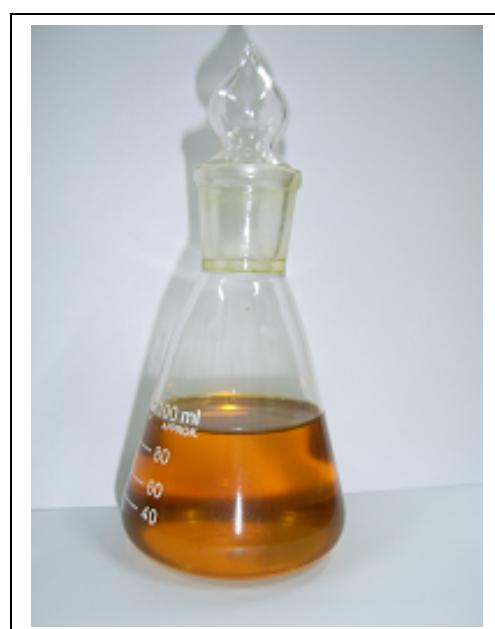


BIODIESEL: VOM RAPS ZUM RAPSMETHYLESTER (RME)



HISTORISCHES:

Am 31. August des Jahres 1937 meldete der Belgier G. Chavanne der freien Universität von Brüssel ein Patent zur Umesterung von Pflanzenölen durch Ethanol (auch Methanol wird erwähnt) an, um deren Eigenschaften zur Nutzung als Motorenkraftstoff zu verbessern (Belgisches Patent 422,877).^[5]

EIGENSCHAFTEN:

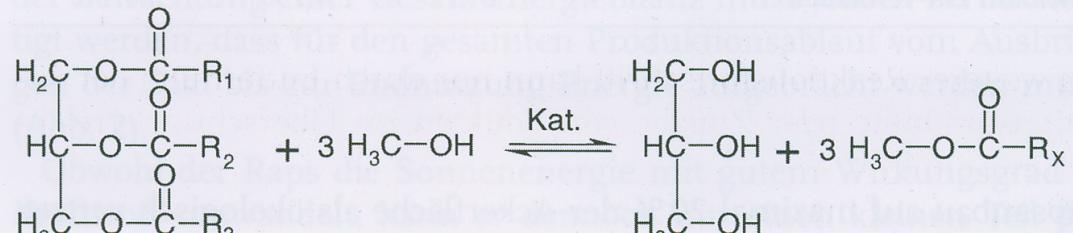
Aggregatzustand	flüssig
Kinematische Viskosität	7,5 mm ² /s (20 °C) ^[1]
Dichte	0,875-0,885 kg/L (20 °C) ^[2]
Heizwert	9,1 kWh/L = 10,4 kWh/kg ^[1]
Brennwert	32,6 MJ/L = 37,1 MJ/kg ^[1]
Cetanzahl	56 CZ ^[1]
Schmelzbereich	-10 °C ^[2]
Siedebereich	ca. 176 – >300 ^[3] °C
Flammpunkt	180 °C ^[2]
Zündtemperatur	ca. 250 °C ^[3]
Sicherheitshinweise	

Gefahrstoffkennzeichnung

Nicht kennzeichnungspflichtig nach EG-Kriterien. ^[2] keine Gefahrensymbole	
R- und S-Sätze	R: keine R-Sätze S: keine S-Sätze
UN-Nummer	1202
Gefahrnummer	30

CHEMIE:

Aus Rapsöl (Triglycerid mit verschiedenen Carbonsäuren R, also einem Glycerinester) wird durch „Umesterung“ mit Methanol der Methylester der im Rapsöl gebundenen Carbonsäuren R hergestellt:



KINETIK:

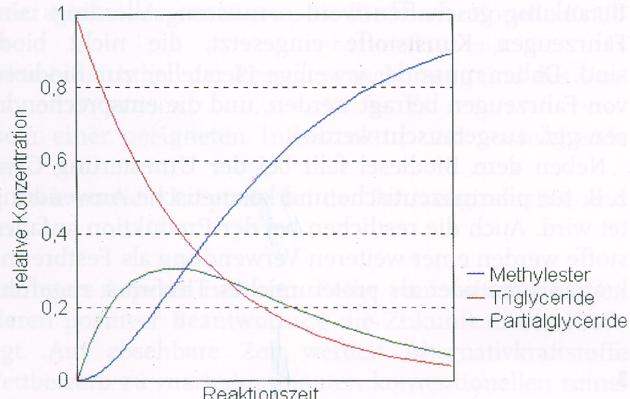
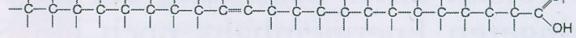
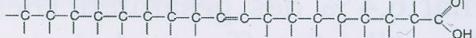
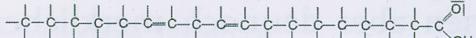
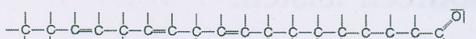
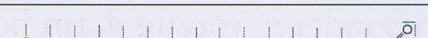


Abb. 4. Kinetik der Reaktionen zur Bildung von Fettsäuremethylestern aus Triglyceriden

DIE FETTSÄUREN DES RAPSÖLS:

Fettsäure	Industrie- raps	Nahrungs- mittelraps	Struktur
Erucasäure	48 %	0,5 %	
Ölsäure	15 %	63 %	
Linolsäure	13,5 %	10 %	
Linolensäure	8 %	9 %	
Icosensäure	5 %	1 %	
Palmitinsäure	2,5 %	4 %	

EIGNUNG ALS KRAFTSTOFF - VERGLEICH MIT DIESEL

„Der Gebrauch von Pflanzenöl als Kraftstoff mag heute unbedeutend sein. Aber derartige Produkte können im Laufe der Zeit ebenso wichtig werden wie Petroleum und diese Kohle-Teer-Produkte von heute.“

(Rudolf Diesel, 1912)

	Biodiesel (RME)	Dieselkraftstoff	Tab. 3. Eigenschaften von Biokraftstoffen und Dieselkraftstoff
Cetanzahl	> 51	> 51	
Heizwert (MJ/kg)	37	40–44	
Kinetische Viskosität bei 15 °C (mm ² /s)	3,5–5	2,0–4,5	
Dichte bei 15 °C (kg/L)	0,875–0,900	< 0,845	
Schwefelgehalt (Gew.-%)	< 0,01	< 0,035	

VERGLEICH MIT ANDEREN BIOKRAFTSTOFFEN

Vergleich von Biokraftstoffen in Deutschland			
Biokraftstoff	Jahresertrag pro Hektar	Kraftstoff-Äquivalent	Literpreis 2006
Pflanzenöl	1.480 Liter	1l = 0,96l Diesel	0,55 – 0,75 EUR

Biodiesel / Rapsmethylester	1.550 Liter	1l = 0,911 Diesel	0,75 – 0,95 EUR
Bioethanol	2.560 Liter	1l = 0,661 Diesel	0,50 – 0,60 EUR
Btl-Kraftstoff (Biomass-to- liquid)	4.030 Liter	1l = 0,971 Diesel	k.A.
Bio-Methan („Biogas“)	3.560 Liter	1 kg = 1,401 Benzin	k.A.

Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), [eigene Berechnungen](#)

FAZIT:

Die in unseren Breiten gut gedeihende Kulturpflanze Raps liefert den einfach zugänglichen Ausgangsstoff Rapsöl, der durch eine „unaufwändige“ Chemie in das Produkt Rapsmethylester (RME) umgewandelt werden kann, dessen Eigenschaften mit Dieselkraftstoff vergleichbar sind.

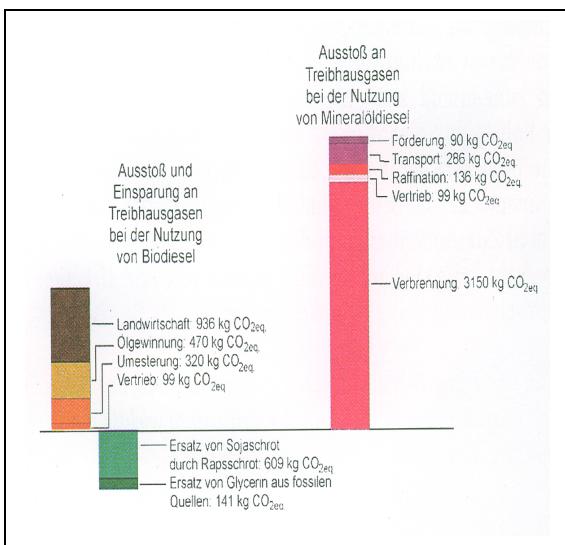
Damit ist eine erste, notwendige Voraussetzung erfüllt, dass RME (Biodiesel) Diesel aus Mineralöl ersetzen kann.

Weitere Bedingungen sind der Preis und (neuerdings) die Umweltverträglichkeit.

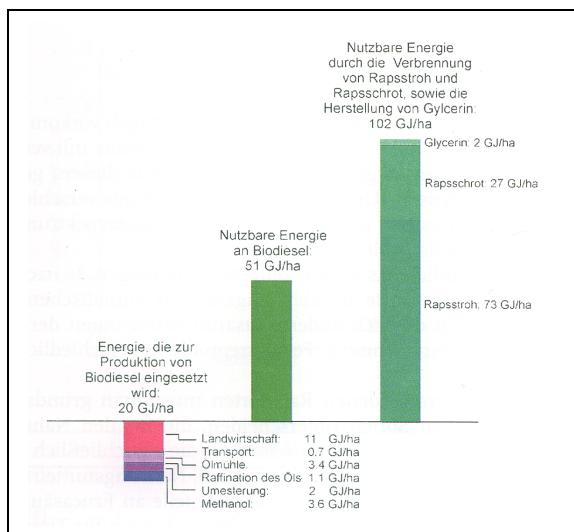
Wenn diese stimmen, kann eine entsprechende Technologie entwickelt werden:



BILANZEN:



CO₂ Bilanz Biodiesel-Diesel (Raabe - Verlag Stuttgart)



Biodiesel Energiebilanz (Raabe-Verlag Stuttgart)

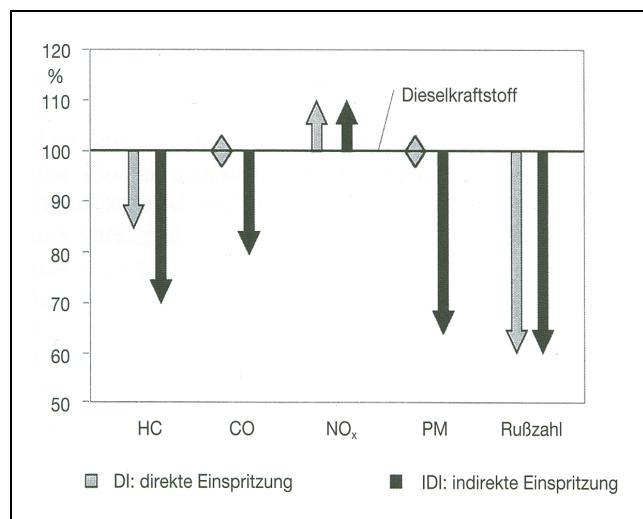


Abb. 5. Relative Emissionswerte und Rußzahl bei Motorbetrieb mit Biodiesel (Zum Vergleich werden die Werte für konventionellen Dieselkraftstoff als 100 % benutzt.)

Vorteile:

- Günstigere CO₂ – Bilanz
- Positive Energie – Bilanz
- Bessere Abgaswerte
- Verfügbarkeit – keine Abhängigkeit von Förderländern

Grenzen:

Anteil Raps an der Ackerfläche		10 %	15 %	20 %
mögliche Rapsölerzeugung	(kt)	1320	1980	2640
– traditionelle Verwendung	(kt)	870	870	870
– für Kraftstoff nutzbar	(kt)	450	1110	1770
– ersetzt DK	(kt)	390	970	1540
Anteil am DK-Verbrauch		1,6 %	4,1 %	6,4 %

Tab. 1. Mögliche Substitution von Dieselkraftstoff durch Biodiesel in der Bundesrepublik Deutschland bei unterschiedlichen Annahmen für den Anteil des Rapsanbaus an der Ackerfläche

- Anbaufläche – Fruchtfolge
- Konkurrenz zu Nahrungsmittelpflanzen
- Preise bzw. Besteuerung

FAZIT:

Als „Nischenprodukt“ sinnvoll.

LITERATUR:

Wikipedia „Biodiesel“

GDCh (Hg) „Green Chemistry“ – Nachhaltigkeit in der Chemie, Weinheim 2003, S. 39 ff. und mit folg. Literaturhinweisen:

- V. Baur, I. Melle, H. J. Bader: Herstellung von Biodiesel im Schülerversuch. Chemie konkret 3/7 (2000), 143–144.
- I. Eilks, S. Bojack, J. Steinemann, B. Ralle: Biodiesel – Eigenschaften, Gewinnung und Ansätze einer fächerübergreifenden Behandlung im Unterricht. Chemie in der Schule 10/44 (1997), 350–365.
- I. Eilks, G. Klinkebiel: Biodiesel – Ökobilanzen im Chemieunterricht. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 9 (1998), H. 45, 132–134.
- I. Eilks: Biodiesel – kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. Praxis der Naturwissenschaften/Chemie in der Schule 1/50 (2001), 8–10.
- I. Eilks: Herstellung, Eigenschaften und technische Nutzung von Biodiesel – ein Lernzirkel. RAABits Grundwerk Chemie Sekundarstufe II, Stuttgart: Raabe-Verlag 2002, Kap. II/H 2.
- I. Melle, V. Baur, S. Gerlach, B. Hesselink: Energie und nachwachsende Rohstoffe als Thema in der Oberstufe. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht. 7/52 (1999), 414–421.