



Hochschule Offenburg

University of Applied Sciences

Untersuchungsbericht / Veröffentlichung

Pflanzenöl als Kraftstoff für Dieselmotoren Erdölvorkommen

Hochschule Offenburg, Badstraße 24, 77652 Offenburg,
Tel:+49 (0)781 /205-248, Fax:+49 (0)781 /205-242,
E-Mail: benjamin.dorn@fh-offenburg.de , Web: www.fh-offenburg.de,

www.biokraftstoffforschung.de

Inhaltsverzeichnis

1	PFLANZENÖLE ALS KRAFTSTOFF FÜR DIESELMOTOREN.....	3
1.1	KRAFTSTOFFPRODUKTION / ERDÖLVORKOMMEN / ROHÖLPREIS	3
1.2	EIGNUNG VON PFLANZENÖL (RAPSÖL) ALS DIESELKRAFTSTOFF	5
1.2.1	<i>Anpassung des Kraftstoffs.....</i>	6
1.2.2	<i>Anpassung der Technik / Umrüstsysteme</i>	6
2	LITERATURANGABEN	8

1 Pflanzenöle als Kraftstoff für Dieselmotoren

1.1 Kraftstoffproduktion / Erdölvorkommen / Rohölpreis

Die mineralischen Ölreserven der Erde werden in den nächsten Jahrzehnten stetig zurückgehen. Experten aus Energiewissenschaft und Mineralölkonzernen sprechen sogar davon, dass 2008 das Maximum der Fördermenge erreicht ist. Doch der globale Ölverbrauch nimmt immer noch zu. So ist der Ölbedarf von China um 10% und den USA im letzten Jahr um 8% angestiegen.

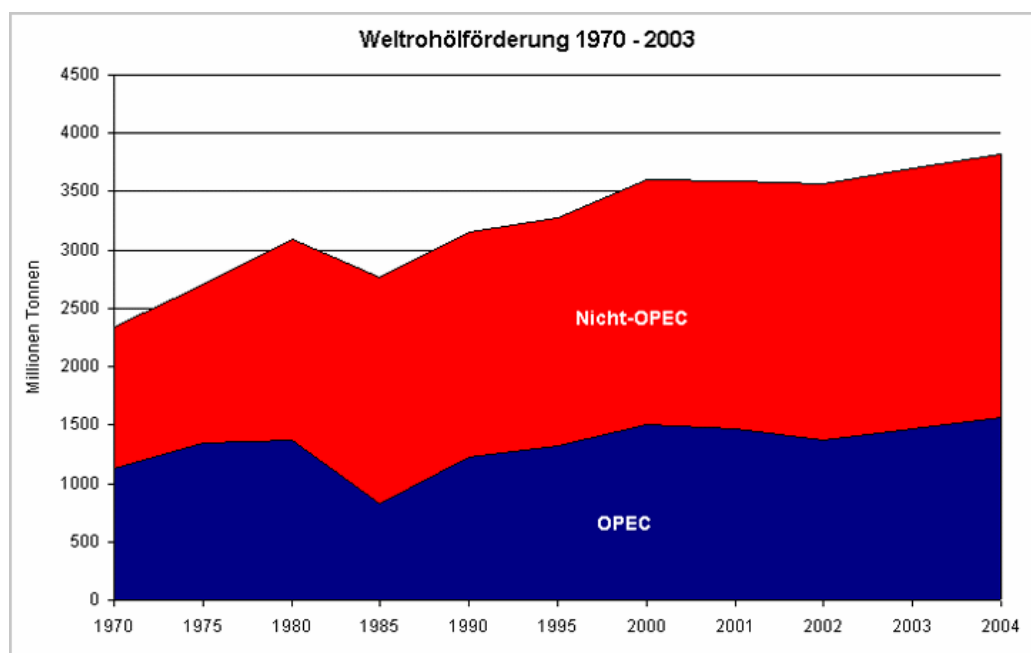


Bild 6.1 Fördermengen seit 1970 (Quelle: Mineralölwirtschaftsverband)

Das bedeutet, dass unsere endlichen Ölreserven auch in Zukunft noch schneller als bisher angenommen abnehmen werden. Viele Länder unserer Erde haben in den letzten Jahren ein starkes Wachstum. So betrug z.B. das Wirtschaftswachstum in China 2004 über 9%. Der enorme Energiebedarf, der damit in Verbindung steht, muss auch in Zukunft irgendwie gedeckt werden. Wenn wir auch in den nächsten Jahrzehnten den Lebensstandard unserer westlichen Gesellschaft halten wollen, ist es an der Zeit, über alternative Energiequellen nachzudenken.

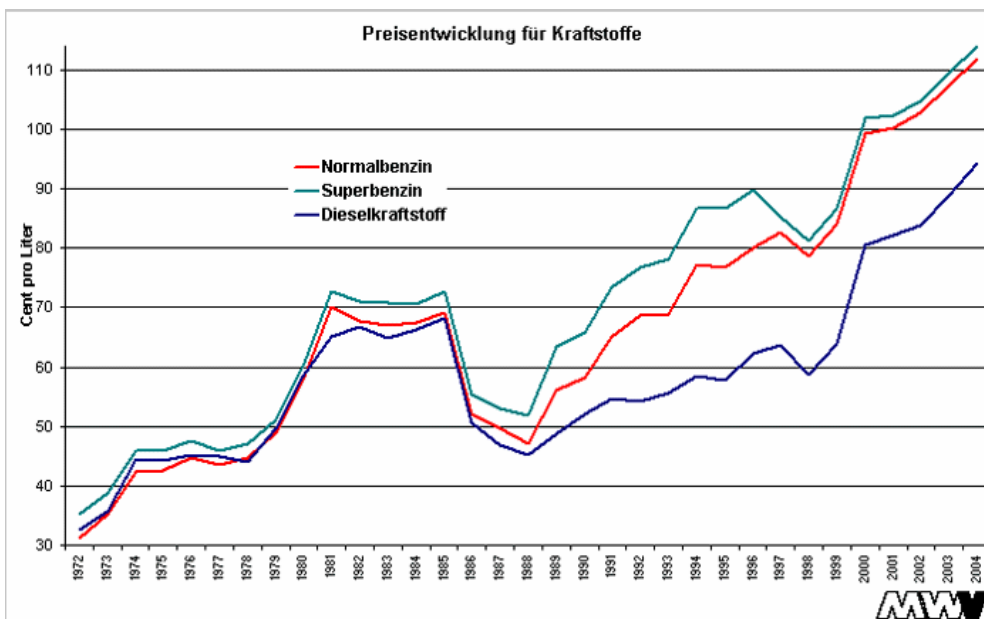


Bild 6.2 Entwicklungen der Kraftstoffpreise seit 1970 (Quelle: Mineralölwirtschaftsverband)

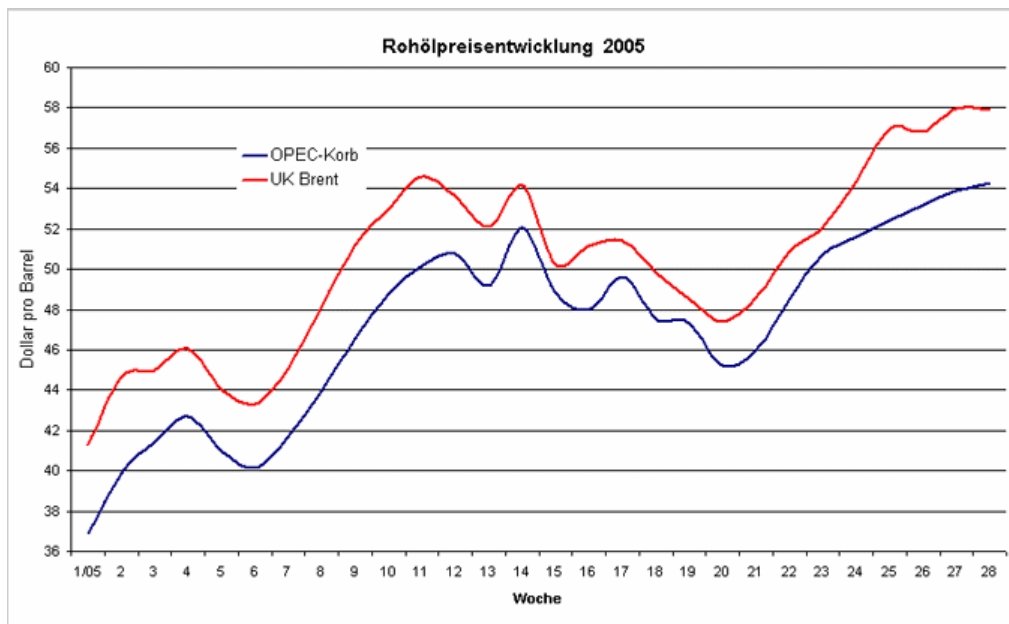


Bild 6.3 Entwicklungen der Rohölpreise 2005 (Quelle: Mineralölwirtschaftsverband)

Ein Teil der Kraftstoffversorgung könnte durch Pflanzenöle realisiert werden. Es gibt weltweit über 200 verschiedene Ölpflanzen die unter anderem auch in sehr trockenen Regionen unserer Erde wachsen und dabei um ein Vielfaches ertragreicher als Raps sind. So können sich beispielsweise auch sehr arme Länder mit Energie selbst versorgen oder zu Energieversorgern werden.

In Deutschland wurden im Jahre 2002 min. 28 Mio. Tonnen Dieselkraftstoff verbraucht.

Aber auch der Anteil an Biokraftstoffen hat stark zugenommen. 2003 wurden 650.000 t,

Biodiesel (RME) produziert und 2004 hat sich die erzeugte Menge auf über 1 Mio. Tonnen fast verdoppelt. Vorsichtige Schätzungen gehen von einer Ausweitung der Anbauflächen in Deutschland auf 6 Mio. ha und eine Produktion von über 6 Mio. t Pflanzenöl aus. Somit wäre der aktuelle Dieselbedarf zu ca. 20% gedeckt.

Sehr optimistische Befürworter der Pflanzenöltechnologien gehen sogar von einer Komplettversorgung durch pflanzliche Öle aus. So würden 2,6 % der Landfläche der Erde oder 12% des afrikanischen Kontinents bepflanzt mit Ölpalmen (10 t Öl/ha) genügen, um die Weltbevölkerung mit Energie (3.800 Mio. t) zu versorgen. Diese Berechnungen sind allerdings sehr realitätsfremd und können prinzipiell so nicht umgesetzt werden. Doch einen Teil des Energiebedarfes ließe sich in Zukunft bestimmt durch Ölpflanzen decken.

1.2 Eignung von Pflanzenöl (Rapsöl) als Dieselkraftstoff

Schon Rudolf Diesel soll seine ersten Motoren mit Pflanzenölen betrieben haben, da es zu jener Zeit die heutigen Dieselkraftstoffe in der Art noch nicht gab. Das ist der historische Beweis, dass Dieselmotoren prinzipiell mit Pflanzenölen betrieben werden können. Doch wie sieht es technisch mit der Eignung von Pflanzenölen als Kraftstoffe für Dieselmotoren aus?

Prinzipiell können alle Kraftstoffe mit einer Zündtemperatur von 200-300°C als Kraftstoffe für Dieselmotoren eingesetzt werden. Die Verdichtungsendtemperatur beträgt bei den meisten Motoren 450-550°C, daher entzündet sich der eingespritzte Kraftstoff sofort und verrichtet durch den Druckanstieg der Verbrennung Arbeit am Kolben der Verbrennungsmaschine. Doch in der heutigen Motorenentwicklung setzt man eher auf niedrigere Verdichtungsverhältnisse (wegen starker Turboaufladung), hohe Einspritzdrücke und Turboaufladung, sodass gerade im Leerlauf niedrigere Verdichtungsendtemperaturen erreicht werden. Doch nicht nur die Zündtemperatur und Flammpunkt sind entscheidend für die Eignung von Pflanzenölen als Kraftstoff für Dieselmotoren, sondern die Viskosität spielt auch eine entscheidende Rolle. Pflanzenöle haben in kaltem Zustand eine weitaus höhere Viskosität als konventioneller Dieselkraftstoff. Je höher die Viskosität des Kraftstoffs, desto höher wird auch die Belastung für das Einspritzsystem. Moderne Einspritzsysteme, die Drücke bis 2200bar erreichen können, reagieren deshalb sehr empfindlich auf Veränderungen der Viskosität und können auf Dauer Schaden nehmen. Daher ist die Viskosität des verwendeten Kraftstoffs gerade für die heutigen Einspritzsysteme sehr wichtig.

Es gibt derzeit zwei Möglichkeiten, Pflanzenöle als Kraftstoff einzusetzen:

1.2.1 Anpassung des Kraftstoffs

Die erste Möglichkeit besteht darin, das Öl chemisch zu verändern und somit dem Motor anzupassen. Da in Deutschland hauptsächlich Rapsöl zur Herstellung von Biodiesel verwendet wird, heißt die Kraftstoffart Rapsmethylester (RME). Dieser Kraftstoff lässt sich theoretisch bei allen Dieselmotoren einsetzen. Doch durch die energetisch aufwendige chemische Anpassung geht Energieinhalt verloren und der Ester greift die Dichtungen und Schläuche des Einspritzsystems an. Sind ein Fahrzeug und die kraftstoffführenden Bauteile gegenüber einem Lösungsmittel wie RME nicht durchgängig beständig, so kann es zu Schäden an der Einspritzanlage und Störungen am Motor kommen. Daher können nur speziell vom Hersteller freigegebene Fahrzeuge mit Biodiesel betrieben werden. Weiterhin benötigt man für die Herstellung des Kraftstoffs viel Energie (ca. 30% des Eigenenergieinhalts), daher ist es auch aus ökologischer Sicht durchaus zu diskutieren, Pflanzenöle in dieser Form als Kraftstoff einzusetzen.

1.2.2 Anpassung der Technik / Umrüstsysteme

Pflanzenöle werden mit steigender Temperatur immer dünnflüssiger, bzw. die kinematische Viskosität verringert sich (siehe Bild 6.4). Daher müssen Pflanzenöle, die als Kraftstoffe eingesetzt werden, vor dem Einspritzsystem vorgewärmt werden. Die optimale Temperatur beträgt dabei ca. 70°C. So entstehen auf Dauer keine Verkokungen im Verbrennungsraum und das Einspritzsystem wird vor einer übermäßigen Belastung geschützt.

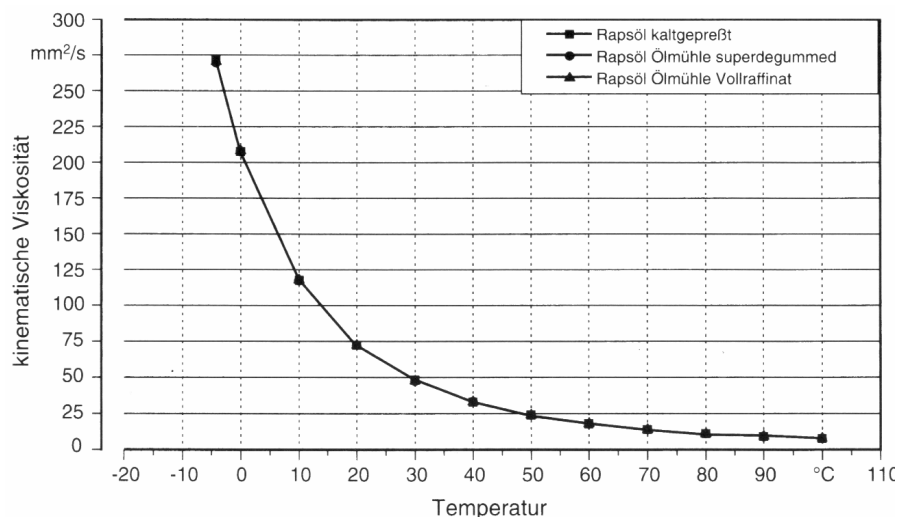


Bild 6.4 Viskositätsverlauf Pflanzenöl (Quelle: Uni-Würzburg, Marcus Taupp)

Das Kühlwasser dient dabei mittels Wärmeübertrager als Vorwärmung für das Pflanzenöl. Die Viskosität ist zwischen 70°C und 90°C höher, als die von Diesel, doch liegt die dadurch resultierende Belastung immer noch in den Toleranzgrenzen der Einspritzsysteme. Das

bestätigen Erfahrungsberichte der letzten Jahre.

Es gibt verschiedene Methoden ein Fahrzeug umzurüsten. Die kritische Phase ist immer der Kaltstart, deswegen muss entweder durch ein 2-Tanksystem mit Diesel gestartet, oder das Einspritzsystem und Motor dem Pflanzenöl angepasst werden. Das gilt vor allem für moderne, direkteinspritzende Motoren, die sehr empfindlich auf den Kaltstart mit Pflanzenöl reagieren. Sonst gelangen an der Zylinderwand kondensierte unverbrannte Pflanzenölrreste durch die Kolbenringe während der Kaltstartphase ins Motorenöl. Dieser Pflanzenöleintrag ins Motorenöl führt ab einer Konzentration von ca. 30% zur Polymerisation des Motorenöls und schließlich zum Motorschaden. Die nachfolgende Tabelle 6.5 zeigt die Vor- und Nachteile verschiedener Umrüstmöglichkeiten:

Umrüstmöglichkeiten von Kraftfahrzeugen auf Pflanzenöl-Kraftstoffe			
System / Lösung	Vorteile	Nachteile	Kosten
Kraftstoffanpassung: PME-Kraftstoff Biodiesel tanken	– Kein Umbau nötig – Sofort anwendbar – Entspricht Verbraucherverhalten – Tankstellennetz vorhanden	– Höherer Energie- und Ressourcenverbrauch für Herstellung des Kraftstoffs – Geringe regionale Wertschöpfung	Sehr gering
Fahrzeuganpassung: Zweitank-System Heizung der Kraftstoffversorgung, Umschalteneinheit auf 2. Tank mit Dieselöl	– Für viele Fahrzeugtypen geeignet – Problemlos im Winterbetrieb – Baukastensystem, ausbaubar – Spülung mit Diesel – Hohe regionale Wertschöpfung	– Platzbedarf für Zusatztank – Geruchsemission – Umschalten auf Dieselbetrieb nötig – Immer zusätzlicher Dieselbedarf	niedrig 600 – 1.800 €
Fahrzeuganpassung: Eintank-System Heizung der Kraftstoffversorgung, geänderte Einspritzdüsen und Glühkerzen	– Für einige Fahrzeugtypen geeignet – Entspricht besser den Gewohnheiten der Autofahrer – 100% Pflanzenölbetrieb möglich – hohe regionale Wertschöpfung	– Im Winter ist Dieselzusatz nötig	mittel 1200 – 4800 €
Motoranpassung: Pflanzenöl-Spezialmotoren Einbau eines neuen Motors	– Höchster Wirkungsgrad – 100% Pflanzenölbetrieb – kein Dieselzusatz nötig – brenntechnisch optimiert – hohe regionale Wertschöpfung	– Es werden nur für wenige Fahrzeugtypen geeignete Motoren angeboten, – Keine Serienproduktion	hoch 13.000 € und mehr

Bild 6.5 Vergleiche von Umrüstmöglichkeiten

(Quelle: Pflanzenöl als Kraftstoff, Barbara,- Franz Eder, 1.Auflage 2004)

Das Zwei-Tanksystem hat sich in den letzten Jahren, gerade bei Fahrzeugen mit modernen Einspritzanlagen, als einfachste, günstigste und sicherste Umrüstung erwiesen. Dabei ist es auch möglich bis Temperaturen von -10°C problemlos nach einer Warmlaufphase mit Pflanzenöl fahren zu können. Weiterhin ist das Fahrzeug jeder Zeit bei ausgeschaltetem

System serienmäßig mit Diesel betreibbar.

Die Umrüstung ist, je nach angebotenen System und Hersteller, relativ einfach und ohne große Kenntnisse und Spezialwerkzeug in kurzer Zeit durchführbar. Nachteilig ist der benötigte Zusatztank zu erwähnen, bei dem in den meisten Fällen entweder die Ersatzradmulde oder ein Teil des Kofferraums in Anspruch genommen werden muss. Nicht alle Einspritzsysteme sind für eine Umrüstung und den dauerhaften Betrieb mit Pflanzenöl gut geeignet. So sind Motoren mit Einspritzpumpen von Bosch, Zexel (Nippon-Denso, Diesel-Kiki) problemlos mit Pflanzenöl und einer Umrüstung betreibbar. Hingegen wird bei Verteilerpumpen von LUCAS, Delphi, CAV von einer Umrüstung eher abgeraten. Bei diesen Einspritzpumpen sind Schäden an der Gleitlagerung einer Welle festgestellt worden. Ob diese allerdings durch Pflanzenöl entstanden sind ist fraglich, denn es gibt auch viele positive Erfahrungsberichte.

Vorsicht ist allerdings bei modernen Motoren mit Hochdruckeinspritzsystemen geboten. Während Fahrzeuge von VW und dem Pumpe-Düse-Einspritzsystem relativ gut für Pflanzenöl geeignet sind, fehlen gerade bei Fahrzeugen mit Common-Rail-Einspritzsystemen wichtige Langzeiterfahrungen. Diese Motoren können nur mit 2-Tanksystem betrieben werden und müssen mit äußerster Vorsicht bei der Umrüstung und im Betrieb behandelt werden. Die Hochdruckerzeugung wird bei Common-Rail-Systemen über Radialkolbenpumpen durchgeführt. Diese Pumpen sind sehr empfindlich gegen Luft und dürfen im Betrieb auf keinen Fall mit kaltem Pflanzenöl beaufschlagt werden. Wenn man jedoch alle Regeln einhält und das 2-Tanksystem richtig bedient, ist der Schaden am Einspritzsystem nahezu ausgeschlossen.

2 Literaturangaben

Hochschule Offenburg 2005: Diplomarbeit Benjamin Dorn