daneben Kaltpressen bis 30°C, Warmpressen bis 40°C und Heißpressen über 60°C. Je höher die Temperatur desto größer die Gefahr, dass Phosphor und Schleimstoffe im Öl zu finden sind. Bei der **Kaltpressung** wird durch mechanischen Druck bei Temperaturen von maximal 40° C das Öl ausgepresst, der Presskuchen enthält ein Restölgehalt von ca. 10 %, er ist ein gutes, eiweißreiches Tierfutter.

Bei der **Raffination** wird aus dem Ölpreskuchen das restliche Öl mit Lösungsmitteln bei Temperaturen bis 60° C herausgelöst. Das übrig bleibende Schrot kann ebenfalls als Tierfutter genutzt werden. Die Ölausbeute ist besser, aber das Öl enthält mehr unerwünschte Begleitstoffe, die anschließend an die Raffination entfernt werden müssen. Generell ist sowohl kaltgepresstes Öl als auch Raffinat für den Motorbetrieb geeignet seien. Entscheidend ist die weitere, DIN gerechte Aufbereitung. Die DIN-Werte sind bei (zentralen) Anlagen mit Raffination aber leichter einzuhalten als in (dezentralen) Anlagen mit Kaltpressung. Abgesehen von der Kostendegression in größeren Anlagen ist die Ölausbeute besser (der Ölkodex etwas weniger wert), so dass das raffinierte Öl etwas billiger angeboten wird.

Bei der Einteilung von Fahrzeugen in Schadstoffklassen wird der Einsatz von Biodiesel oder Pflanzenöl pur nicht berücksichtigt, weil ja auch Diesel eingesetzt werden könnte. Motorenhersteller wie z.B. VW oder Mercedes begründen die Rücknahme der Freigaben für RME damit, dass Russfilter geschädigt würden. Untersuchungen der Universität Rostock (v. Wichmann) zeigen dagegen, dass offene Partikelfilter problemlos sind bei Biodiesel wie Pflanzenöl, bei raffiniertem Rapsöl auch geschlossene Partikelfilter.

Es wird sowohl über Mehr- als auch Minderleistung beim Betrieb mit Pflanzenöl berichtet, physikalisch erklärbar und oft nachgemessen sind ca. 5 % Minderleistung.

Oft wird Raps-Methyl-Ester oder Biodiesel mit Rapsöl verwechselt. Deshalb ist es besser von „Rapsöl pur“ zu sprechen. Rapsöl pur wurde in den letzten Jahren vor allem von Speditionen im größeren Umfang eingesetzt. Mit der Biokraftstoffsteuer und steigenden Ölpreisen ist der Verbrauch an Biokraftstoffen in diesem Sektor stark eingeschränkt worden.

Ein Probelauf der FAL (jetzt Thünen-Institut) mit erwärmtem Rapsöl gab höhere Emissionswerte krebserregende Stoffe (wie Dieselmotoren der 70er Jahre). Untersuchungen des TFZ Straubing in der ETH, Schweiz, und der Universität Rostock zur Mutagenität der Partikelemissionen kamen zu gegenteiligen Ergebnissen.

Die Firma bioltec evolv-ram GmbH berichtet, dass mit ihrem Russfilter das Krebserregungspotential gegenüber Dieselabgase mindestens halbiert werden konnte (Weilhammer, U., Abgase und Pflanzenkraftstoffe – neueste Untersuchungen und Lösungen zum Thema „Mutagenität“, Internat. Kongress zu Pflanzenöl-Kraftstoffen, Erfurt 2007 und Wichmann, V., Rapsölmürstungen an Dieselmotoren - Notwendigkeiten und deren Umsetzung, ebenfalls Tagungsband Internationaler Kongress zu Pflanzenölkraftstoffen, Erfurt 2007).

Im Gegensatz zu Diesel verdampfen Rapsöl und Biodiesel nicht, sammeln sich also im Motoröl an, deshalb die verkürzten Motorölwechselzeiten. Wird ein bestimmter Anteil überschritten, wird das Motoröl dünnflüssiger und dann in kurzer Zeit so fest wie Margarine. Diese sog. Polymerisation bedeutet dann das Ende des Motors.

Saisonmaschinen, die mit Biodiesel oder Rapsöl betrieben werden, sollten vor der Winterruhe mit Diesel betankt werden und das Motoröl vor dem Winter gewechselt werden

Pressanlagen mit denen Treibstoff hergestellt werden soll, sind beim Hauptzollamt anzumelden, Rapsöl von Stilllegungsflächen ist z. B. mit 3 % RME zu vergälten. Die Selbsterzeugung von Pflanzenöltreibstoff in Ackerbaubetrieben bringt vor allem zwei Probleme: 70 % des Treibstoffes werden in 3 Monaten verbraucht und der Rapskuchen ist in Ackerbaubetrieben kaum zu verwenden. Beides sieht in viehhaltenden Betrieben deutlich besser aus.

## 3.2 Umrüstsysteme

### 3.2.1 Eintankanlagen

Bei dem 100-Schlepper-Programm der Universität Rostock 2003-2005 sollten ursprünglich nur Eintanksysteme untersucht werden. Diese sind zwar in der Handhabung die komfortablere Variante, aber offensichtlich sind sie viel schwieriger zu beherrschen als die Zweitankanlagen, die auf Diesel gestartet und auch abgestellt werden und nur bei höheren Motortemperaturen mit Pflanzenöl betrieben werden. Bei Eintankanlagen wird das Pflanzenöl z. B. in einem Vorbehälter oder unmittelbar an der Einspritzdüse erwärmt. Es ist aber nicht zu verhindern, dass auch kalter, dickflüssiger Kraftstoff gefördert werden muss.

### 3.2.2 Zweitankanlagen

Zweitankumrüstungen arbeiten mit zwei Kraftstoffbehältern, meistens dem Haupttank für Pflanzenöl und einem Zusatztank für Diesel. Der Motor wird mit Dieselkraftstoff gestartet und erst mit Pflanzenöl betrieben, wenn er seine Betriebstemperatur erreicht hat (z.B. 70°C). Dieses Umschalten kann automatisch erfolgen oder aber von Hand. Elektrische oder mit Kühlwasser betriebene Wärmetauscher erwärmen das Pflanzenöl und machen es dünnflüssiger

Die DEULA Schleswig-Holstein untersuchte 2005/2006 vier Eintank- und sechs Zweitanksysteme mit Förderung von der Innovationsstiftung Schleswig-Holstein, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen. Das Ergebnis kann über das RKL bezogen werden (P. Dönges und Dr. H. Traulsen).

Ein schwieriges Thema ist der Wiederverkaufswert von umgerüsteten Motoren. Die Umrüstung kostet etwa 500 bis 1.000 € pro Zylinder. Es liegt nahe, umgerüstete Motoren an Landwirte zu verkaufen, die an dem Betrieb mit Pflanzenöl Interesse haben. Dann wird auch der Anschaffungspreis für die Umrüstung honoriert werden. Vor dem Verkauf umgerüstete Motoren an Landwirte, die an Pflanzenöl nicht interessiert sind, kann man nur warnen: Jede Störung im Motor wird dem Pflanzenöl angelastet.

Der Marktwert umgerüsteter Schlepper dürfte sehr unterschiedlich sein. Motoren einiger Umrüstfirmen dürften wegen zu erwartender Motorschäden unverkäuflich sein.

Ein weiteres Problem ist der Garantieverlust beim Betrieb mit Pflanzenöl (außer VWP, einige Typen Deutz, Fendt). Erklärbar wäre der Garantieverlust bei Schäden durch Pflanzenöl, oft wird aber die Gewährleistung für den gesamten Schlepper abgelehnt. Schäden durch Pflanzenöl werden von verschiedenen Agenturen versichert, für 150 bis 500 € pro Motor und Jahr, je nach Motorleistung, z. B. 2,3 % vom Anschaffungspreis als Jahresprämie.

Dazu ist aber zu bemerken, dass die Feststellung der Schadensursache und des Schadenumfanges große Diskussionen auslösen kann. Dem entgeht man durch eine Maschinenbruchversicherung für den gesamten Schlepper, aber zu sehr hohen Kosten.

### 3.3 Rapsöl-Diesel-Mischungen

Statt umzurüsten, wird immer wieder von guten Erfahrungen mit Rapsöl-Diesel-Mischungen berichtet z. B. von Dr. H. H. Maack in seinem Vortrag bei der RKL-Tagung in Triesdorf 2006 mit dem Thema „Mischungen von Rapsöl pur und Diesel“. Man kann offenbar 25 % bis 50 % Rapsöl oder auch anderes Pflanzenöl dem Diesel

zumischen, wenn der Motor nur bei warmem Wetter betrieben wird, voll ausgelastet ist und mit Niederdruckeinspritzung ausgerüstet ist. Es gibt dafür aber keine Freigabe und natürlich keine Garantie einer Werkstatt oder eines Schlepper-Herstellers. Auch für umgerüstete Motoren gilt, dass der Pflanzenölbetrieb umso unproblematischer ist, je höher die Motortemperatur, und je besser die Auslastung der Maschine. Alleine wegen der Kosten lohnt die Umrüstung nur für Motoren, die einen hohen Treibstoffverbrauch pro Jahr haben. Die 10.000 l verbilligter Diesel sollten im Winter und für Motoren, die oft bei niedriger Drehzahl eingesetzt werden, verwendet werden. Wegen der Kosten sollten nur neuwertige, voll funktionsfähige Motoren umgerüstet werden.

### 3.4 Blockheizkraftwerke

Theoretisch ist der Betrieb von Blockheizkraftwerken mit Pflanzenöl der ideale Einsatzfall: immer Vollast, fast Ganzjahresbetrieb. Für BHKW gilt das gleiche wie für Schlepper: keine Garantie von Motorhersteller bei Pflanzenölbetrieb. Die Gewährleistung muss also der BHKW-Anbieter übernehmen. Eigentlich müsste der Motor an den Kraftstoff angepasst werden. Dazu sind die meisten BHKW-Anbieter aber nicht in der Lage (Gailfuß, M. Marktentwicklung, „Ökonomie und Problemfelder von Pflanzenöl-BHKW-Anlagen in Deutschland“, Kongress zu Pflanzenöl-Kraftstoffen, Erfurt 2007). Die Vergütung für Strom aus BHKW's ist gestaffelt, je nach Wärmenutzung. Die Grafik von W. Eggersgluß, LKSH, nach Daten von Kaack Hunike vom TFZ Straubing zeigt, dass Pflanzenöl maximal 55 Ct/l kosten dürfte. Dafür gelten folgende Annahmen: 50 % Wärmenutzung eine Investition von 1.500 €/kW<sub>el</sub>, Wärmepreis von 6 Ct/kWh, 6.000 Einsatzstunden pro Jahr, elektrischer Wirkungsgrad von 35 % und 15 % pro Jahr für Tilgung und Zins. Dafür bekommt man kein Pflanzenöl. Zu beachtlichen Preisen werden Pflanzenölzusätze angeboten, die z. B. die Oxidationsstabilität verbessern sollen. Untersuchungen des TFZ Straubing dazu zeigen, dass die Zusätze zwar wirken, im Allgemeinen nicht erforderlich sind.

Nach § 19 Abs. 2 StvZO, erlischt die Betriebserlaubnis eines Dieselfahrzeuges nicht, wenn das Fahrzeug anstelle von Dieselmotorkraftstoff mit Rapsöl oder RME betrieben wird. Ob aber die Umrüstung eines Motors vom TÜV abgenommen werden muss, oder nicht, hängt davon ab, wie weit die Umrüstung, die Motorkonstruktion und -steuerung verändert.



## 4. Ethanol

Die Herstellung von Ethanol als Treibstoff unterscheidet sich von der Brennerei von Schnaps nicht wesentlich. Alle Zucker- oder Stärkehaltigen Pflanzen sind geeignet, also z. B. Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln aber auch Mais, Topinambur usw. An die Reinheit werden höhere Anforderungen gestellt als für Nahrungsmittel. So sollte der Wassergehalt z. B. unter 0,5 % liegen.

Ethanol spielt in Deutschland tatsächlich eine viel geringere Rolle als man nach dem Preisvergleich meinen sollte. Ethanol wird vor allem in Brasilien aus Zuckerrohr hergestellt und ist ein großes Thema in den USA. In erster Linie wird dort Ethanol aus Mais hergestellt, was die Diskussion „Tank oder Teller“ besonders anheizt.

Ethanol kann in modifizierten Benzinmotoren verwendet werden, nicht aber in Dieselmotoren. In Deutschland wird Ethanol als E 85, einer Mischung von 85 % Ethanol und 15 % Benzin eingesetzt. Die 15 % Benzin sind vorgeschrieben, um die Mischung für Nahrungszwecke ungeeignet zu machen. Freigaben gibt es in Deutschland für drei Pkw Typen: Ford Focus 1,8 l, Volvo V 70, Saab 95. Diese Fahrzeuge sind so genannte FFV (flexi fuel vehicle) können also mit E 85 oder auch reinem Benzin betrieben werden. Die Umrüstung kostet etwa 300 €. In Frankreich werden generell 20 % Ethanol dem Benzin zugemischt. In Brasilien sollen umgerüstete Motoren im Einsatz sein, die auch mit 100 % Ethanol laufen.

Daneben wird Ethanol auch in Deutschland ohne besondere Kennzeichnung dem Ottokraftstoff beigemischt. Die DIN N-228 lässt einen Ethanolanteil von bis zu 5 % im Benzin zu.

Beeindruckend ist beim Ethanol immer der hohe Ertrag von z. B. ca. 2.600 l/ha bei Erzeugung aus Weizen und 4.500 l/ha aus Zuckerrüben. Bedeutung haben diese Zahlen aber kaum, viel wichtiger ist, zu welchen Kosten Ethanol hergestellt werden kann.

Wegen des geringeren Energiegehaltes ist bei Ethanolbetrieb mit ca. 30 % höherem Verbrauch zu rechnen. Je nach Abnahmemenge kommt man damit fast auf bis gleichen Preis pro Kilometer wie beim Benzin.

Biodiesel hatte sich vor Einführung der Biokraftstoffsteuer etabliert, auch die Umrüstung von Rapsölmotoren hatte Praxisreife erreicht. Beim Ethanol wurde die Steuer in der Findungsphase eingeführt und hat deshalb die Branche weiter verunsichert: auf der einen Seite großen Absatzmengen, durch Zumischung zu Benzin, auf der anderen Seite fehlende Akzeptanz von Käufern von Ethanol-Motoren. Ein großes Problem ist die Verwendung der Schlempe. Sie kann als Düngemittel, vor allem aber als Viehfutter für Rinder eingesetzt werden auch in getrockneter Form, aber dies bedeutet hohen Energieeinsatz für das Aufbereiten.

Die Dichte von Ethanol Tankstellen ist in Deutschland (z. B. im Gegensatz zu Schweden) noch sehr gering.

Für die Überwachung von Schnapsbrennereien hat die Monopolverwaltung strenge Auflagen erarbeitet. Die gelten auch für die Ethanolherstellung als Treibstoff, auch wenn das zu einem kaum zu verstehenden Aufwand führt. Z. B. sind die Vorrattanks versiegelt und unterstehen staatlicher Aufsicht, pro Lastzug ist eine Kautions von 400.000 € fällig.

Der Hauptunsicherheitsfaktor beim Ethanol ist die Konkurrenz in Brasilien. Ethanol aus Zuckerrohr ist halb so teuer auf den Markt zu bringen wie in Europa erzeugter Alkohol. Selbst inklusive Transportkosten, wird Ethanol aus Brasilien mindestens 20 % billiger angeboten.

Da der Absatz in Deutschland z. Zt. stockt, wird Ethanol nach Polen und Schweden geliefert.

Ein weiteres Problem ist, dass in Deutschland der Anteil von Dieselaautos zunimmt, deshalb ein Benzinüberhang besteht, der nach Amerika exportiert wird. Den gleichen Weg sollen Ethanolanteile gehen.

Theoretisch müssen dem Benzin z. Zt. 1,8 % Ethanol zugemischt werden, in steigenden Mengen bis 5,75 % im Jahr 2010. Die z. Zt. gebauten oder im Bau befindlichen Anlagekapazitäten sollten 3-mal so groß sein wie der Bedarf.

Ein Problem ist die Lagerstabilität von Alkohol, er verdunstet bei längerer Lagerung.

Im Vergleich zu Benzin hat Ethanol eine höhere Klopfestigkeit aber schlechtere Schmiereigenschaften und geringere Korrosionsfestigkeit.

Auch beim Ethanolbetrieb werden verkürzte Ölwechselintervalle empfohlen.

Ursprünglich wurde die Ethanoldiskussion durch die Suche nach einem alternativen Absatzmarkt für Roggen beflügelt. Inzwischen ist Roggen eher wieder knapp geworden und deshalb werden vor allem andere Getreidearten, insbesondere Weizen eingesetzt.

Sowohl für Ethanol wie für RME-Motoren wurden Sensoren entwickelt, die erkennen, welcher Anteil Biokraftstoff in der Mischung enthalten ist und danach die Verbrennung im Motor steuern können. Abgasgrenzwerte können somit besser eingehalten werden.

Am einfachsten ist die Vergärung von Rübenzucker. Die meisten der sieben größeren Ethanolanlagen verarbeiten aber aus Kostengründen Getreide. Sinkende Rüben- und steigende Getreidepreise könnten die Marktbedingungen umkehren.

Für Motoren in der Landwirtschaft spielt Ethanol allein deshalb keine Rolle, weil in Deutschland fast keine größeren Benzinmotoren verwendet werden.

## 5. Methan aus Biogas

Die steigende Zahl von Biogasanlagen und gleichzeitige Zunahme von Gas-Pkw legen nahe auch Schlepper mit Biogas zu fahren. Dagegen spricht wieder, dass es in Deutschland so gut wie keine Schlepper mit Benzin- oder Gasbetrieb gibt. Natürlich könnte man Gasmotoren von Blockheizkraftwerken dafür einsetzen, aber sie fordern bestimmte Gasqualitäten, insbesondere niedrigen Schwefelgehalt. Die Gas-speicherung ist ein großes Problem. Insgesamt ist der Einsatz von Gas in stationären Anlagen wesentlich einfacher als in mobilen Anlagen. Die Aufbereitung von Biogas zu Erdgasqualität, so dass es dem Erdgas zugemischt werden kann, dürfte wesentlich leichter zu bewerkstelligen sein als der Einsatz in mobilen Motoren.

## 6. Biomass to Liquid (BTL)

Grosse Erwartungen haben Politiker und auch manche Landwirte bei BTL Kraftstoffen (Biomass to Liquid), weil aus allen möglichen Biomassen wie Energiepflanzen, Holz oder Stroh große Mengen an Kraftstoff pro ha erzeugt werden können. Erhofft werden über 4.000 l wahlweise Diesel oder Benzin pro ha.

### Herstellung

Zunächst wird Biomasse konditioniert getrocknet, gehäckselt, eventuell auch pelletiert, dann wird die Biomasse vergast unter Zuführung von Wärme, Druck und einem Vergasungsmittel z. B. Sauerstoff. Das daraus entstehende Synthesegas enthält vor allem Wasserstoff, Kohlenmon- und -dioxid. In der Kraftstoffsynthese wird dann Treibstoff hergestellt, dessen Eigenschaften dem Motor angepasst werden können. Deshalb wird BTL auch Synfuel oder Sunfuel genannt. Da die Eigenschaften variiert werden können, bezeichnet man ihn auch als Designerkraftstoff. BTL ist der Lieblingskraftstoff der Motorenhersteller: nicht der Motor muss an den Kraftstoff angepasst werden, sondern umgekehrt. Gegenüber den konventionellen Kraftstoffen kann die Leistungsabgabe des Motors gesteigert werden. Bisher gibt es zu BTL aber nur wenige Forschungs- und Pilotanlagen. Als Rohstoff wird bisher wohl nur Altholz verwendet und das dürfte auch in Zukunft so bleiben, wenn nicht gar andere Reststoffe wie z. B. Altreifen in Frage kommen. Zum Einsatz von Stroh oder Holz ist bisher nur Eines sicher: Es muss so billig wie möglich eingekauft werden.

Die Anpassung des Treibstoffes erlaubt auch besonders geringe Abgasemissionen. Wer den technischen Aufwand für die Herstellung von BTL sieht, dem wird schnell klar, dass die Kosten hoch sind. Über den Verkaufspreis von BTL gibt es nur sehr vage Angaben: in der Größenordnung fossiler Treibstoffe (inkl. Steueranteil!). Ob die Landwirtschaft an der Wertschöpfung von BTL beteiligt werden kann, erscheint noch sehr fraglich. Auch hier gilt, dass man sich nicht von den großen Kraftstoffmengen

pro Hektar blenden lassen darf, sondern dass die Kosten für den Liter Treibstoff am Markt entscheidend sind. Dass die Landwirtschaft dafür größere Mengen Biomasse zu kostendeckenden Preisen absetzen kann, ist bisher noch nicht zu erkennen.

## 7. Ökonomie

Wichtig für Preisvergleiche ist, wann Kraftstoff und in welchen Mengen eingekauft wird. Seit 2008 ist der Treibstoffmarkt stark in Bewegung gekommen. Wenn Biodiesel und Rapsöl auch für Landwirte nicht deutlich billiger ist als Diesel, braucht man nicht zu rechnen (s. auch Seite 916). In der Tabelle 6 sind die Kosten pro Schlepperstunde verglichen auf folgenden Grundlagen: 160 PS Schlepper, 100.000 € Anschaffungspreis, Restwert 0 €, 1.000 Schlepperstunden pro Jahr, 10.000 Schlepperstunden insgesamt, Rapsöl pur 4.000 € Umrüstkosten, 400 € pro Jahr Versicherung, Verbrauch 20 l/h, bei Biodiesel und Rapsöl pur 5 % mehr, Rückvergütung 0,21 €/l Agrardiesel ohne Berücksichtigung Selbstbehalt, ohne Biokraftstoffsteuer (für Landwirte), Wartungsintervalle bei Biodiesel und Rapsöl halbiert.

**Tab. 6:**

<b>Kosten [€/Sh]</b>				
	<b>Agrardiesel</b>	<b>Diesel</b>	<b>Biodiesel</b>	<b>Pflanzenöl</b>
Kraftstoffpreis inkl. MwSt. [€/l]	0,91	1,12	0,88	0,94
Kraftstoffkosten	18,20	22,40	18,48	15,75
Ölwechsel nach 1/2 Zeit	-	-	0,08	0,08
Abschreibung	10,00	10,00	10,00	10,40
Zins 3 %	1,10	1,10	1,10	1,14
Reparatur 8 % vom Neuwert/a	-	-	-	0,40
Versicherung	-	-	-	0,40
<b>Gesamtkosten [€/Sh]</b>	<b>29,30</b>	<b>33,50</b>	<b>29,66</b>	<b>27,77</b>

Unter den gemachten Voraussetzungen hat Pflanzenöl die geringsten Kosten. Das geringste Risiko ist aber bei Diesel und die Kosten von Agrardiesel (bis 10.000 l) liegen nicht wesentlich höher.

## 8. Literatur

Dönges, P. u. Traulsen, H.: Felderprobung Rapsöl pur, DEULA SH, RKL, 2006, Ufop (Biokraftstoffe)