



## Lehrstuhl für Energie- und Umwelttechnik der Lebensmittelindustrie

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Roland Meyer-Pittroff

LehrstuhlAuftragsanalysenAktuellesForschungLehreMitarbeiterKontakt

### Regenerative Kraftstoffe auf Basis pflanzlicher Öle und tierischer Fette

Ansprechpartner: [Dipl.-Ing. Ralf Werkmeister](#); [Dipl.-Ing. Thomas Schleicher](#)

Prinzipiell gibt zwei Möglichkeiten, um [Motoren](#) mit regenerativen Kraftstoffen zu betreiben:

- der Motor wird dem regenerativen Kraftstoff angepaßt
- der Kraftstoff wird dem Motor angepaßt (z.B. Veresterung, um ähnliche Eigenschaften wie Dieselmotoren zu erhalten)

#### Pflanzenöle

- Rapsöl

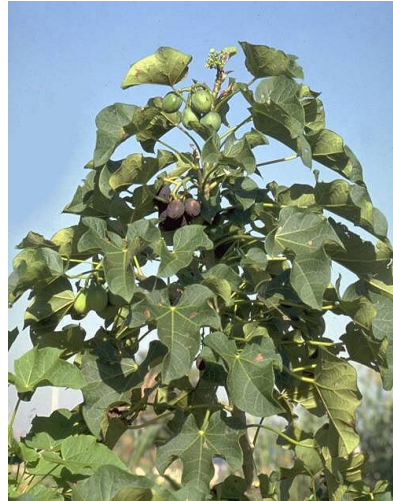
In Deutschland und Europa ist Raps die am häufigsten angebaute Ölfrucht. Abhängig von der Sorte und den Anbaubedingungen werden Hektar-Erträge zwischen 2000 und 5000 kg Öl erzielt. Der mittlere Ölgehalt der seit 1985 auf dem Markt befindlichen 00-Sorten (erucasäurearm und geringer Gehalt an Glucosinolaten) liegt bei etwa 43 %. Der proteinreiche Presskuchen aus der Ölgewinnung findet vor allem als hochwertiger Rohstoff in der Futtermittelindustrie Verwendung. Um den Einsatz als Kraftstoff voranzutreiben, wurde in mehreren LTV-Arbeitskreisen ein Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff aufgestellt. Hier wurden mit Beteiligung von Motorenherstellern, Analyseinstituten und Forschungseinrichtungen unter Federführung der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik bestimmte chemisch / physikalische Parameter definiert. Im Juni 2005 wurde der Entwurf der „E DIN 51605 2006-06 - Kraftstoffe für pflanzenölaugliche Motoren - Rapsölkraftstoff - Anforderung“ der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Norm den RK-Qualitätsstandard in naher Zukunft ablösen wird. Rapsöl eignet sich hervorragend für den Einsatz in Motoren die an Pflanzenöle angepasst wurden. Aufgrund des steigenden Bedarfs und der begrenzten Anbauflächen in Deutschland und Europa kommen auch zunehmenden außereuropäische Pflanzenöle auf den Kraftstoffmarkt.



Rapsfeld (bot.: *Brassica napus* L.)

- Purgiernußöl

Die Pugiernuß wächst in bis zu 600 cm hoch werdenden Sträuchern und zählt zur Familie der Wolfmilchsgewächse. Ursprünglich ist die Pugiernuß im tropischen Amerika von Mexiko bis nach Chile beheimatet und wurde früher als Abführmittel verwendet. Das Pugiernußöl wird aus den Samen der Pugiernuß gewonnen. Der Ölanteil im Samen beträgt rund 35 %. Der Hauptbestandteil des Fettsäurespektrums setzt sich aus Ölsäure (37 - 63 %) und Linolensäure (19 - 40 %) zusammen. Mittlerweile wird die Pugiernuß in zahlreichen tropischen Ländern, vorzugsweise in Indien angebaut und gilt als „Hoffnungspflanze der Entwicklungsländer“ bezüglich der Energieversorgung.



Pugiernuß (bot.: *Jatropha curcas* L.)

- Sonnenblumenöl

Das Sonnenblumenöl ist ein aus den Samen der Sonnenblume gewonnenes Pflanzenöl, das hauptsächlich in der Ernährung Anwendung findet. Sonnenblumenöl ist nach der Raffination eine klare, helle, goldgelbe Flüssigkeit, die auch hervorragend für den Einsatz in Verbrennungsmotoren geeignet ist. Der hohe Vitamin E Gehalt des Sonnenblumenöls schützt das Öl vor oxidativer Schädigung und macht es damit im Vergleich zu anderen Ölen lagerstabiler. Ein weiterer Vorteil ist der niedrige Gehalt an freien Fettsäuren, der die Motorkorrosion gering hält. Haupterzeuger sind Osteuropa und die USA.



Sonnenblumenfeld (bot.: *Helianthus annuus* L.)

- Sojaöl

Sojaöl ist das Öl der Sojabohne. Da der Ölgehalt der Sojabohne gering ist, wird das Öl durch Extraktion gewonnen. Das Öl ist sozusagen ein Nebenprodukt des Krafftutteranbaus für die Viehzucht. Sojaöl weist einen ähnlichen hohen Gehalt an Tocopherolen (Vitamin E) wie Sonnenblumenöl auf. Der Schmelzpunkt des Sojaöls liegt höher als der des Rapsöls, weshalb es nur

in speziell angepassten Motoren Einsatz finden kann. Der hohe Gehalt an Phospholipiden macht eine Raffination unumgänglich. Die Hauptanbaugebiete liegen in Osteuropa, Mittel- und Südamerika.



Sojafeld (bot.: *Glycine max.*)

- Palmöl

Palmöl wird aus dem Mesokarp der Frucht der Ölpalme gewonnen. Die Frucht der Ölpalme wächst in 4 - 20 kg schweren Bündeln die zwischen 200 und 2000 Früchte enthalten. Die Majorfettsäuren des Palmöls sind Palmsäure und Ölsäure, zu jeweils etwa 40 - 45 %. Der hohe Gehalt an Palmsäure bewirkt, das Palmöl bei Raumtemperatur nahezu fest ist. Unbearbeitetes Palmöl ist wegen seines hohen Gehaltes an Carotinoiden rot. Die Hauptanbaugebiete liegen in Afrika, Südostasien und Amerika. Probleme beim Einsatz von unraffiniertem Palmöl in Motoren sind unter anderem die hohe Viskosität sowie der oftmals sehr hohe Gehalt an freien Fettsäuren, die Korrosion am Einspritzsystem und im Brennraum zu Folge haben können.



Ölpalme (bot.: *Elaeis guineensis*)

- Rizinusöl

Rizinusöl wird aus den Samenkernen des Rizinusstrauches gewonnen. Rizinusöl wurde bereits vor 6000 Jahren in Ägypten als Lampenöl verwendet. Rizinusöl ist aufgrund seines Gehaltes an Rizin für den menschlichen Verzehr ungeeignet. Hauptbestandteil des Fettsäurespektrums ist mit bis zu 90 % die Rizinolsäure, eine hydroxylierte Ölsäure. Die Hydroxylgruppe der Rizinolsäure schützt die Doppelbindung und verhindert somit die Bildung von Peroxiden. Daraus resultiert die extrem hohe Oxidationsstabilität des Rizinusöls, die bis zu 8 - 10 mal so hoch wie die von Rapsöl sein kann. Zudem weist Rizinusöl dank der Rizinolsäure hervorragende Schmiereigenschaften auf. Nachteilig ist die im Vergleich zu anderen Ölen hohe Dichte und Viskosität des Rizinusöls. Hauptanbaugebiete sind Indien, Brasilien, die ehemalige UDSSR sowie die USA.



Rizinusstrauch (bot.: *Ricinus communis* L.)

### Kraftstoffe auf Basis pflanzlicher Öle und tierischer Fette

- Rapsölmethylester (RME), Trivialname: Biodiesel

Bei der Umesterung von Rapsöl mit Methanol entsteht Rapsölmethylester (RME), besser bekannt unter der Bezeichnung Biodiesel. Durch diese chemische Reaktion wird die hohe Viskosität von Rapsöl herabgesetzt und der Kraftstoff kann in herkömmlichen Dieselmotoren eingesetzt werden. Zu beachten ist die mögliche Aufquellung der Kraftstoffschläuche und Dichtungen bei älteren Fahrzeugen. Nähere Informationen rund um Biodiesel finden sich bei der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V. (<http://www.ufop.de>) oder beim National Biodiesel Board (<http://www.biodiesel.org>).

Wie bereits erwähnt werden auch zunehmend außereuropäische Öle als Feedstock zur Biodieselproduktion herangezogen. Die unterschiedlichen Eigenschaften der Öle machen speziell auf die Ölsorte angepasste Umesterungsverfahren notwendig.

- Altspeisefettmethylester (AME) und Tierfettmethylester (TFME)

Gebrauchte Speisefette und -öle, pflanzlichen und tierischen Ursprungs, sind die Ausgangssubstanzen für diese Kraftstoffe. Üblicherweise werden gebrauchte Speisefette und -öle über die Herstellung von Tierfutter wieder zurück in den menschlichen Nahrungsmittelkreislauf gebracht. Hier sind aber, gerade auch wegen der zum Teil dubiosen Altfettsammlungen, Kontaminationen nicht auszuschließen, so daß sich eine Verwendung als regenerativer Kraftstoff anbietet. Altspeisefettmethylester (AME) besitzt ähnliche Eigenschaften wie RME und kann dadurch fossilen Dieselkraftstoff ersetzen.

Am Lehrstuhl wurde 2001 eine Studie über das Aufkommen und die Verwertung von [Altspeisefett](#) im Rahmen der Gesetzesänderung durchgeführt.

- Fettsäureethylester

Neben der Umesterung von pflanzlichen Öle und tierischen Fetten mit Methanol besteht die Möglichkeit diesen durch Ethanol zu ersetzen. In der amerikanischen Norm ASTM D 6751 "Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels (2006 Jan. - 01)" sind Spezifikationen für Fettsäurealkylester bereits verankert. In Deutschland gibt es mittlerweile ähnliche Bestrebungen die bestehende DIN 14214 diesbezüglich zu erweitern.

Vorteile der Umesterung mit Ethanol sind die gesundheitliche Unbedenklichkeit bei der Verarbeitung, sowie die Möglichkeit auch Bioethanol zu verwenden, wie dies beispielsweise in den USA und Brasilien praktiziert wird. Nachteilig sind jedoch die komplexeren Reaktionsbedingungen im Vergleich zum Methanol.

Am Lehrstuhl für Energie- und Umwelttechnik der Lebensmittelindustrie wurden bereits mehre

Fettsäureethylester auf Basis von Rapsöl, Pugiernußöl (Jatropha) und Rizinusöl erfolgreich im Batchverfahren hergestellt.