

Biodiesel

Henning v.Wedel

Biodiesel | 0.4 | Seite 675

Biodiesel

Juni 2002

Dipl.-Ing. Henning von Wedel beschäftigt sich seit Jahren mit Biodiesel und ist jetzt Mitarbeiter im Bereich Schiffstechnik, Barkhausenstraße, 27568 Bremerhaven, Tel. 0471-9450-265, Fax: 0471-9450-260

Danksagung

Ich danke Herrn Dieter Bockey, der mich bei der Erstellung dieser Schrift mit Informationen und Hinweisen sehr unterstützt hat.

H. v. Wedel

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL)

Leiter: Dr. Hardwin Traulsen

Am Kamp 13, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-847940, Fax: 04331-847950

Internet: www.rkl-info.de; E-mail: mail@rkl-info.de

Inhalt	Seite
1. Einleitung	677
2. Biodiesel	679
2.1 Das „Konzept“ Biodiesel	679
2.2 Unterscheidungsmerkmale	681
2.3 Biodiesel und Landwirtschaft	682
2.4 Volkswirtschaftliche Aspekte von Biodiesel	683
3. Herstellung von Biodiesel	683
3.1 Normparameter	684
3.2 Weitere kraftstofftypische Eigenschaften von Biodiesel	688
4. Umweltaspekte von Biodiesel	692
5. Vorteile von Biodiesel für die Umwelt auf einen Blick	695
6. Pflanzenöl und Biodiesel	695
7. Biodiesel in Dieselmotoren	696
8. Der praktische Einsatz von Biodiesel	700
9. Qualitätssicherung	701
10. Hersteller von Biodiesel in Deutschland	705
11. Energie- und CO ₂ -Bilanz	705
12. Literatur	707

1. Einleitung

Unter den alternativen Kraftstoffen hat sich Biodiesel einen beachtenswerten Marktanteil erobert. Geradezu rasant entwickelte sich seit 1999 der Aufbau von Produktionskapazitäten und damit die abgesetzte Menge von Biodiesel in Deutschland.

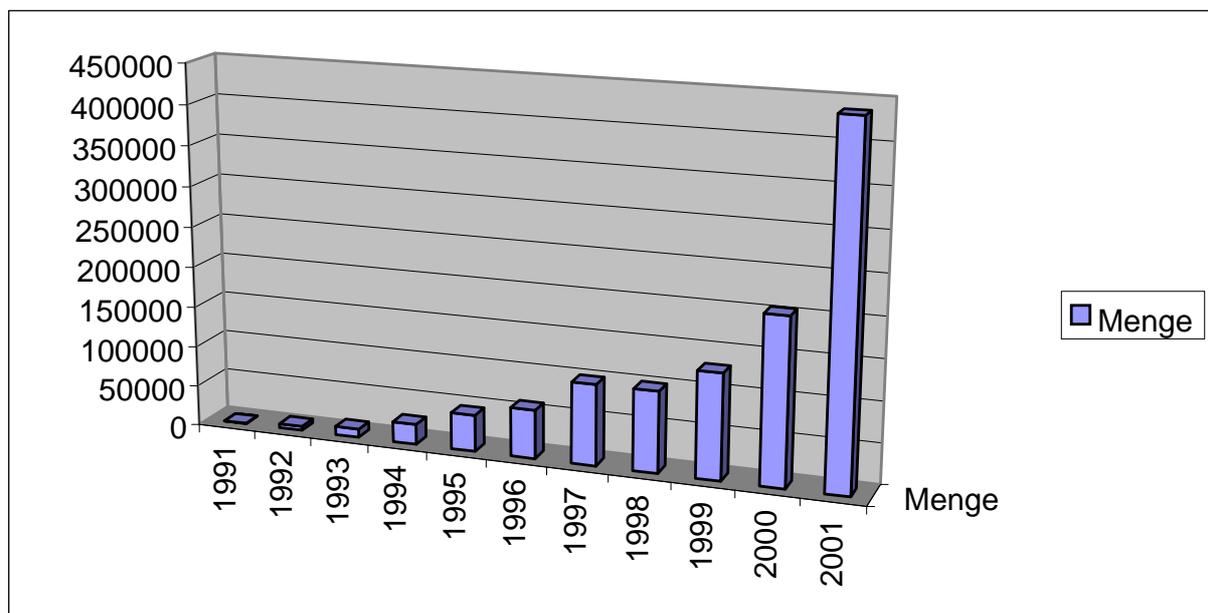


Abbildung 1: Absatzmenge Biodiesel in Deutschland
Quelle: Aus Jahresberichte der UFOP 1995-2001

Insbesondere die stark gestiegenen Rohölpreise im Jahr 2000 auf bis zu 30 Dollar/barrel in Verbindung mit der ökologischen Steuerreform haben diese Entwicklung bewirkt. Für die Ölsaaterzeuger spiegelt sich diese Entwicklung in gestiegenen Erzeugerpreise wider. Die Rapsanbau für diesen Verwendungszweck hat sich in vielen Ackerbauregionen zu einer attraktiven Anbaualternative und damit zu einem auch aus ökologischen Gründen wichtige Fruchtfolgeglied entwickelt. Im Gegensatz zu den übrigen Mitgliedsstaaten der Europäischen Gemeinschaft wurde hierzulande die Rapsanbaufläche zur Aussaat 2001 sogar um 13,6% auf ca. 1,3 Mill. Hektar ausgedehnt, obwohl die Flächenbeihilfe für Ölsaaten zur Aussaat 2001 als Folge der Agenda 2000 ein drittes mal erheblich gekürzt wurde. Durch rechtzeitige Preissignale vor der Aussaat wurde dem erheblich erhöhten Rohstoffbedarf Rechnung getragen.

Raps ist in vielen Ackerbauregionen in Deutschland eine unverzichtbare Vorfrucht in der Getreidefruchtfolge. Als Deutschlands schönste Ölfelder prägt er in der ca. drei Wochen dauernden Blüte das Landschaftsbild und ist in Norddeutschland eine Touristenattraktion.

Dieses Bild verbinden Verbraucher mit Biodiesel, wenn sie den Pflanzenkraftstoff an einer der inzwischen ca. 1.400 öffentlichen Stationen tanken. Das Tankstellennetz wird immer dichter. Weniger als 30 km beträgt inzwischen die durchschnittliche Strecke von Biodiesel- zu Biodieseltankstelle - allerdings mit erheblichen regionalen Unterschieden. Insbesondere Konzern unabhängige Tankstellen bieten Biodiesel an. Mit Biodiesel können neue Kunden gewonnen werden. Biodiesel wird oftmals anstelle von Super Plus angeboten – die entstehenden Umstellungskosten sind daher gering. Ein weiterer kostensparender Vorteil im Vergleich zu anderen Alternativkraftstoffen ist die Tatsache, dass für Biodiesel keine gesonderten Logistiksysteme aufgebaut werden müssen.

Aus diesem Grunde hat sich Biodiesel auch in vielen Nutzfahrzeugflotten durchgesetzt. Bundesweit wird der Kraftstoff in Form von loser Ware Flottenbetreibern angeboten, die immerhin mehr als 50 % der Produktion abnehmen. Dennoch ist Biodiesel kein „Selbstläuferprodukt“. Fahrzeughalter sollten sich vor Anwendung informieren, ob ihr Fahrzeug für den Betrieb freigegeben ist bzw. welche Umrüstmaßnahmen, insbesondere bei Nutzfahrzeugen, durchzuführen sind.

Zu Beachten ist hierbei die Tatsache, dass einige Fahrzeughersteller, wie z.B. die Volkswagen AG bei PKW oder MAN bei Nutzfahrzeugen ausschließlich Rapsölmethylester, also in Verbindung mit der E DIN 51606 bzw. DIN EN 14214, die Freigabe mit einer Rohstoffspezifikation verbinden!

Mit dieser Dokumentation soll daher ein Beitrag geleistet werden, Interessenten über einige in erster Linie grundlegende technische Aspekte zum Thema Biodiesel zu informieren.

2. Biodiesel

Biodiesel ist ein biogener aus Pflanzenöl hergestellter Kraftstoff, der die höchsten motortechnischen Anforderungen wie sie beispielsweise Anforderungen moderner Hochdruckeinspritzsysteme (Pumpe Düse oder common rail) darstellen, erfüllt. In Deutschland wird Biodiesel praktisch ausschließlich aus Rapsöl hergestellt.

Was Biodiesel nicht ist

- Biodiesel ist kein anderes Wort für einen besonders umweltfreundlichen Mineralölkraftstoff
- Biodiesel ist kein schwefelfreier Mineralölkraftstoff
- Biodiesel ist keine Mischung aus Pflanzenöl und Mineralöl
- Biodiesel ist kein additiviertes oder sonst wie besonders gereinigtes Pflanzenöl

2.1 Das „Konzept“ Biodiesel

Die Herstellung und der Vertrieb namhafter Mengen von Biodiesel setzt die nachhaltige Rohstoffversorgung voraus, der allerdings im Rapsanbau natürliche Grenzen gesetzt sind. Im Fruchtwechsel kann Raps nur alle drei oder vier Jahre angebaut werden. Raps ist im Gegensatz zu Getreide oder Mais nicht mit sich selbst verträglich – Monokulturen daher unmöglich. Unter Berücksichtigung dieser ackerbaulichen Anforderung ist ein ökologisch vertretbares Anbaupotenzial von ca. 1 Million Hektar für die Biodieselproduktion in Deutschland maximal erreichbar. Schätzungsweise könnten ca. 5-7 % des Dieselkraftstoffverbrauchs durch die heimische Rohstoffproduktion ersetzt werden.

In der Europäischen Union sind 10 % denkbar. Durch die osteuropäischen Beitrittsländer wird sich dieses Rohstoffpotenzial in der Europäischen Union drastisch erhöhen.

Tabelle 1: Kenndaten zum Verhältnis Agrarflächen / Bevölkerung

In Deutschland: rd. 1.200.000 ha; in der EU 7.000.000 ha bzw. 12.000.000 ha bei 15 bzw. 27 EU-Ländern

	Ackerfläche - in 1 000 ha -	Ackerfläche / Kopf - in m ² -	Landw. Nutzfläche - in 1 000 ha -	Landw. Nutzfläche / Kopf - in m ² -	Landfläche - in 1 000 ha -	Bevölkerung - in Mio. -
D	11.084	1.437	17.067	2.077	34.099	82,2
EU (15)	76.087	2.024	136.249	3.624	313.169	376,0
EU (27)	118.707	2.464	196.644	4.082	419.350	481,7

Quelle: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft u. Forsten, 2002

Nur der Energie- und im besonderen der Kraftstoffmarkt, eröffnet eine rasch wirksame Verwendungsalternative außerhalb der traditionellen Nahrungsmittelproduktion. Der Anbau von Energiepflanzen tritt damit nicht in Konkurrenz – diese Befürchtung wird oft im Zusammenhang mit der Rohstoffdiskussion angeführt – mit der Nahrungsmittelproduktion.

Fachleute erwarten, dass weltweit die Nachfrage nach Pflanzenöl und den bei der Saatenverarbeitung anfallenden Schrotten für die Tierernährung steigt. Die Rohstoffnachfrage für die Produktion von Biodiesel wird hierzu ebenfalls einen Beitrag leisten und damit das Preisniveau festigen.

Mit Biodiesel steht ein leicht handhabbarer Kraftstoff mit einer hohen Energiedichte – vergleichbar der von Mineralöl, wesentlich höher als der von Erdgas oder Wasserstoff – zur Verfügung, der in einer Wärmekraftmaschine wie dem Dieselmotor sehr effizient für mobile Anwendungen genutzt werden kann. Unabhängig davon, wie der Kraftstoff erzeugt wird, ist diese Motor – Kraftstoff – Kombination für mobile Anwendungen zukunftssträftig.

Alternative Kraftstoffe/Antriebe – Bewertungskriterien								
	Fahrzeug-technik	Vertrieb/Handh.	Sicherheit	Tankzeit	Aktions-radius	Schmie-rung	Verfüg-barkeit	Kosten ¹⁾
Wasserstoff	◆◆◆	◆◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	◆	◆◆◆	◆◆◆
Flüssigerdgas	◆◆◆	◆◆◆	◆◆	◆◆	◆	✓	◆◆	◆◆
Komprimiertes Erdgas	◆◆	◆◆	✓	✓	◆◆	✓	◆	◆
Flüssiggas	◆◆	◆	◆	✓	◆	✓	◆	◆
Methanol	◆	◆	◆	✓	◆	◆	◆◆	◆
Ethanol	◆	◆	✓	✓	◆	✓	◆◆	◆◆
Pflanzl. Öle (z. B. Biodiesel)	✓	◆	✓	✓	✓	✓	◆◆	◆◆
Elektrofahrzeuge	◆◆◆	◆	✓	◆◆◆	◆◆◆	✓	◆	◆◆◆
Brennstoffzellenfahrzeuge								3)
- Wasserstoffbetr.	◆◆◆	◆◆◆	◆◆	◆◆	◆◆	✓	◆◆◆	◆◆◆
- Kraftstoffbetr. 2)	◆◆◆	✓	◆	✓	✓	✓	✓	◆◆◆

◆ einige Einschränkungen
 ◆◆ Einschränkungen
 ◆◆◆ erhebliche Einschränkungen
 ✓ keine Einschränkungen

1) Fahrzeug und Kraftstoff
 2) Benzin als Wasserstoffquelle
 3) in Entwicklung

Quelle: Shell PKW-Szenarien, 1999

ufop

Abbildung 2: Alternative Kraftstoffe

Quelle: UFOP nach Shell PKW-Szenarien, 1999

2.2 Unterscheidungsmerkmale

- Biodiesel ist von seinen Verbrennungseigenschaften mineralischem Dieselkraftstoff sehr ähnlich.
- Biodiesel sieht aus und schmeckt wie Pflanzenöl ist aber dünnflüssiger und im Unterschied zu nativem Pflanzenöl problemlos und ohne technische Maßnahmen im Winter bis mind. -20°C einsetztauglich.
- Bei der Verbrennung von Biodiesel mit offener Flamme entsteht der typische Geruch nach verbranntem Pflanzenöl (Frittengeruch).
- Biodiesel ist sehr gut für den Einsatz in Motoren mit Oxidationskatalysatoren geeignet (kein Schwefel, kein Phosphor).
- Gesundheitsschädliche Abgaskomponenten sind in Biodieselabgasen erheblich reduziert (Ruß- und Partikelemissionen).
- Der Kraftstoffverbrauch von Biodiesel betriebenen Fahrzeugen unterscheidet sich nicht wesentlich von dem mit Mineralöl-Dieselmotoren betriebenen Fahrzeugen.
- Biodiesel ist chemisch nicht so stabil wie Mineralöl-Dieselmotoren.

- Biodiesel besitzt gute Lösemitteleigenschaften, insbesondere gegenüber Teer, Naturkautschuk-Produkten (Gummi), Schwerölen und Ölbasis Lacken.
- Biodiesel ist zwar hygroskopisch (wasseranziehend), jedoch ist die „Pufferkapazität“ erheblich größer als im Vergleich zum herkömmlichen Diesel.

2.3 Biodiesel und Landwirtschaft

Für die Herstellung von Biodiesel wird in Nordeuropa fast ausschließlich Rapsöl als Rohstoff Rapsöl verwendet. Die Rapspflanze (*Brassica napus*) hat in Deutschland eine lange Tradition. Raps ist eine Blattfrucht mit hohem Vorfruchtwert, das heißt, die Erträge der Feldfrüchte, die im Folgejahr auf der gleichen Fläche angebaut werden (i.d.R Winterweizen), liegen deutlich über denen, die ohne Raps als Vorfrucht zu erzielen gewesen wären.

Das Intensitäts- und hier im besonderen das Düngungsniveau ergibt sich aus dem am gegebenen Standort erzielbaren Ertragsniveau und ist damit auch ein Ergebnis der landbaulichen Erfahrung des Landwirts. Mit dem Ziel möglichst umweltschonend auf der einen Seite, aber auch Kosten sparend auf der anderen Seite, werden im Rapsanbau die entsprechenden Betriebsmittel wie Pflanzenschutz- und Düngemittel im Vegetationsverlauf eingesetzt. Wiederholt ist insbesondere die Düngung mit Stickstoff im Zusammenhang der mit dieser Maßnahme einhergehenden sog. Lachgasemission in der Öffentlichkeit diskutiert worden. Der Raps wird überwiegend auf Flächen angebaut, die gemäß der Regelung der Europäischen Union von der Landwirtschaft im Ablauf der Fruchtfolge aus der Produktion für Lebensmittel herausgenommen (stillgelegt) werden. Auf Basis von Untersuchungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode, konnte mittels Emissionsuntersuchungen in der Fruchtfolge unter Einbeziehung der stillgelegten Fläche nachgewiesen werden, dass unter den nordeuropäischen Klima- und Standortbedingungen, keine quantitativen Unterschiede festgestellt werden. Mit anderen Worten: Die Lachgasemission auf der stillgelegten Fläche war genauso hoch, wie auf der nicht-stillgelegten Fläche und ist damit ein Beweis für die gute natürliche Fruchtbarkeit (Humusaufbau).

Grundsätzlich ist die Lachgasentwicklung ein „Nebenprodukt“ des Mineralisationsprozesses beim Abbau von Pflanzen und damit ein Bestandteil des natürlichen Stickstoffkreislaufs.

2.4 Volkswirtschaftliche Aspekte von Biodiesel

Teil des Konzeptes der Herstellung und Vermarktung von Biodiesel ist es, den Landwirten außerhalb der traditionellen Nahrungsmittelproduktion eine neue Einkommensquelle zu eröffnen, die gleichzeitig dazu beiträgt die strukturellen Überschüsse im Getreidemarkt zu reduzieren und in diesem Markt die Preise zu stabilisieren. Hiermit einher geht eine bessere Ausnutzung des Maschinenparks, der Arbeitskapazität der Landwirte und des Produktionsfaktors Boden. Die Arbeitsplatzbindung bzw. –schaffung ist unter Berücksichtigung der vor- und nachgelagerten Bereiche sowie der nachfolgenden Rohstoffverarbeitungs- und Vermarktungskette nicht unerheblich, wie das ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, als Ergebnis einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung dieses Produktionssektors festgestellt hat. Danach werden bei einem Anbauumfang von 750.000 Hektar Raps (jeweils 350.000 Hektar auf Stilllegungs- bzw. Nicht-Stilllegungsfläche) ca. 19.000 Arbeitsplätze geschaffen bzw. gesichert und der „Mineralölsteuerausfall“ zu immerhin 50 % und bei Berücksichtigung der zusätzlichen Sozialversicherungsbeitragseinnahmen, zu sogar 80 % kompensiert. Die verbleibende Differenz ist den Umweltvorteilen gut zu schreiben. Nicht zu letzt aus diesem Grunde sollte Biodiesel vorrangig in umweltsensiblen Bereichen (Innerstädtischer Verkehr: ÖPNV, Taxi, Güterverkehr; Wasserschutzgebiete, Schifffahrt usw.). Hier ist der Umweltnutzen am größten.

3. Herstellung von Biodiesel

Ausgangspunkt Pflanzenöl

Öl und Fettmoleküle, das heißt sowohl pflanzliche als auch tierische Fette haben immer den gleichen Aufbau. Sie bestehen zu 95 bis 98 Prozent aus Triglyceriden und sind Fettsäure-Ester, die Verbindung des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit Fettsäuren. Beim Rapsöl ist das Glycerin mit jeweils drei langen Fettsäure-Ketten verbunden. Zum größten Teil sind dies Linolsäure, Linolensäure und Ölsäure (zu fast 95% C-18-Ketten).

Verfahren

Zusätzlich zum Pflanzenöl ist Methanol (früher "Holzgeist") zur Biodieselherstellung notwendig. Methanol kann über die alkoholische Gärung beispielsweise aus nachwachsenden Rohstoffen (Stärke, Zucker) hergestellt werden. Aus Kostengründen wird Methanol heute überwiegend noch aus Erdgas gewonnen. Pflanzenöl und Methanol werden im Massenverhältnis 9:1 in Gegenwart eines Katalysators (etwa 0,5 % wasserfreie Natronlauge) auf etwa 70°C erwärmt. Das

Glycerin des Pflanzenölmoleküls wird von seinen drei Fettsäuren abgekoppelt und durch drei Methanolmoleküle ersetzt. Das Ergebnis ist ein Kraftstoff, der in etwa den Viskositätseigenschaften von Dieselkraftstoff entspricht, als Voraussetzung für den Einsatz in modernen Dieselmotoren, die mit Hochdruckeinspritzsystemen wie common-rail oder Pumpe-Düse System ausgestattet sind. Das anfallende Glycerin wird überwiegend als Rohstoff in der chemischen Industrie verwendet.

3.1 Normparameter

Die in der Norm festgelegten Qualitätsparameter sind Mindestanforderungen, die an die Qualität von Biodiesel gestellt werden und letztendlich das Ergebnis der zunehmenden technischen und emissionsrechtlichen Anforderungen:

Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, der Abgasemissionen entsprechend EURO-Normen III, IV (ab 2005) und V (ab 2008). Als Voraussetzung für die Erfüllung der abgasrechtlichen Anforderungen, müssen Motortechnik, -management und Abgasnachbehandlung und ebenso der Kraftstoff selbst weiter optimiert werden. Wie Dieselkraftstoff auch, unterliegt auch Biodiesel stetig steigenden Anforderungen und damit sind entsprechende Begleitforschungsmaßnahmen, die heute bereits die Anforderungen von Morgen zum Versuchsgegenstand haben, geradezu existentiell, für die gesamte Biodieselswirtschaft. Es ist daher sehr positiv fest zu stellen, dass die Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugindustrie und Biodieselswirtschaft sowie der sich hier engagierenden Forschungseinrichtungen zunehmend intensiver gestaltet.

Biodiesel besitzt von Natur aus schon einen Entwicklungsvorsprung gegenüber Dieselkraftstoff:

Hohe Cetanzahl, nahezu schwefelfrei, hohe Schmierfähigkeit. Biodiesel ist damit ein moderner High-Tech-Kraftstoff.

Tabelle 2: Die wichtigsten Qualitätsparameter nach E DIN 51606 bzw. DIN EN 14214

	Einheit	Grenzwerte nach E DIN 51606	DIN EN 14214
Dichte (15°C)	g/ml	0,875-0,890	
Flammpunkt*	°C	min. 110	
Schwefelgehalt	%	max. 0,01	
Wasser	ppm	max. 300	500
Neutralisationszahl	mg KOH/g	max. 0,500	
Koksrückstand	%	max. 0,30	
Cetanzahl		min. 49	51,0
Asche	%	max. 0,01	
Gesamtverschmutzung	mg/kg	max. 20	24
Gesamt Glycerin	%	max. 0,250	
Monoglyceridgehalt	%	max. 0,4	max. 0,2
Triglyceridgehalt	%	max. 0,4	max. 0,2
freies Glycerin	%	max. 0,020	
Phosphor	ppm	max. 10	
Methanol	%	max. 0,300	0,200
Korrosionswirkung auf Kupfer	Korr.Grad	max. 1	
Oxidationsstabilität (VA,D,SA, TOP)	6 h		
CFPP**Grenzwert der Filtrierbarkeit (CFPP)	°C		
15.04. bis 30.09.		0	
01.10. bis 15.11.		-10	
16.11. bis 28.02.		-20	
(in Schaltjahren bis 29.02.)		-10	
01.03. bis 14.04.			

*auch additiviert gleicher Flammpunkt

**Cold Filter Plugging Point, Grenzwert der Filtrierbarkeit: die Temperatur, bei der der Kraftstoff den Filter im Labortest nicht mehr passiert.

Einige der Standardwerte sollen hier etwas eingehender erklärt werden:

CFPP / Wintertauglichkeit

Die Wintertauglichkeit ist ein Parameter, dessen Erfüllung den Ganzjahreseinsatz ermöglicht. Dieselkraftstoff und Biodiesel werden deshalb additiviert, andernfalls kommt es in Dieselkraftstoff zur irreversiblen Flockenbildung (Paraffinbildung), die die Kraftstoffleitungen, Einspritzpumpe usw. verstopfen. Eine aufwändige Reinigung ist erforderlich. Bei Biodiesel kommt es wie bei Diesel bei tiefen Temperaturen zu einer Verdickung durch Paraffinausscheidung. Bei einer Erhöhung der Temperatur wird der Kraftstoff wieder dünnflüssiger. Das Kraftstoffsystem muss nicht extra gereinigt werden. Auch bei noch niedrigeren Temperaturen lässt sich Biodiesel noch gut einsetzen: Additive, die Mineralöl-Diesel und Biodiesel im Winter zugegeben werden,

sorgen dafür, dass auch Kristalle im Biodiesel so klein bleiben, dass sie den Kraftstofffilter passieren können. Und ein weiterer Zusatz bewirkt, dass sie sich nicht am Boden absetzen, sondern gleichmäßig verteilt in der Schwebelage bleiben.

Auf diese Weise wird Biodiesel winterfest: Biodiesel erfüllt die Anforderungen der E DIN 51606, die in diesem Punkt der Norm für Dieselkraftstoff entspricht und erreicht einen CFPP*-Wert von -20°C . Biodiesel ist damit bis -20°C einsetzbar, ohne Additivierung bis -10°C bzw. -12°C .

Schwefelgehalt

Während beim mineralischen Dieselkraftstoff der Schwefelanteil mit hohem Energieaufwand unter zusätzlicher CO_2 -Emission und Verlust der Eigenschmierfähigkeit in der Raffinerie gesenkt wird, ist Biodiesel von Natur aus fast schwefelfrei (max. 0,001%). Die Schwefelfreiheit des Biodiesels erlaubt auch den problemlosen Einsatz eines Oxidationskatalysators.

Zündwilligkeit / Cetanzahl

Die Cetanzahl ist ein Maß für die Zündwilligkeit von Dieselkraftstoff. Cetan, ein langkettiger Kohlenwasserstoff mit 16 Kohlenstoff-Atomen, zündet unter dem Einfluss von hohen Temperaturen und hohem Druck besonders gut, ohne dabei eine Zündflamme oder einen Funken zu benötigen. Er ist daher der ideale Kraftstoff für Dieselmotoren. Als Referenzkraftstoff wurde ihm eine Cetanzahl von 100 zugeordnet. Je höher die Cetanzahl eines Dieselkraftstoffs ist, um so besser laufen Zündung und Verbrennung ab und um so weicher und runder läuft der Motor. Handelsübliche Dieselkraftstoffe weisen eine Cetanzahl von 50 - 52 auf, durch Zusatz von Zündbeschleunigern werden Werte von 53 - 54 erreicht. Neueste Entwicklungen, die die Laufruhe und den Betrieb von hochmodernen Motoren unterstützen sollen, gehen dahin, Kraftstoffe mit Cetanzahlen von bis zu 58 bereitzustellen.

Die Hauptbestandteile von Biodiesel ähneln dem Cetan, und so besitzt dieser Kraftstoff bereits von Natur aus eine Cetanzahl von 56 - 58, erfüllt also mühelos, auch ohne Zusatz von Additiven, die Forderung der Motorenhersteller nach qualitativ hochwertigen Treibstoffen mit guter Zündwilligkeit.

Oxidationsstabilität

Biodiesel ist aufgrund seiner molekularen Struktur – je nach Fettsäure ist eine bestimmte Anzahl von Doppelbindungen enthalten – und seines Sauerstoffanteils nicht so stabil wie Mineralöl-Dieselmotorenkraftstoff. Das bedeutet, dass Biodiesel bei hohen Temperaturen und häufigem Kontakt mit (Luft-)Sauerstoff oder auch unter dem Einfluß von UV-Strahlung schneller altert als Mineralöl-Dieselmotorenkraftstoff. So sind bei

modernen Common Rail Einspritzsystemen in der Regel Kraftstoffkühler vorgesehen, damit die Temperatur des Kraftstoffes nicht zu sehr ansteigt. Die fortschreitende Alterung von Biodiesel kann dazu führen, dass Biodiesel polymerisiert. Das heißt: Doppelbindungen im Kraftstoff öffnen sich und reagieren mit Sauerstoff (Epoxidbildung). Diese sind wiederum Ausgangspunkte für die Polymerisation, d.h., es entstehen langkettige Moleküle, die den Kraftstoff verdicken lassen und zu Verklebungen in Einspritzpumpen oder Filterverstopfungen führen können. Aus diesem Grunde wurde in der DIN EN 14214 der Parameter Oxidationsstabilität aufgenommen, der durch die Verwendung von umweltfreundlichen Additiven durch die Biodieselhersteller ab in Kraft treten der europäischen Norm, erfüllt wird. Hierdurch wird ebenfalls die Lagerstabilität und damit die Lagerfähigkeit verbessert.

Ein weiterer Faktor, der sich auf Biodiesel destabilisierend auswirkt, ist die Anwesenheit von Wasser oder auch von Buntmetallen. Die Biodieselhersteller sind deshalb bemüht, Biodiesel möglichst trocken, also weit unter dem in der Norm vorgegebenen Wert zu produzieren. Die Anwesenheit von Buntmetallen führt bei Pflanzenöl und seinen Derivaten zu verstärkter Oxidation. Kritisch wäre beispielsweise eine hoher Eintrag von Kraftstoff ins Motoröl bei Motoren, die Buntmetallagerschalen besitzen. In jedem Falle ist vom Anwender auf die entsprechende Materialverträglichkeit zu achten und ggf. vor Einsatz, die Werkstatt bzw. der Fahrzeughersteller zu befragen. Diese informieren in ihren Kundendienstinformationen über die Fahrzeugtyp spezifischen Anforderungen zum Einsatz von Biodiesel. Für die Beibehaltung der Garantieleistung, ist die Beachtung der Einsatzbedingungen (z.B.: Motorölwechselintervall) wichtig.

Additivierung

Es gibt im Bereich der Mineralöl-Dieselmotoren eine Reihe von Additiven, um bestimmte Eigenschaften des Kraftstoffes zu erzielen. Auch beim Biodiesel gibt es Eigenschaften (Winterfestigkeit, Oxidationsstabilität), die sich durch Additive verbessern lassen, jedoch ist ein „Additivpaket“, das Mineralöl-Dieselmotoren zugemischt wird bei Biodiesel nicht erforderlich. In diesem Zusammenhang wird immer wieder das Thema Biozideinsatz diskutiert, weil Biodiesel biologisch schnell abbaubar ist. Diese giftigen Additive sind jedoch nicht nötig, weil für Bakterienwachstum freies Wasser erforderlich ist. Biodiesel ist aber im Gegensatz zu herkömmlichen Diesel Wasser anziehend (hygroskopisch). Wasser wird im Biodiesel molekular gebunden und unterbindet dadurch jegliches Bakterienwachstum. Die Praxis und Analyseergebnisse bestätigen, dass dieser Qualitätsparameter über die gesamte Vermarktungskette bis zum Endkunden eingehalten werden kann. Durch den notwendigen wiederkehrenden Wechsel von Sommer- auf Winterqualität, stellt sich praktisch die Frage des Wassergehaltes nicht, vorausgesetzt, es wurde qualitätsgesicherter Biodiesel eingesetzt. Ohnehin ist zu hinterfragen, ob ein

Kraftstoff auf Basis nachwachsender Rohstoffe über eine längere Periode „eingelagert“ werden sollte.

Dichte

Die Dichte von Biodiesel unterscheidet sich nicht von der mineralischen Dieselkraftstoffes. Biodiesel und Mineralöl-Dieselmkraftstoff mischen sich daher untrennbar. Ein Herausfiltern oder Abdestillieren ist nicht möglich. Insbesondere ist es auch nicht möglich, Biodiesel, wenn er ins Motoröl gelangt ist durch Nebenstromfilter aus dem Öl zu entfernen. Bei stark gealtertem Biodiesel kann eine Mischung mit Mineralöl-Dieselmkraftstoff zu Ausfällungen von Polymeren führen, die dann den Kraftstoffilter zusetzen.

Reinheit des Kraftstoffes

Biodiesel nach der DIN Norm ist hochrein. In der DIN EN 14214 ist der Estergehalt (mind. 96,5 %) vorgeschrieben. Die Erfüllung der Normparameter stellt hohe Anforderungen an das Produktionsverfahren. Als Ergebnis der Produktion von normgerechter Ware verbleibt praktisch kein Restmethanol im Kraftstoff, der den Flammpunkt senken könnte. Normgerechter Biodiesel besitzt einen Flammpunkt von ca. 150 bis 170 °C und ist deshalb nicht den Anforderungen der Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF) – Biodiesel wird nicht als Gefahrgut eingestuft, der Umgang mit diesem Kraftstoff (Kanisterbetankungen usw.) ist im Vergleich zum herkömmlichen Dieselmkraftstoff relativ gefahrlos. Auch aus dieser Eigenschaft lassen sich deshalb zu bevorzugende Einsatzbereiche ableiten.

Ein bestimmter Anteil von Reaktionsrückständen aus der Umesterung des Biodiesels darf nach der DIN Norm ebenfalls nicht überschritten werden. Diese Anforderungen sind in der DIN EN 14214 nochmals verschärft worden. Pflanzenöl oder Reste von Glycerin können zu Verklebungen oder zur Ablagerungsbildung im Brennraum des Motors führen. Es wird daher streng auf die Einhaltung dieser Grenzwerte geachtet.

3.2 Weitere kraftstofftypische Eigenschaften von Biodiesel

Schmierfähigkeit und Verschleißminderung

Aufgrund der Beschaffenheit des Biodieselmoleküls besitzt Biodiesel eine sehr gute Eigenschmierfähigkeit. Versuche haben ergeben, dass Biodiesel die Werte der Mineralöl-Diesel Norm weit unterschreitet. Ein Maß für die Schmierfähigkeit ist der sogenannte HFRR – Wert. Allgemein gilt: Je geringer der HFRR – Wert, desto besser der Kraftstoff. Hochschwefelter Mineralöl-Dieselmkraftstoff hat ohne Additiv einen HFRR – Wert von ca. 500. Der Grenzwert der Norm bei Dieselmkraftstoff liegt

aber bei 450. Mineralöl-Dieselmotoren muss also additiviert werden. Der HFRR – Wert von Biodiesel liegt dagegen bei ca. 200. Biodiesel eignet sich damit schon bei Zugabe von nur 1% zu Mineralöl-Diesel als gutes Schmierfähigkeitsadditiv.

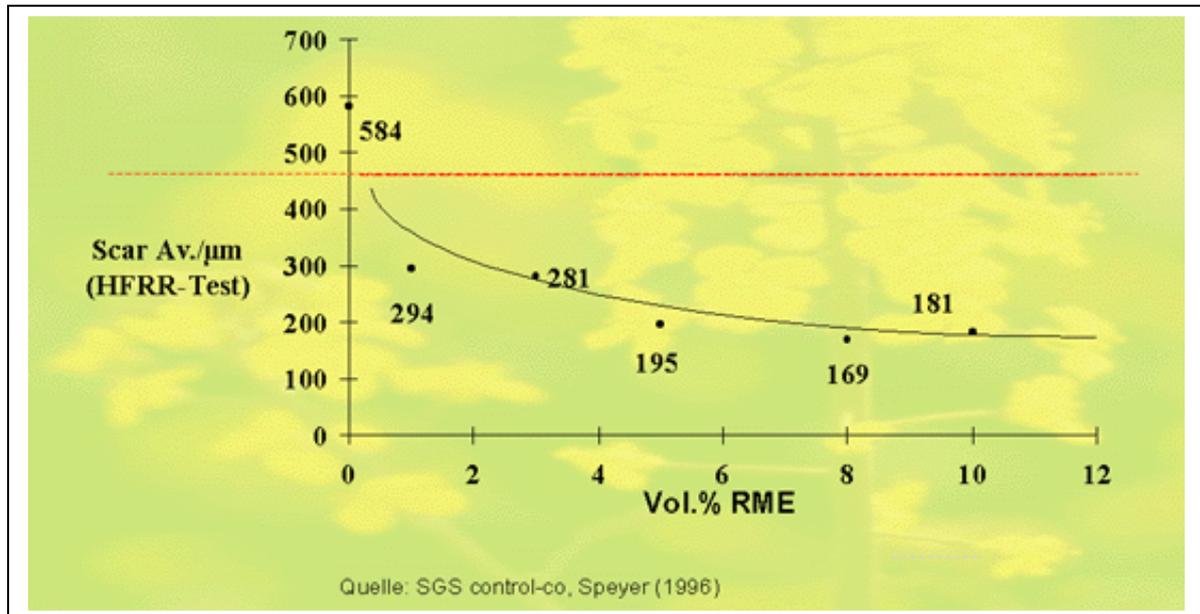


Abbildung 3: Die Eigenschmierfähigkeit von Diesel lässt sich durch Zugabe von Biodiesel (RME) verbessern
 Quelle: Untersuchung der SGS Control-Co im Auftrag der Novaol Deutschland GmbH, Speyer 1996

Beim Betrieb eines freigegebenen Motors nimmt der Verschleiß des Motors deutlich ab. Vom BMFT geförderte Prüfstandsversuche bei der PORSCHE AG zeigten am MERCEDES-BENZ-Motor im Biodiesel-Betrieb auch nach 500 Stunden Laufzeit hohe Sauberkeit und eine Verschleißminderung um 60% im Vergleich zum Mineralöl-Dieselmotorenkraftstoff.

Viskosität / Fließeigenschaften

Biodiesel ist bei Temperaturen, wie sie üblicherweise in einem Motor vorkommen, mineralischem Dieselmotorenkraftstoff von seinen Fließeigenschaften sehr ähnlich. Einspritzverfahren und intelligente Motorsteuerungen basieren darauf, dass die Eigenschaften der Kraftstoffe sich in einem sehr engen Toleranzrahmen bewegen. Die Motorenentwicklung bei Dieselmotoren geht hin zu höheren Drehzahlen, höheren Einspritzdrücken und einer größeren Flexibilität bei den Steuerzeiten der Motoren. Durch Drehzahl und Druck werden Leistung und Abgasverhalten der Motoren bestimmt. Die Einspritzung des Kraftstoffes muss daher bei höheren Drehzahlen immer exakter erfolgen. Mechanische Einspritzpumpen mit Nockensteuerungen kommen dort an ihre Grenzen. Elektromagnetische Einspritzung wie z. B. Common Rail Systeme bestimmen die Entwicklung der neuen Motorengeneration, die die

emissionsrechtlichen Anforderungen nach EURO III und IV (DIV) erfüllen müssen. Im gleichen Maße steigen die Anforderungen an Biodiesel.

Biodiesel ist weniger kompressibel als Mineralöl-Dieselmotorkraftstoff. Der Einspritzverzögerung – die Zeit die der Kraftstoff von der Pumpe bis zur Düse braucht – ist bei Biodiesel kürzer. Dieser Vorteil wird durch den verlängerten Zündverzögerung – die Zeit vom Einspritzbeginn bis zum Brennbeginn ist bei Biodiesel durch den höheren Flammpunkt länger – wieder ausgeglichen. Dazu kommt ein etwas zügigeres Durchbrennen des Kraftstoffes. Unter dem Strich unterscheiden sich die Eigenschaften beider Kraftstoffe nicht meßbar. Über Sensortechnik ist es heute technisch möglich, das Motormanagement nicht nur für Biodiesel pur, sondern auch bei unterschiedlichen Mischungsverhältnissen Diesel und Biodiesel (Wechseltanker) zu optimieren und damit die steigenden emissionsrechtlichen Anforderungen bei sinkendem Kraftstoffverbrauch zu erfüllen.

Der typische „Frittengeruch“ bei der Verbrennung von Biodiesel

Der typische Geruch bei der Verbrennung von Biodiesel entsteht im wesentlichen bei kaltem Motor und bei Fahrzeugen ohne Oxikat (Oxidationskatalysator). Die Bestandteile die diesen Geruch hervorrufen sind unverbrannte oder nur teilweise verbrannte Kohlenwasserstoffverbindungen, namentlich die Aldehyde. Diese Stoffe stehen im Verdacht, Krebs zu erzeugen. Diese lassen sich aber fast vollständig durch den in neuen PKW serienmäßig eingebauten Katalysator beseitigen, der mit Biodiesel aufgrund der Schwefelfreiheit sehr gut funktioniert.

Saubere Verbrennung

Das Biodiesel-Molekül enthält etwa 11% Sauerstoff. Dieser Sauerstoffanteil führt zu einem besseren Verbrennungsablauf und damit zu deutlich weniger Ruß. Die kraftstoffbedingten Rückstände im Motorinneren werden deutlich reduziert (CCD-Reduktion).

Mehrverbrauch

Durch seinen Sauerstoffgehalt – Mineralöl-Dieselmotorkraftstoff enthält keinen Sauerstoff – fehlt es dem Biodiesel an Kohlenwasserstoffen und damit an Verbrennungsenergie. Dieser Mangel wird aber je nach Lastpunkt durch die Steigerung des Wirkungsgrades der Verbrennung kompensiert. Es gibt also Lastpunkte in denen einem mit Mineralöl-Dieselmotorkraftstoff betriebenen Motor schlicht die Luft ausgeht, der Kraftstoff nicht vollständig verbrennt und im Vergleich zu Biodiesel ein höherer Verbrauch gemessen werden kann. Andererseits ist bei extrem sparsamer Fahrweise mit hohem Luftüberschuß der Mineralische Diesel im Vorteil. Rein rechnerisch beträgt der volumetrische Verbrauchsunterschied im 13 Stufentest etwa 3,5% (Mehrverbrauch gemessen mit ARAL Superdiesel und Biodiesel aus reinem Rapsöl

(RME)). Ein Audi A6 2,5 TDI hatte dagegen in diesem Test beim TÜV Hannover im April 2000 sogar einen Minderverbrauch von 0,03%. Es wurde häufiger auch ein „Memoryeffekt“ gemessen, bei dem nach dem Verbrauch von Mineralöldieselkraftstoff ein mit Biodiesel betriebenes Fahrzeug zunächst einen höheren Verbrauch aufwies, der sich dann aber nach einigen Tankfüllungen Biodiesel wieder auf den Anfangswert des Mineralöldiesels reduzierte. Aus der Praxis sind bei Feldversuchen bis zu 15% Mehrverbrauch gemessen worden. Bei Mehrverbräuchen ab 5% stellt sich auf technischer Seite die Frage: was wurde verglichen? Handelte es sich um reinen Rapsölmethylester, wurden die Zapfsäulen geeicht, wurde im Winter Winterqualität getankt?

Unabhängig von diesen Untersuchungen muss jedoch festgestellt werden, dass zur Frage des Mehrverbrauchs bisher systematische Untersuchungen fehlen. Angesichts der Tatsache, dass der angebliche Mehrverbrauch im Biodieselmarkt Preis senkend und damit sich für die gesamte Biodieselwirtschaft Gewinn mindernd auswirkt, ist hier dringender Handlungsbedarf gegeben.

Aussagen der Motorenhersteller

Besonderes Gewicht bei der Beurteilung des Kraftstoffes Biodiesel haben die Motorenhersteller. Ohne Freigaben der Hersteller, oder zumindest der Erteilung der Unbedenklichkeit des Einsatzes unter bestimmten Bedingungen, ist ein weitreichender Einsatz von Biodiesel in Europa nicht möglich. So bestätigen die Motorenhersteller, dass beim Einsatz von Biodiesel keine erhöhten Verschleißwerte auftreten, wenn Biodiesel der E DIN 51606 entspricht. Ebenso werden Biodiesel sehr gute Schmiereigenschaften bescheinigt, so dass auch an hochwertigen Einspritzpumpen der Kraftstoff seine Schmierwirkung voll erfüllt. Bei Verteilereinspritzpumpen kann der Verschleiß an der Hubscheibe durch den Einsatz von Biodiesel wesentlich verringert werden. Ebenso zeigen die Langzeiterfahrungen, dass es zu keinerlei Bildung von verstärkten Ablagerungen an Einspritzdüsen, Ventilen, oder Kolbenringen kommt.

Als Beispiel seien die Erfahrungen von VW angeben:

"In einem Langzeitversuch wurde der Einfluß von Rapsöl-Methylester (Biodiesel) auf das Motorenöl sowie auf den Verschleiß untersucht. Bei der Einspritzausrüstung wurden keine höheren Verschleißwerte als bei Dieselkraftstoff festgestellt. Die Motorenteile wurden ebenfalls vermessen. Auch hier wurden keine von den Serienwerten abweichenden Daten ermittelt."

4. Umweltaspekte von Biodiesel

Die Auswertung von Messungen an 54 unterschiedlichen Dieselmotoren ergab für die Schadstoffe im Vergleich zu herkömmlichem Diesel ein überaus positives Ergebnis für Biodiesel:

Der Rußanteil vermindert sich um die Hälfte und die Partikelemissionen gehen im Vergleich zu fossilem Diesel, je nach Motortyp, um 24-36 % zurück. Aufgrund der Schwefelfreiheit von Biodiesel kann die Wirkung von Oxidationskatalysatoren hervorragend genutzt werden. Dadurch sinkt der Schadstoffgehalt im Abgas nochmals erheblich.

Emissionen

Jeder Verbrennungsmotor, ob er mit Benzin, Diesel, Erdgas oder Biodiesel betrieben wird, produziert Abgase. Diese Abgase entstehen aus den Kohlenwasserstoffen der Kraftstoffe und der zur Verbrennung benötigten Luft.

Die wesentlichen Schadstoffe, die dabei entstehen und nach deren Menge ein Motor oder ein Kraftstoff heute beurteilt wird, sind:

Kohlenmonoxid (CO), unverbrannte Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und feste Partikel (PM).

Es gibt verschieden Möglichkeiten, die Emissionen des Straßenverkehrs zu reduzieren: Die Optimierung der Motorentechnik, der Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen, die Abgasrückführung und die Anpassung des Kraftstoffes.

Das bekannteste Abgasnachbehandlungssystem ist der Oxidationskatalysator. Er wandelt die im Abgas enthaltenen Kohlenwasserstoffe und das Kohlenmonoxid in Wasser und Kohlendioxid um. Katalysatoren reagieren allerdings empfindlich auf Schwefel. Dieser Stoff 'vergiftet' zum einen auf längere Sicht den Katalysator und führt zudem zu einem höheren Partikelaustritt. Optimale Wirkung erzielen diese Abgasreinigungssysteme daher mit stark entschwefelten Kraftstoffen bzw. mit dem von Natur aus fast schwefelfreien Biodiesel.

Moderne Kombinationen von Katalysator und Partikelfilter sind sogar in der Lage, mit solchen Kraftstoffen den Ausstoß von CO, HC und Partikeln bis fast an die Nachweisgrenze zu verringern und damit, zumindest was diese drei Komponenten anbelangt, aus einem EURO-I-Motor einen EURO-III-Motor zu machen.

Der Kraftstoff allein hat ebenfalls einen großen Einfluss auf die Abgasqualität. Biodiesel weist im Vergleich mit herkömmlichem Dieselmotorkraftstoff deutliche Vorteile bezüglich HC, CO und Partikeln auf.

Wie die nachfolgende Abbildung zeigt erfüllt ein EURO-II-Motor mit Biodiesel praktisch schon die Partikel-Grenzwerte für EURO-III. Setzt man zusätzlich einen Oxidationskatalysator ein, wird der positive Effekt von Biodiesel noch deutlicher. Untersuchungen belegen, dass Dieselabgase im Vergleich zu Biodiesel deutlich ungünstiger liegen. Besonders in Ballungsgebieten oder beim Einsatz in Hallen (Gabelstapler) macht sich diese Tatsache positiv bemerkbar.

Wesentliches Argument für den Einsatz von Biodiesel im Vergleich zu Dieselkraftstoff sind die geringeren Schadstoffmengen im Abgas. Eine Vielzahl von durchgeführten Messungen und Tests belegen die wichtigsten Eigenschaften:

Kein CO₂ Neueintrag in die Atmosphäre, Hauptursache für den Treibhauseffekt
kein Schwefelgehalt, und somit:

- ❖ keine Schwefeldioxid-Emission, Hauptursache für sauren Regen
- ❖ keine Sulfat-Emission, die zur Partikel-Emission beiträgt, die Katalysatoren sind dadurch uneingeschränkt nutzbar.
- ❖ Reduzierung der Kohlenmonoxid-Emission um ca. 10% (mit Kat. ca. 95%)
- ❖ Reduzierung der Kohlenwasserstoff-Emission um ca. 40% (mit Kat. ca. 95%)
- ❖ Reduzierung der Partikel- und Rußemission um ca. 50% (mit Kat. ca. 70%)

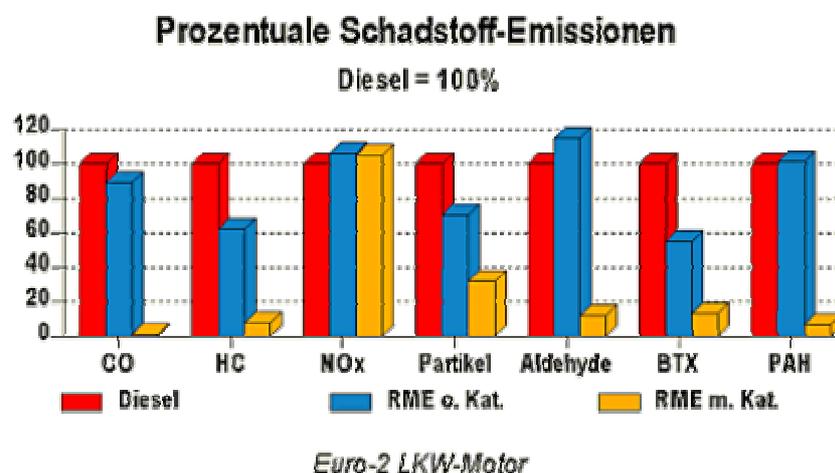


Abbildung 4: 13-Stufen-Test (91/542/EWG) auf dem Prüfstand. Ein direkteinspritzender, aufgeladener Euro-2-LKW-Motor
Quelle: A. Middendorf, HJS Prospekt für Oxidationskatalysatoren, 1998

Die drei letzten Stoffgruppen sind zwar gesetzlich nicht limitiert, der Katalysator bringt aber deutliche Verbesserungen.

Einzigster Kritikpunkt ist der leicht erhöhte NO_x-Ausstoß, vor allem aufgrund seiner Klimarelevanz.

Er resultiert aber aus der optimierten Verbrennung (schwefelfrei, höhere Verbrennungstemperatur) und ist damit eher ein motortypischer (kein kraftstofftypischer) Abgaswert. Die Schädlichkeit des NO_x ist allerdings erkannt und kann im Rahmen verbesserter Abgasreinigungssysteme (De NO_x-Katalysatoren) oder mittels Sensortechnik zur Motormanagementoptimierung deutlich reduziert werden. Das gilt für Biodiesel im gleichen Maße wie für Mineralöldiesel.

Bemerkenswert ist das enorme Reduktionsvermögen des Oxi-Kats. CO-Emissionen werden beispielsweise auf 1 % des entsprechenden Dieselwertes gedrückt. Auch der Partikelaustritt wird erheblich reduziert. Im Vergleich zu Biodiesel mit Katalysator wird mit schwefelarmen Dieselkraftstoff die 3-fache Partikelmenge ausgestoßen.

Karzinogene Bestandteile in Biodieselabgasen

Die Partikel und Russbestandteile von Biodieselabgasen unterscheiden sich wesentlich von denen von Mineralöl-Dieselmotoren. Sie haben ein graues Aussehen (im Gegensatz zu schwarz bei Mineralöl) und sind eher schmierig von ihrer Konsistenz. Sie haben einen wesentlich höheren löslichen Anteil und sind daher auch in Katalysatoren leichter abzubauen. Die Partikel sind von ihrer Größe her homogener und durchschnittlich kleiner als die von Mineralöl-Dieselmotoren. Partikel dieser Größe sind besser lungengängig. Der Rückschluss, dass Biodieselabgase daher in größerem Maße krebsfördernd sind, ist allerdings nicht zulässig. Die Partikel sind von ihrer Beschaffenheit wesentlich besser abbaubar und auch ungiftig. Mutagenitätstests mit Biodieselabgasen haben im Gegenteil eine wesentlich reduzierte Krebsgefahr gezeigt.

Biologische Abbaubarkeit

Methylester werden heute in großen Mengen bei der Waschmittelproduktion für die Herstellung von Tensiden verwendet. An diesem Beispiel wird deutlich, dass an Methylester hohe Anforderungen an die biologische Abbaubarkeit (Kläranlagen) gestellt werden. Die Kommission zur Bewertung Wasser gefährdender Stoffe (KBWS), für die das Umweltbundesamt zuständig ist, hat RME als schwach Wasser gefährdend und damit in die Wassergefährdungskategorie (WGK) 1 eingestuft. Diesel ist dagegen als Wasser gefährdend und folglich in die WGK 2 eingestuft.

Biodiesel ist schnell biologisch abbaubar: Es wurde nachgewiesen, dass Biodiesel in 21 Tagen zu über 98% biologisch abgebaut wird - Mineralöl-Dieselmotoren dagegen nur zu 70%.

Gelangt Biodiesel beim Einsatz unbeabsichtigt in die Umwelt, nehmen Organismen kaum Schaden. In einem Großversuch für den Einsatz von Biodiesel in Dieselmotoren von Freizeitschiffen auf dem Bodensee, wird derzeit die Praxistauglichkeit und die Umweltverträglichkeit nachgewiesen

5. Vorteile von Biodiesel für die Umwelt auf einen Blick

Biodiesel wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt

Biodiesel senkt deutlich die Russ-Emissionen (bis zu ca. 50%)

Biodiesel gibt bei der Verbrennung etwa soviel CO₂ ab, wie die Pflanze beim Wachstum aufgenommen hat (geschlossener CO₂-Kreislauf)

Biodiesel ist wegen seiner Schwefelfreiheit (< 0,001 %) ideal in Motoren mit Oxidationskatalysator einsetzbar

Biodiesel verringert die Kohlenwasserstoff-Emission (vor allem die Emission von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen)

Biodiesel – Abgase sind nachgewiesen weniger krebserregend als die Abgase von Motoren, die mit Mineralöl-Dieselmotoren betrieben werden.

Biodiesel ist biologisch leicht abbaubar und gefährdet bei Unfällen nicht Boden und Grundwasser

Biodiesel ist kein Gefahrgut (der Flammpunkt liegt bei ca. 170°C)

Biodiesel besitzt eine hohe Schmierfähigkeit und schont damit den Motor

6. Pflanzenöl und Biodiesel

Der Einsatz von Natur belassenem Pflanzenöl als Motorenkraftstoff legt natürlich auch die Frage nahe, ob nicht der Einsatz von reinem Pflanzenöl die Umweltverträglichkeit von Dieselmotoren durch die Betrachtung des Gesamtsystems verbessert. Zur Beantwortung dieser Frage sind einige grundsätzliche Überlegungen notwendig:

Der Einsatz von Pflanzenölen als Kraftstoff für Dieselmotoren ist keine ungewöhnliche oder neue Idee. Schon Rudolf Diesel sprach in seiner Patentschrift von 1912 von dieser Möglichkeit.

Sie können im wesentlichen in zwei Varianten als Kraftstoff eingesetzt werden:

- durch Anpassen des Motors (ursprüngliches Pflanzenöl)
- durch Anpassen des Kraftstoffs
(Umesterung zu Pflanzenöl-Methyl-Ester PME, auch Biodiesel genannt)

Die Eigenschaften von Pflanzenölen weichen sehr von denen eines genormten Dieselmotors ab (Viskosität, Verbrennungseigenschaften, etc.). Bei der Verbrennung kommt es zu starken Ablagerungen, die den Einsatz in konventionellen Dieselmotoren unmöglich machen. Nur Spezial-Motoren oder auf den Betrieb mit Pflanzenöl umgerüstete Motoren, können Pflanzenöle als Antriebsenergie nutzen.

Weitere Probleme bereiten die eingeschränkte Wintertauglichkeit und die Tatsache, dass Pflanzenölmotoren aufgrund ihres niedrigeren Entwicklungsstandes die im Verkehrsbereich geltenden und zunehmend verschärften Abgasvorschriften nicht einhalten können. Moderne Motoren verlangen Spezialkraftstoffe, deren Grundeigenschaften sich nur in ganz engen Grenzen bewegen dürfen. Der Einsatz von Salatöl in modernen unveränderten Serienmotoren ist daher nicht empfehlenswert.

Im übrigen sind die Ergebnisse des 100-Schlepperprogramms der Bundesregierung als Basis für die weitere motortechnische und Kraftstoffqualitätsentwicklung von Rapsöl pur abzuwarten.

7. Biodiesel in Dieselmotoren

Der durch den einfachen chemischen Prozess der Umesterung aus Pflanzenöl zentral mit hoher Ausbeute entstehende Biodiesel ist durch seine definierte Qualität und seine Ähnlichkeit mit Mineralöl-Dieselmotorschwarz hervorragend für die Verbrennung in Serien-Dieselmotoren.

Freigaben

Biodiesel kann grundsätzlich in Dieselmotoren unter Beachtung folgender Herstellerfreigaben (Angaben ohne Gewähr, die Angaben sind der Fahrbetriebsanleitung zu entnehmen oder beim Fahrzeughersteller einzuholen) gefahren werden:

Tabelle 3: Herstellerfreigaben

VW	Beetle	Ab Modelleinführung 66 kw (90 PS) TDI, erfüllt Euro 3-D Norm
	Bora	Ab Modelleinführung 66 kw (90 PS) TDI, erfüllt Euro 3-D Norm 81 kw (110 PS) TDI, erfüllt Euro 3-D Norm
	Caddy II (Wirbelkammer und SDI)	Ab Produktionsdatum Kalenderwoche 23/96
	Caddy II TDI	Ab Produktionsdatum Kalenderwoche 43/96
	Caddy Pick-up	Ab Einführung
	(Wirbelkammer/47 kW)	Des Pick-up-Modells
	Golf	Ab Modelljahr 1996 (=ab Produktion 9/95)
	Golf Ecomatic	Ab Fahrgestell-Nr. 1 HR P 491 791
	LT	Ab Modelljahr 1997 (=ab Produktion 9/96)
	Lupo	Ab Modelleinführung 44 kw (60 PS) SDI, erfüllt Euro 3-D Norm
	Passat	Ab Modelljahr 1996 (=ab Produktion 9/95)
	Polo Classic	Ab Modelljahr 1996 (=ab Produktion 9/95)
	Polo Diesel	Ab Modelljahr 1996 (=ab Produktion 9/95)
	Sharan	Ab Produktionsmonat April 1996 freigegeben
	Vento	Ab Modelljahr 1996 (=ab Produktion 9/95)
	T4	Ab Fg.-Nr.70T H 012 212 ab Fg.-Nr.70T X 019 998, ausgenommen: 4-Zyl. Diesel- Mot. Ohne KAT und Fahrzeug. mit Zus.heizung 9M3
Audi	A2	Ab Serienanlauf
	A3 alle TDI's	Ab Serienanlauf
	A4 1,9 TDI (66 kW und 81 kW)	Ab Fahrgestell-Nr. 8D TA 043 491

	A6 1,9 TDI (66 kW und 81 kW)	Ab Fahrgestell-Nr. 4A TN 018 501
	A6 2,5 TDI (85 kW und 103 kW) mit Frontantrieb	Ab Fahrgestell-Nr. 4A TN 018 501
	A6 2,5 TDI quattro	Ab Fahrgestell-Nr. 4A TN 065 285
	Cabrio 1,9 TDI	Ab Fahrgestell-Nr. 8G TA 003 060
	A8 TDI	Ab Serienanlauf (1997)
BMW	320d / 330d / 520d / 525d / 530d	Ab 2001, Freigabe nur gegen Aufpreis bei Bestellung
	525tds	Freigabe nur gegen Aufpreis (DM 350,-) bei Bestellung
Mercedes	Taxi C 220 D	Produktion ab 1. Dekade 5/96 (Code 921)
	Taxi E 220 D	Produktion ab 1. Dekade 5/96 (Code 921)
	Taxi C 240 D	Produktion ab ca. 8/99
	Taxi C 200 CDI	Produktion ab ca. 8/99
	Taxi C 220 CDI	Produktion ab ca. 8/99
	Taxi C 200 CDI, T-Modell	Produktion ab ca. 8/99
	Taxi E 200 CDI	Produktion ab ca. 8/99
	Taxi E 220 CDI	Produktion ab ca. 8/99
	Taxi E 220 CDI, T-Modell	Produktion ab ca. 8/99
	C 220 D (nicht Taxi)	Freigabe nur gegen Aufpreis (DM 348,-) bei Bestellung
	E 220 D (nicht Taxi)	Freigabe nur gegen Aufpreis (DM 348,-) bei Bestellung
	E 200 CDI (nicht Taxi)	Freigabe nur gegen Aufpreis (DM 348,-) bei Bestellung
	E 220 CDI (nicht Taxi)	Freigabe nur gegen Aufpreis (DM 348,-) bei Bestellung
SEAT	Alhambra	Alle 66 KW- und 81 KW- SDI-Modelle.
	Arosa 1,7 SDI	Ab Serieneinführung
	Inca	Ab FIN TR013605 ist die gesamte Anlage rapsöлтаuglich. Ein Nachrüstsatz für Fahrzeuge vor FIN TR013605 ist nicht geplant.

	Toledo (TDi)	Modelljahr 2000 Für ältere Modelle: Ab FIN TR006423 ist die Einspritzpumpe biodieseltauglich, die restliche Anlage kann mit dem Umrüstsatz 11.0 298 215 zum Preis von DM 175,00 (UPE) und ca. 2 Stunden Lohn umgerüstet werden.
	Leon 1,9 SDI/TDI	Seit Einführung
	Ibiza / Cordoba / Vario (außer TDi)	Ab FIN TR073862 ist auch hier die Einspritzpumpe Biodieseltauglich, und die Fahrzeuge können mit dem Umrüstsatz 6K0 298 215 inkl. Benzintank zum Preis von DM 765,00 (UPE) Die Einbauzeit beträgt beim Ibiza / Cordoba 330 ZE. Der Umrüstsatz für Ibiza / Cordoba TDi wird ab November 1997 verfügbar sein.
SKODA	Oktavia	Seit Einführung
	Fabia	Seit Einführung
VOLVO	S80 D	Seit Einführung bis einschließlich Modelljahr 2001
	S70 TDI	Ab Fahrgestell-Nr. 498.287 bis einschl. Modelljahr 2001
	V70 TDI	Ab Fahrgestell-Nr. 449.405 bis einschl. Modelljahr 2001
LKW		
MAN	Alle Komplettfahrzeuge ab Modelljahr 1999	Ab Motornummer xxx8953591xxxx (D08) bzw. xxx8953001xxxx (D28) sind alle Komplettfahrzeuge RME- tauglich
	Ältere MAN Fahrzeuge	Freigabe nur mit Umrüstpaket Verkaufscode: 280 RM
MERCEDES	LK/MK/SK-Fahrzeuge und Unimog ab Baujahr 1988 mit Motoren BR 300 und BR 400	Können mit RME (Biodiesel) betrieben werden
	LK-Fahrzeuge mit Motoren BR 900 und Actros mit BR 500	Seit Serienbeginn für den RME- Einsatz freigegeben
ZUSATZHEIZUNGEN		
EBERSPÄCHER	D1LC compact, D3LC compact, D1LP, D3LP compact, D5L, D5LC D3W, D5W MB, D7W Iveco, D9W	Uneingeschränkt freigegeben

	D1LC, D3LC, D4W	Mit Umprogrammierung des Heizwertes am Steuergerät freigegeben
WEBASTO	DW 230, DW 300, Thermo 230, Thermo 300	Freigabe mit Umrüstsatz
KÜHLAGGREGATE		
THERMO KING		Grundsätzlich keine Einwände. Die Aggregate müssen geringfügig modifiziert werden. Der Dieselfilter muss einmal mehr während der Laufzeit des Wartungsintervalls ausgetauscht werden

8. Der praktische Einsatz von Biodiesel

Beim praktischen Einsatz von Biodiesel in serienmäßigen Dieselmotoren sind einige Hinweise zu beachten.

- Da sich Biodiesel wie ein Lösungsmittel verhält, können Dieselkraftstoffrückstände zu Filterverstopfungen führen.

Nach einigen Tankfüllungen Biodiesel, die nach dem Gebrauch vom herkömmlichen Diesel getankt werden, sollte daher der Kraftstofffilter ausgewechselt werden, auch bei freigegebenen Fahrzeugen.
- Aus demselben Grund sollten die mit Biodiesel in Berührung gekommenen Lackflächen, wie auch bei herkömmlichem Diesel, umgehend abgewischt werden. Keine Probleme gibt es mit Metallic-Lacken.

Manche Gummi- oder Kunststoffmaterialien sind bei nicht freigegebenen Fahrzeugen nicht beständig gegenüber Biodiesel. Es kann vorkommen, dass z.B. Kraftstoffschläuche aufquellen. Abhilfe können hier Schläuche aus Fluorkautschuk liefern, die in Fahrzeugen serienmäßig eingesetzt werden. Auskunft über die Art der verwendeten Materialien kann die zuständige Fachwerkstatt geben.

Eine regelmäßige Kontrolle des Kraftstoffsystems und gegebenenfalls das Auswechseln der betroffenen Materialien können preiswert und schnell durchgeführt werden.
- Ölwechselintervalle sollten daher entsprechend den Herstellerangaben eingehalten werden. In seltenen Fällen kann es zu einer Verdünnung des Motoröls mit Kraftstoff kommen. Dies tritt jedoch in der Regel nur dann auf, wenn der Motor über längere Zeit mit schwacher Belastung gefahren wird.

9. Qualitätssicherung

Die Kundenzufriedenheit ist die entscheidende Voraussetzung für die weitere Marktentwicklung bei Biodiesel. Aus diesem Grunde haben sich die Biodieselhersteller und die bedeutendsten Biodieselermarkter seit Dez. 1999 in der Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. zusammengeschlossen.

Im Normenentwurf E DIN 51606 bzw. in der zukünftigen europäischen Norm für Biodiesel sind die Qualitätsparameter bzw. Standards festgelegt, die Biodiesel als Voraussetzung für die Verwendung in freigegebenen Fahrzeugtypen erfüllen muss.

Auf allen Stufen, beginnend mit der Herstellung bis hin zur Endabgabestelle steht die Biodieselswirtschaft in der Verantwortung (Produkthaftung) gegenüber dem Verbraucher, dass ausschließlich Biodiesel gemäß der genannten Norm angeboten wird. Zugleich ist dies die entscheidende Voraussetzung dafür, dass qualitätsbedingte fahrzeugtechnische Probleme ausgeschlossen und damit die Wahrscheinlichkeit der Inanspruchnahme einer Gewährleistung gegenüber dem Fahrzeughersteller bzw. dem Tankstellenbetreiber erheblich verringert wird.

Erste Stufe: Hersteller

Zur Intensivierung der Qualitätskontrolle werden sich in Kürze die Biodieselhersteller der AGQM e.V. in der Gütegemeinschaft Biodiesel e.V. zusammenschließen. Satzung sowie die Güte- und Prüfbestimmungen wurden erstellt in Zusammenarbeit mit dem RAL, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., St. Augustin.

Grundlage der Güte- und Prüfbestimmungen sind die Anforderungen der E DIN 51606 bzw. der an diese Stelle tretenden europäischen Norm für Biodiesel DIN EN 14214. Ergänzt werden die in der jeweils gültigen Norm enthaltenen Mindesteigenschaften durch darüber hinausgehende zusätzliche Qualitätsanforderungen. Hierzu gehören:

- obligatorische Additivierung zur Sicherstellung der Oxidationsstabilität
- Kennzeichnung des Biodiesels mit einem unternehmensspezifischen Marker für die Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der Biodiesellieferung
- Produktion von Winterqualität (CFPP: -20°C) 4 Wochen vor Termin gemäß E DIN 51606 mit dem Ziel, zum notwendigen Zeitpunkt tatsächlich Ware in

Winterqualität an den Tankstellen zur Verfügung zu haben (Beachtung branchentypischer Umschlagsfristen)

- Wassergehalt max. 300 mg/kg, auch wenn die europäische Norm einen höheren Wassergehalt (500 mg/kg) vorsieht. Diese Festlegung wird garantieren, dass die möglichen Wassereinträge durch Verladeprozesse nicht zur Überschreitung der Normparameter beim Anwender führen
- Begrenzung des Einsatzes von Additiven auf Anteile bis max. 2%, um die Deklaration von „streckenden“ Zumischungen anderer Stoffe als Additiv zu verhindern
- Finalisierung der Qualitätsprüfung beim Hersteller, d.h. die Prüfung wird am fertig hergestellten (d.h. auch additivierten) Biodiesel durchgeführt. Nachträgliche Zusätze sind nicht statthaft

Als Voraussetzung für die Gütezeichenvergabe unterziehen sich die Mitglieder einem unabhängigen Zulassungsverfahren, das unter anderem folgende Anforderungen prüft:

- Personalqualifikation
- Mindestlaborausstattung bei Mitgliedern bzw. beauftragten Prüffirmen
- Dokumentation Rohstoffeingang bzw. der Biodieselerladung
- Anforderung an die Endkontrolle am Ort der Produktion bzw. Lagerhaltung
- Aufbewahrung von Rückstellmustern und Analysezertifikaten

Die Hersteller unterwerfen sich einer ständigen, unangemeldeten Kontrolle zur Prüfung der verladenen Biodieselqualität.

Herstellerverpflichtung:

- Versorgung der öffentlichen Tankstellen mit Biodiesel ausschließlich auf Basis von Rapsölmethylester
- Die Biodieselhersteller unterwerfen sich laufenden Ringversuchen mit einem Prüflabor

Zweite Stufe: Handelsunternehmen / Lagerung:

Qualitätssicherungsmaßnahmen:

- Die Lagerbedingungen müssen so gewählt sein, dass eine Veränderung der Produktqualität während der Lagerung ausgeschlossen ist. Im Falle längerer Lagerzeiten müssen geeignete Maßnahmen zur Sicherung der Produktqualität getroffen werden, dies betrifft insbesondere eine unbeabsichtigte Vermischung mit anderen Produktionschargen bzw. Produkten.
- Dokumentation der Ein- und Ausgänge

Transport:

- Eine Vermischung von Biodiesel mit mineralischen Kraftstoffen muss ausgeschlossen sein. Die Vorladung ist zu prüfen. In jedem Fall ist eine Befüllung von Transportbehältern mit A1 Kraftstoff (Mineralöl) als Vorladung ausgeschlossen.
- Vor Beladung müssen die Kammern auf Verunreinigung überprüft werden.
- Die Fahrer des Tankzuges müssen schriftlich bestätigen, dass das Tankfahrzeug die genannten Anforderungen erfüllt.

Dritte Stufe: Tankstelle:

Die Tankstelle ist naturgemäß gegenüber dem Endkunden das wichtigste Glied in der Frage der Qualitätssicherung und damit der Produkthaftung.

Seit Juli 2001 beginnt die Arbeitsgemeinschaft, die Tankstellen verstärkt in die Qualitätssicherung einzubeziehen. In einem ersten Schritt wurde über eine Versandaktion allen Tankstellen der Aufkleber E DIN 51606 mit der Aufforderung zur Anbringung an der entsprechenden Zapfsäule versendet.

Heute befindet sich dieser Aufkleber an praktisch jeder öffentlichen Biodieseltankstelle in Deutschland und Österreich. Damit muss der Tankstellenbetreiber mindestens die in der genannten DIN definierten Produkteigenschaften gewährleisten. Ergänzend wird den Biodieseltankstellen auf Antrag das Kontrollzeichen der Arbeitsgemeinschaft vergeben. Für die Vergabe des Kontrollzeichens sind folgende Vergabe- und Unterwerfungsbedingungen zu erfüllen:

- Der Antragsteller verpflichtet sich, ausschließlich Biodiesel von Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. zu beziehen.
- Die Tankstelle unterwirft sich unabhängigen, unangemeldeten Kontrollen und erhält zur Prüfung der Lieferbedingungen die ermittelten Prüfergebnisse.

- Die Tankstelle hat darauf zu achten, dass die Anforderungen an die Transportbedingungen für Biodiesel durch die entsprechenden Unternehmen beachtet werden.
- Informationen zum Thema Biodiesel müssen an der Tankstelle verfügbar sein (z.B. Liste der Freigabenerteilungen, Biodiesel-Spielregeln usw.).
- Die Tankstelle schließt einen Zeichennutzer-Vertrag mit der Arbeitsgemeinschaft ab, sodass die Sanktionsschwelle für den Entzug des Kontrollzeichens durch die Arbeitsgemeinschaft angemessen festgelegt wird.
- Tankstellen, die sich nicht dem Kontrollzeichen-Verfahren unterwerfen wollen, werden nicht mehr in den einschlägigen Publikationen (Broschüren, Faltblätter, Internet) der UFOP und der Arbeitsgemeinschaft Qualitätsmanagement Biodiesel e.V. aufgeführt.

Vierte Stufe: Biodieselskunden:

Die Arbeitsgemeinschaft wird die Öffentlichkeitsarbeit gegenüber den Tankstellen und den Biodieselskunden in den Mittelpunkt ihrer Maßnahmen stellen. Hierzu gehören:

- Laufende Mailing-Aktionen zur aktuellen Information zum Thema Biodiesel (Biodiesel-Infoservice)
- Bereitstellung von Verbraucherinformationen zum Thema Qualitätssicherung
- Maßnahmen zur Auslobung des Kontrollzeichens in Zusammenarbeit mit den Tankstellen
- PR-Aktionen mit der Fachpresse und über Anzeigenschaltungen zur Bekanntmachung des Logos bei den Verbrauchern.
- Werden durch Kontrollmaßnahmen an der Tankstelle Abweichungen von der geforderten Norm festgestellt, wird der Tankstellenbetreiber umgehend zur Beseitigung des Mangels aufgefordert, andernfalls droht der Entzug des Kontrollzeichens. Ggf. wird die zuständige Kontrollbehörde (vorausgesetzt, Biodiesel ist in die Kraftstoffqualitätsverordnung [10. BImSchV] aufgenommen) informiert.

- Die Tankstellen verpflichten sich, ausschließlich Biodiesel entsprechend der Norm und auf Basis von Rapsölmethylester zu beziehen.

10. Hersteller von Biodiesel in Deutschland

Tabelle 4: Hersteller von Biodiesel in Deutschland

Betreiber	Ort / Bundesland	Kapazität (t/Jahr)	Bemerkungen
Oelmühle Leer Connemann GmbH & Co.	Leer / Niedersachsen	100 000	seit 9/1996
Oelmühle Hamburg AG	Hamburg	120 000	seit 09/2001
Mitteldeutsche Umesterungswerke Bitterfeld	Bitterfeld / Sachsen-Anhalt	100 000	seit 09/2001
Campa Biodiesel GmbH	Ochsenfurt / Bayern	75 000	seit 1/2000
Biodiesel Wittenberge GmbH	Wittenberge / Brandenburg	60 000	seit 8/1999
Thüringer- Methylesterwerke GmbH & Co. KG	Harth-Pöllnitz / Thüringen	45 000	ab 01/2002
SARIA Bio-Industries GmbH & Co. Verw. KG	Malchin / Mecklenburg Vorpommern	12 000	ab 10/2001
Hallertauer Hopfen- Verwertungsgesellschaft	Mainburg / Bayern	5 000	nur Saisonbetrieb
Landwirtschaftliche Produkt- Verarbeitungs GmbH	Henningsleben / Thüringen	5 000	seit 4/1998
PPM Umwelttechnik GmbH & Co.KG	Brandenburg	5 000	seit 11/2001
BKK Biodiesel GmbH	Rudolstadt/Thüringen	4 000	ab 12/2001
Verwertungsgenossensc haft Biokraftstoffe	Großfriesen / Sachsen	2 000	seit 1996

11. Energie- und CO₂-Bilanz

Eine vollständige Bewertung von Biodiesel und seinen Nebenprodukten ist im Vergleich verschiedener Szenarien denkbar. Die Wertung ob nun der Einsatz von

Biodiesel „Gut“ oder „Schlecht“ ist, hängt von der Gewichtung verschiedenster Prioritäten ab.

Aktuell erfährt die Klimaschutzdiskussion (Treibhauseffekt) eine außerordentlich hohe Priorität und ist ablesbar in den Klimaschutzverpflichtungen, die die Europäische Union und insbesondere Deutschland eingegangen ist. Vor allem Klimaschutz motiviert ist deshalb auch der Vorschlag der EU-Kommission zur Förderung von Biokraftstoffen. Danach soll den Mitgliedsstaaten Mengenziele vorgegeben werden, die innerhalb bestimmter Fristen einzuhalten sind. Für Deutschland ergeben sich danach in der Tabelle aufgeführten Mengenverpflichtungen, die auch unter Berücksichtigung des Flächenbedarfs erfüllbar sind. Deutschland hat mit seiner ab 2003 bestehenden Produktionskapazität bereits eine erhebliche investive Vorleistung erbracht.

Tabelle 5: Aktionsplan Biokraftstoffe der EU-Kommission 2005-2010
Entwicklung der Biokraftstoffproduktion in Deutschland

Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mengenziele	2 %	2,75 %	3,5 %	4,25 %	5 %	5,75 %
Ottokraftstoffe	26,9	26,3	25,7	25,1	24,5	23,9
Ethanol / ETBE	0,538	0,723	0,899	1,066	1,225	1,37
Hektaräquival.	0,269	0,362	0,45	0,533	0,613	0,685
Dieselmotorkraftstoff	31,3	31,3	31,3	31,2	31,2	31,2
Biodiesel/Rapsöl	0,63	0,861	1,01	1,32	1,55	1,79
Hektaräquival.	0,45	0,615	0,721	0,943	1,11	1,30
Summe						
Biokraftstoff-Produktion	1,168	1,584	1,909	2,386	2,775	3,168
Hektaräquival.	0,719	0,977	1,171	1,426	1,723	1,985

Durchschn. Rapsölertrag/ha: 1,4 t; Bioethanolertrag/ha bei Weizen: 2 t; alle Angaben in Mill. t oder ha
Quelle: D. Bockey, UFOP; nach Angaben der EU-Kommission, MWV, eigene Schätzung

Energiebilanz

Das Vergleichsszenario ist hier die Erzeugung von Mineralöl-Dieselmotorkraftstoff aus Erdöl. Der grundsätzliche Vorteil nachwachsender Energiequellen besteht in ihrem geschlossenen CO₂ Kreislauf. Bei allen Verbrennungsvorgängen wird CO₂ freigesetzt. Das CO₂, das bei der Verbrennung von Biodiesel entsteht, wurde aber zuvor von der Rapspflanze im Rahmen des Fotosyntheseprozesses aus der

Atmosphäre aufgenommen. Es findet also bei der Verbrennung von Biodiesel kein „Neueintrag“ statt, ganz im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen. Jeder Liter Biodiesel, der fossilen Diesel ersetzt, vermindert also den Treibhauseffekt. Es kommt zu keiner Anreicherung von überschüssigem CO₂ in der Atmosphäre. Um moderne Energieträger bereitzustellen, muss zunächst Energie aufgewendet werden, die wiederum zum größten Teil durch Verbrennungsprozesse erzeugt wird und damit auch CO₂ und andere Treibhausgase freisetzt. Dazu zählen bei fossilem Diesel unter anderem die Erdölförderung, Transport und Raffination. Dies trifft auch für regenerative Energieträger zu, bei Biodiesel entsprechend Anbau, Ölgewinnung und Umesterung

Die BIODIESEL-Strategie spart 50,7 MJ pro kg ersetzttem Dieselkraftstoff und vermeidet die Emission von 3,84 kg CO₂ /kg DKÄ (Dieselkraftstoffäquivalent).

Die Größe der Einsparung an fossilen Energieträgern und der Vermeidung von fossilen CO₂-Emissionen decken sich in den Untersuchungen der UFOP mit denen des Umweltbundesamtes (UBA).

Weitere Informationen zum praktischen Einsatz:

Adressen: UFOP, AGQM, VDB usw. sowie die entspr. Internetadressen

12. Literatur

M.Schöpe, G.Britschkat: Gesamtwirtschaftliche Bewertung des Rapsanbaus zur Biodieselproduktion in Deutschland; Institut für Wirtschaftsforschung, München, März 2002

K.Schreiner: Biodiesel und Sportschiffahrt, Tagungsband, Institut für Verbrennungsmotoren FH Konstanz, Konstanz, September 2001

M. Wörgetter, K.Prankl, Rathbauer: Fachtagung Biodiesel – Tagungsband; Bundesanstalt für Landtechnik; Wieselburg 1998

Beitrag „Biodiesel“, aus Zeitschrift „Chemie“, Ausgabe 11/2000

Internationale Biodiesel-Fachtagung 1998, FAL Braunschweig-Völkenrode

UFOP, Jahresberichte der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen, Bonn (jetzt Berlin), 1996-2001