

Biodiesel oder Pflanzenöl?

Zur Frage nach der besseren Treibstoffstrategie

Prof. Dr. E. Schrimpp
FH Weihenstephan
D-85350 Freising

1. Einführung

Die Verknappung des weltweit begehrten Energieträgers „Erdöl“ hat vor zwei Jahren zu einem Preissprung geführt, der nicht nur die Autofahrer alarmiert, sondern auch die Wirtschaftssysteme der Industrie-Staaten belastet hat. Die logische Konsequenz einer solchen Krise: Man begibt sich auf die Suche nach Alternativen, die nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch nachhaltiger sein sollen und darüberhinaus auch den aufstrebenden Ländern Europas und der Dritten Welt eine Chance bieten können.

Zu den biogenen Treibstoffen, die schon heute in Deutschland einige Hunderttausende von Fahrzeugen antreiben, gehören Biodiesel und Pflanzenöl. *Biodiesel* kommt heute in traditionellen Dieselmotoren ohne wesentliche Anpassung zum Einsatz. Weniger bekannt ist naturbelassenes *Pflanzenöl*, das jedoch als Treibstoff in dafür entwickelten oder umgerüsteten (Diesel-) Motoren in den letzten Jahren zunehmend Verwendung findet.

In dieser Umbruchsphase der Energiewirtschaft lautet für vorausschauende Nationen die Kernfrage: „Welchem dieser zwei möglichen Optionen - Biodiesel oder Pflanzenöl - soll man auf Dauer den Vorzug geben? Welcher dieser Bio-Kraftstoffe verspricht langfristig gesehen die größten ökonomischen, ökologischen und sozialen Vorteile?“

2. Grundsätzliches

Pflanzenöl ist biochemisch gespeicherte Sonnenenergie höchster Dichte. Jedem Samenkorn hat die Natur eine Portion Pflanzenöl mitgegeben: Eine geniale Starthilfe, um dem Sämling unter den verschiedensten Umweltbedingungen und noch völlig unabhängig von Licht und Nährstoffen die Chance zur Wurzel- und Sproßbildung zu geben. Im Vergleich zu Biofeststoffen (Holz, Stroh) und Biogas stellt Pflanzenöl die dichteste Energieform der Photosynthese dar. Mit einer Energiedichte von rund 9,2 kWh je Liter liegt es ziemlich genau zwischen Benzin (8,6 kWh/l) und Diesel (9,8 kWh/l). Im Gegensatz zu Benzin und Diesel aus Erdöl ist Pflanzenöl jedoch regenerativ, CO₂-neutral und frei von Schwefel, Schwermetallen und Radioaktivität. Es besteht nur aus Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und ein wenig Sauerstoff (O) im Verhältnis von etwa C₆₀H₁₂₀O₆. Pflanzenöle werden im einfachsten Fall durch Zermahlen der Samen und anschließender Kaltpressung gewonnen, wobei Schwebstoffe vom Rohöl durch Sedimentation oder Filtration abgetrennt werden (SCHRIMPPF, 2001).

Biodiesel dagegen entsteht aus dem Rohstoff „Pflanzenöl“ unter Zugabe von Kalilauge durch Veresterung mit Methanol, und erfordert fünf zusätzliche, energie- und kostenaufwändige industrielle Zwischenschritte zu seiner Erzeugung.

- 2 -

In Deutschland wurde bisher die Biodiesel-Produktion und -Vermarktung in erheblichem Maße subventioniert, so daß inzwischen ein fast flächendeckendes Biodiesel-Tankstellennetz (> 1500 Tankstellen) und mehr als 12 zentrale Ölmühlen und Biodiesel-Produktionsanlagen mit einer Jahres-Gesamtkapazität von rund 800.000 t bestehen. Da Biodiesel überwiegend aus Rapsöl hergestellt wird, nennt man ihn häufig auch ‚Rapsmethylester‘ (RME).

Das naturbelassene Pflanzenöl dagegen wurde als Treibstoff bis vor vier Jahren von der Öffentlichkeit wenig beachtet, obwohl private Initiativen seit nun fast 20 Jahren die vorzügliche Eignung von Pflanzenölen in speziell entwickelten Motoren (Elsbett) und seit 7 Jahren in umgerüsteten (Vorkammer- und TDI-)Dieselmotoren in mehr als 1000 Fahrzeugen unstrittig nachgewiesen haben. Der Durchbruch der Pflanzenöl-Technik begann vor 9 Jahren, und seit zwei Jahren zeichnet sich wegen der relativ hohen Preise für Diesel-Treibstoffe ein Boom ab. Derzeit fahren rund 5000 Fahrzeuge in Deutschland mit naturbelassenem Pflanzenöl, und mittlerweile wird die Pflanzenöl-Technik auch durch den Staat in bescheidenem Umfang (z.B. 100-Traktor-Umrüstprogramm) gefördert.

3. Vergleich der Treibstoffe

In den folgenden Tabellen werden neben einigen physikalischen und chemischen Kennwerten von Pflanzenöl und Biodiesel auch die wesentlichen Schritte zu deren Gewinnung, die Fragen des Transportes und der Lagerung, der Umwelt- und Sozialverträglichkeit und schließlich die Kosten vergleichend dargestellt.

Die *physikalischen Kennwerte* ‚kinematische Viskosität‘ und ‚Flammpunkt‘ fallen aus motorischer Sicht zugunsten von Biodiesel aus, weil sie den Eigenschaften von mineralischem Diesel wesentlich näher kommen als Pflanzenöle (z.B. Rapsöl & Leindotteröl, s. Tab. 1).

Tab. 1: Einige physikalische und chemische Kennwerte von Pflanzenölen & Biodiesel

	<u>Pflanzenöle</u>	<u>Biodiesel</u>	<u>Einheit</u>
	unveränderter Naturrohstoff	verestertes Pflanzenöl-Derivat	
Physikal. Kennwerte:			
- Dichte	0,90 - 0,92	0,88	(kg/l; 20°C)
- kinemat. Viskosität	60 - 80	7 - 8	(mm ² /s; 20°C)
- Flammpunkt	> 220	135	(°C)
- Gefrierpunkt	-8 bis -18	-12	(°C)
Chem. Kennwerte:			
- Phosphor-Gehalt	< 15	< 15	(mg/kg)
- Schwefel-Gehalt	< 10	< 100	(mg/kg)
- Chem. Verhalten	reaktionsträge & neutral	reaktionsfreudig, Lösungsmittel, hygroskopisch.	
Energiedichte:	9,2	8,9	(kWh / l)

Quellen: CARMEN (2000:3), MAURER (2000:2), WIDMANN (2000) & eigene Ermittlungen

- 3 -

Die *chemischen Eigenschaften* von Biodiesel und Pflanzenölen sind im Vergleich zu Diesel erheblich günstiger zu bewerten, was auch in der Regel zu geringeren Abgasemissionen führt. Da aber Biodiesel im Gegensatz zu Pflanzenölen wie ein Lösungsmittel wirkt (Problem bei herkömmlichen Schläuchen und Dichtungen), ferner recht hygroskopisch ist, also Wasser anzieht und Motoröle verdünnt (doppelt so häufige Öl- und Filterwechsel sind erforderlich als mit einem Diesel- bzw. Pflanzenölbetrieb), ergibt sich hier ein deutlicher Vorteil für Pflanzenöle, die darüber hinaus wesentlich bessere Schmiereigenschaften haben (Lebensdauer der Einspritzpumpen und Motoren).

In der *Energiedichte* unterscheiden sich Pflanzenöle und Biodiesel (9,2 bzw. 8,9 kWh/l) nur wenig. Sie liegen als Treibstoffe ziemlich genau zwischen Benzin und Diesel (vgl. Abschn.2).

Deutliche Unterschiede sind jedoch bei der *Gewinnung* der beiden Kraftstoffe festzustellen (s. Tab.2):

Tab. 2: Arbeits- & Energie-Aufwand bei der Gewinnung von Pflanzenölen & Biodiesel

	Pflanzenöle	Biodiesel
Arbeitsaufwand:	a) Saat-Reinigung b) Kalt-Pressung c) Rohöl-Filterung	a) Saat-Reinigung b) Dampf-Erhitzung c) Heiß-Pressung d) Hexan-Extraktion e) Abdestillation (Hexan) f) Rohöl-Entschleimung g) Öl-Raffination h) Umesterung
Energieaufwand:		
Ölpflanzen-Anbau (konventionell)	12 %*	12 %*
Öl-Gewinnung	3 %*	7 %*
Umesterung	--	17 %*
Glyzerin-Gutschrift	--	- 4 %*
Insgesamt	<u>15 %*</u>	<u>32 %*</u>

* bezogen auf den volumetrischen Energiegehalt des gewonnenen Kraftstoffs (100%)

Quellen: ELSEBETT (1999), HARTMANN & STREHLER (1995:175), MAURER (2002:1-3), SCHARMER (2001:26), WAGNER (2000:16-27),

Die Unterschiede betreffen das Produktionsprinzip (für Pflanzenöle können sich zahlreiche kleine und dezentrale Ölmühlen etablieren, für Biodiesel dagegen sind eher wenige zentrale und großindustrielle Anlagen erforderlich), den notwendigen Produktionsaufwand (nur drei Schritte bei Pflanzenöl, jedoch acht bei Biodiesel) und den Energieaufwand: Für die Pflanzenöl-Erzeugung werden 15% des Energiegehaltes vom Pflanzenöl selbst benötigt, für Biodiesel dagegen 36% seines eigenen Energiegehaltes. Allerdings weist Biodiesel eine energetische Gutschrift durch das anfallende Nebenprodukt Glyzerin auf, die mit 4% angerechnet werden kann, so daß im Endergebnis 32% des Energiegehaltes von Biodiesel für seine Herstellung benötigt werden.

Transport und Lagerung von beiden Treibstoffen sind deutlich unproblematischer als bei Diesel. Allerdings besteht bei Biodiesel ein höheres Risiko als bei Pflanzenölen, da es leichter brennt (s. Flammpunkt, Tab. 1) und weniger umweltverträglich ist, was mit der schlechteren biologischen Abbaubarkeit, der höheren Grundwassergefährdung, der Human-Toxizität und der erschwerten Möglichkeit, Stoffkreisläufe zu schließen, zusammenhängt (s. Tab. 3).

- 4 -

Tab. 3: Risiken bei Lagerung & Transport sowie Umwelt- & Sozialverträglichkeit der Treibstoffe bzw. der Strategien

	Pflanzenöle	Biodiesel
Lagerung & Transport:	völlig unproblematisch	höheres Risiko: leichter entflammbar, weniger umweltverträgl.
Umweltverträglichkeit:		
- <i>biol. Abbaubarkeit:</i>	sehr rasch	verzögert
- <i>Wassergefährdung:</i>	keine (Stufe 0)	geringe (Stufe 1)
- <i>Human-Toxizität:</i>	i.d.R. ungiftig, gutes Speiseöl	wegen Umesterung ungenießbar, giftig
- <i>Stoffkreisläufe:</i>	leicht zu schließen	nur aufwändig zu realisieren
Sozialverträglichkeit:		
- <i>Strategie:</i>	dezentral, klein	zentral, groß
- <i>Logistik:</i>	einfach	komplexer
- <i>Transportwege:</i>	kurz	länger
- <i>Verwundbarkeit:</i>	gering	höher
- <i>Regionale Wertschöpfung:</i>	hoch	geringer

Nicht nur die *Umweltverträglichkeit* fällt zugunsten von Pflanzenölen aus, auch die *Sozialverträglichkeit* ist bei der Pflanzenöl-Option besser, denn Strategie, Logistik, Transport-wege, Verwundbarkeit gegen Terroranschläge und regionale Wertschöpfung sprechen eindeutig zugunsten von Pflanzenölen.

Betrachtet man schließlich die wichtige Kostenfrage (s. Tab. 4), dann ergibt sich nur bei der derzeitigen Anpassung bzw. *Umrüstung* von Dieselmotoren an den jeweiligen Treibstoff ein deutlicher Vorteil für Biodiesel, Vorteil allerdings, der in Zukunft bei eingeführter Serienfertigung der treibstoffangepaßten Motoren kaum oder nicht mehr vorhanden sein wird, weil keine nennenswerten Preisunterschiede mehr vorkommen werden. Darüberhinaus wird die Umrüstung von bestehenden Diesel-Motoren zahlreiche neue Arbeitsplätze schaffen.

Tab. 4: Kosten der Motortechnik und der Treibstoffe bei der Pflanzenöl- bzw. Biodiesel-

	Strategie		
	Pflanzenöle	Biodiesel	Einheit
Motortechnik:			
- <i>Anpassung bzw. Umrüstung:</i> (Einzelstückfertigung)	1.500 - 4.500	250 - 500	EUR je Motor
- <i>bei Serienfertigung:</i>	< 250	< 250	EUR je Motor
Treibstoffe:			
- <i>Produktionskosten:</i>	0,25 - 0,40	0,45 - 0,60	EUR je Liter
- <i>derz. Markt-Preise:</i>	0,50 - 0,60	0,65 - 0,80	EUR je Liter

Quellen: Motortechnik: Angaben von verschiedenen Umrüstern ; Treibstoffe: eigene Ermittlungen

Es bleibt dann nur noch die Frage der *Treibstoffkosten*, die schon heute für Pflanzenöle um 0,15 - 0,20 EUR je Liter **geringer** ausfallen. Geht man von der derzeitigen Biodiesel-Jahresproduktion von ca. 800.000 t aus, der mehr als 900 Millionen Liter Rapsmethylester entsprechen (s. Dichte, Tab. 1), dann fallen bei einem angenommenen Mehrpreis von 0,15 EUR je Liter für den deutschen Verbraucher und die deutsche Volkswirtschaft schon heute jährlich rund 135.000.000 EUR vermeidbare Mehrkosten an! In Zukunft dürfte der Preisunterschied zwischen Biodiesel und Pflanzenölen weiter zunehmen, weil einerseits die Methanol-Herstellung, die bisher an Erdöl und Erdgas gekoppelt ist, mit der Verknappung dieser fossilen Energieträger teurer werden wird, und andererseits, weil das Biodiesel-Abfallprodukt „Glyzerin“ mit einer Sättigung des Gyzerin-Weltmarktes zunehmend geringere Erlöse ermöglichen wird.

Können sich die Nationalökonomien der Welt dann noch Biodiesel leisten?

4. Fazit und Ausblick

Natürlich ist ‚Biodiesel‘ als Treibstoff wesentlich sinnvoller als das Erdölprodukt ‚Diesel‘, aber der Vergleich der Biodiesel- und der Pflanzenöl-Strategien ergibt noch mehr Vorteile für die Pflanzenöl-Alternative. Beide – die Pflanzenöl- und Biodiesel-Erzeugung - werden der zukünftigen Landwirtschaft neue und bedeutende Einkommensquellen erschließen, die eindeutig größere regionale Wertschöpfung für den ländlichen Raum wird jedoch mit der Pflanzenöl-Option zu erzielen sein. Ferner werden die Nationalökonomien der Welt mit der Pflanzenöl-Strategie über einen absolut umweltfreundlichen, sozialverträglichen und um rund 30% billigeren Treibstoff verfügen.

Darüberhinaus ist anzunehmen, daß die Biodiesel-Strategie - in der Zange von steigenden Methanol-Kosten und abnehmenden Glyzerin-Erlösen – in wenigen Jahren in eine wirtschaftlich prekäre Lage geraten wird. Naturbelassene Pflanzenöle dagegen haben das Potenzial, billiger zu werden, vor allem wenn extensiver ökologischer Anbau von Ölfrüchten und insbesondere Mischfrucht-Anbausysteme (z.B. Weizen mit Leindotter oder Erbsen mit Leindotter) die Produktionskosten senken werden (MAKOWSKI & PSCHEIDL, 2001).

Quellen

- CARMEN (2000): „Campa-Biodiesel aus der Methylesteranlage in Ochsenfurt“, Broschüre, 4 S.
- ELSBETT, L. (1999): „Energiebilanz bei der Produktion von Treibstoffen“, Tabelle als Umdruck
- HARTMANN, H. & SREHLER, A. (1995): „Die Stellung der Biomasse“ Landwirtschaftsverlag Münster, 396 S.
- MAKOWSKI, N. & PSCHEIDL, M. (2001): „Mischanbau – eine Alternative?“ Neue Landwirtschaft 5, S. 48-51
- MAURER, K. (2000): „Stand der Entwicklung bei Pflanzenölmotoren“, Beitrag 3.Tagung ‚Dezentrale Pflanzenölnutzung in der Landwirtschaft‘ (17.11.2000 in Aulendorf), 6 S.
- MAURER, K. (2002): „Kaltgepreßtes Rapsöl in Kraftstoffqualität – Qualitätssicherung“, Beitrag 6. Tagung ‚Dezentrale Pflanzenölnutzung in der Landwirtschaft‘ (16.11.2002, Aulendorf), 6 S.
- SCHARMER, K. (2001): „Biodiesel – Energie- und Umweltbilanz Rapsmethylester“ U.F.O.P, Bonn, 57 S.
- SCHRIMPF, E. (2001): „Treibstoff der Zukunft: Wasserstoff oder Pflanzenöl?“ Energie & Pflanzen 3, S. 28-31
- WAGNER, U. (2000): „Ganzheitliche Systemanalyse für die Erzeugung und Anwendung von Biodiesel und Naturdiesel im Verkehrssektor“ Studie i.A. des Bayer. St.Min. f. Ernährung, Landwirtschaft & Forsten, T.U. München, Lehrst. f. Energiewirtschaft, Dez. 2000, 71 S.
- WIDMANN, B. (2000): „Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff“ T.U.M. Landtechnik Weihenstephan & Universität Hohenheim & ASG Augsburg (Tabelle)