



## Pflanzenöl als Speiseöl, Treib-, Schmier- und Verfahrensstoff

Dr. E. Remmele, K. Thuneke, K. Stotz, T. Gassner, A. Rocktäschel, R. Fleischmann

Pflanzenöl kann als Nahrungsmittel (Speiseöl), aber auch als Treib-, Schmier- und Verfahrensstoff (z.B. Hydrauliköl, Betontrennmittel) verwendet werden. Im technischen Einsatz trägt es zur Sicherstellung der Rohstoffversorgung sowie zur Verringerung der Umweltbelastung bei und steigert die Wertschöpfung in der Landwirtschaft.

Bei der **Ölgewinnung** in industriellen **zentralen Ölmühlen** (12 Anlagen mit Verarbeitungskapazitäten von jeweils ca. 1.000 - 4.000 t Saat/Tag) wird die Saat durch Dampferhitzung vorkonditioniert und das Öl gut zur Hälfte abgepresst. Anschließend wird das verbleibende Öl aus dem Presskuchen mit Hexan extrahiert und das Lösungsmittel aus dem Öl-/Hexangemisch abdestilliert. Das Rohöl wird durch Entschleimung, Bleichung und Desodorierung zum Vollraffinat in Speiseölqualität verfeinert. Mit diesem Verfahren lassen sich bei einem Energieeinsatz von ca. 1,7 GJ/t Saat bis zu 99 % des in der Saat enthaltenen Öls gewinnen.

Die Gewinnung von Pflanzenöl ist jedoch auch in **dezentralen Ölmühlen** (Verarbeitungskapazität: ca. 0,5 - 25 t Saat/Tag) z.B. in der Hand landwirtschaftlicher Genossenschaften möglich. Dabei stehen die Ziele Steigerung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft und Verringerung der Umweltbelastung im Vordergrund. Das im Vergleich zur zentralen Ölgewinnung einfachere technische Verfahren ist auf die Schritte Saatreinigung/-trocknung, Pressung und Ölreinigung reduziert. Dabei bleiben einerseits wertvolle Inhaltsstoffe erhalten, andererseits gelangen unerwünschte Begleitstoffe (z.B. Phospholipide) nur in sehr geringem Umfang ins Öl. Der Abpressgrad solcher Anlagen liegt bei 75 - 90 %, der Energieaufwand bei 0,1 - 0,5 GJ/t Saat. Eine gleichbleibend hohe Produktqualität wird durch die Verwendung hochwertiger Ölsaaten sowie einer gezielten Prozessführung sichergestellt. Dezentrale Ölmühlen begünstigen das Wirtschaften in Stoffkreisläufen, haben Vorteile hinsichtlich Logistik und Transport und können flexibel auf wechselnde Marktanforderungen reagieren (z.B. Verarbeitung von Ölsaaten-Spezialitäten). Entscheidend ist es, vor der Errichtung solcher Anlagen Absatzmärkte für die entstehenden Produkte Presskuchen und Öl zu erschließen. In Deutschland arbeiten derzeit ca. 260 Anlagen nach diesem Verfahren.

Bei der **Ölreinigung** werden die nach der Pressung im Pflanzenöl enthaltenen Feststoffe abgetrennt. Bei Rapsöl sind dies etwa 0,5 - 6,0 Gew.-% Feststoffe (ölfrei), die aus den festen Bestandteilen des Ölsamens bestehen. Dieser Feststoffgehalt im ungereinigten Öl ist abhängig u.a. von Typ und Verschleißgrad der Ölpresse, der Durchsatzleistung, der verarbeiteten Ölsaart und dem Wassergehalt des Pressguts. Die Feststoffe müssen möglichst vollständig aus dem Öl entfernt werden, da für die meisten Verwendungen ein geringer Gehalt an Feststoffen (Gesamtverschmutzung) gefordert wird. Zur Ölreinigung (Fest/Flüssig-Trennung) werden **Sedimentations-** und **Filtrationsverfahren** eingesetzt.

Rapsöl gilt nach Erkenntnissen der Ernährungsphysiologie mit einem geringen Anteil gesättigter Fettsäuren (6 - 8 %), einem hohen Gehalt einfach ungesättigter Fettsäuren (58 - 63 %) und einem mittleren Gehalt mehrfach ungesättigter Fettsäuren (29 - 36 %; v.a. essenzielle Linolsäure,  $\alpha$ -Linolensäure) sowie einem mittleren Vitamin E-Gehalt (15 mg/100 g) als eines der wertvollsten **Speiseöle**. Bei guter Rapsaatqualität, optimierter Ölgewinnung und Öllagerung ist insbesondere **kaltgepresstes Rapsöl** aus dezentralen Anlagen aufgrund der schonenden Verarbeitung reich an Vitaminen und hervorragend sowohl als Salatöl, aber auch zum Kochen und Braten (bei nicht zu hohen Temperaturen) geeignet.

Die Nutzung von Rapsöl als **Kraftstoff** in herkömmlichen Dieselmotoren ist aufgrund der von Dieselkraftstoff stark abweichenden Eigenschaften (v.a. Viskosität, Siedeverhalten) langfristig in der Regel nicht möglich. Es bieten sich jedoch die Lösungsansätze Anpassung des Kraftstoffs an den herkömmlichen Dieselmotor und Anpassung des Motors an das Pflanzenöl an. Für beide wurden inzwischen mehrere Verfahren bzw. Prinzipien zur Praxisreife entwickelt.

Bei der **Umwandlung des Kraftstoffs** weist das Endprodukt dem Dieselkraftstoff sehr ähnliche Eigenschaften auf. Das bekannteste und bislang einzig praktizierte Verfahren ist die Umesterung von Pflanzenöl zu Fettsäuremethylester (Biodiesel). Dabei wird Glycerin vom Ölmolekül abgespalten, die Fettsäuren werden mit Methanol neu verestert. Dieser Verarbeitungsschritt verursacht Kosten in Höhe von ca. 0,10 €/l. Ebenfalls

dieselähnliche Kennwerte haben Kraftstoffe, die durch Beimischung von Pflanzenöl (z.B. 10 % Rapsöl) zu mineralischem Rohöl und anschließender Verarbeitung in Mineralö Raffinerien produziert werden können (VEBA-Verfahren). Der Hauptvorteil bei der Verwendung von großtechnisch verändertem Pflanzenöl liegt darin, dass der Kraftstoff meist problemlos in den dafür freigegebenen konventionellen Dieselmotoren eingesetzt und somit kurzfristig ein Teil des Verbrauchs von mineralischem Diesel ersetzt werden kann.

Für die Verwendung von **naturbelassenem Pflanzenöl** muss die Verbrennungstechnik des Motors auf die Kraftstoffeigenschaften abgestimmt werden. Neben dem Einsatz von Spezial-Pflanzenölmotoren werden heute überwiegend herkömmliche Serien-Dieselmotoren durch diverse Umrüstmaßnahmen (z.B. Vorwärmung des Pflanzenöls, Veränderung von Einspritzdruck, -zeitpunkt, Austausch von Kraftstoffförderpumpe und -leitung, Zweitanksystem mit Diesel oder Biodiesel als Startkraftstoff...) für den Einsatz von Pflanzenöl angepasst. Bei der Verwendung von naturbelassenem Pflanzenöl werden im Vergleich zu Biodiesel wertvolle Ressourcen und Produktionsmittel für Transport und Umwandlungsprozess eingespart. Darüber hinaus wird naturbelassenes Pflanzenöl nicht als wassergefährdend eingestuft und eignet sich deshalb v.a. in umweltsensiblen Bereichen, wie Alpengebiet, Binnengewässer, Wasserschutzgebiete sowie Land- und Forstwirtschaft.

Wichtige Voraussetzung für einen störungsarmen Betrieb von Pflanzenölmotoren ist, dass das Pflanzenöl gewisse Qualitätskriterien erfüllt. Rapsöl, das in Mitteleuropa am weitesten verbreitete Pflanzenöl, eignet sich besonders gut als Kraftstoff. Vom Technologie- und Förderzentrum wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim und der Firma ASG Analytik-Service Gesellschaft, Täfertingen durch zahlreiche Expertengespräche im Rahmen des LTV-Arbeitskreises „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“ der „Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) 05/2000“ erarbeitet, in dem die Mindestanforderungen für Rapsöl als Kraftstoff festgeschrieben sind. Darauf aufbauend wurde im Herbst 2003 damit begonnen, die Qualität von Rapsölkraftstoff für pflanzenölaugliche Motoren in einer Anforderungsnorm des Deutschen Instituts für Normung e.V. DIN zu definieren.

Generell kann Rapsöl für mobile Antriebe in Pkw, Nutzfahrzeugen und Traktoren aber auch in stationären Motoren (z.B. BHKW) verwendet werden. Ein störungsarmer Betrieb von **Pflanzenöl-BHKW** ist dann möglich, wenn Rapsölkraftstoff verwendet wird, das den RK-Qualitätsstandard erfüllt und wenn spezifische Eigenschaften des Rapsöls bei der Auswahl von Maschinenbauteilen und bei Instandhaltungsarbeiten berücksichtigt werden.

Die Verwendung von Pflanzenöl in geeigneten Motoren zeichnet sich durch eine günstige CO<sub>2</sub>-Bilanz und durch niedrige Schwefelemissionen aus. Zudem können sich mitunter auch Vorteile hinsichtlich weiterer Emissionskomponenten (CO, Partikelmasse, PAK) ergeben. Zur angestrebten Minimierung von **Emissionen** (auch Gerüchen) weisen Oxidationskatalysatoren besonders bei Pflanzenöl (niedriger S-Gehalt) langfristig hohe Umsetzungsraten auf.

Beginnend mit der Entwicklung von Sägeketten-Haftölen wurden in den letzten Jahren immer mehr **Schmier- und Verfahrensstoffe** (v.a. Hydrauliköle) auf Basis pflanzlicher Öle entwickelt und auf den Markt gebracht. Sie weisen gegenüber solchen auf Basis Mineralöl eine höhere biologische Abbaubarkeit und geringere Ökotoxizität auf. Viele Produkte wurden inzwischen auf Grund ihrer Umweltvorteile mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel" gekennzeichnet.

Feldversuche und Verschleißmessungen haben ergeben, dass mit bestimmten Einschränkungen naturbelassenes kaltgepresstes Rapsöl auch ohne Additivierung als **Sägeketten-Schmierstoff** verwendet werden kann. In Zusammenarbeit mit dem Schmierstoffhersteller Fuchs Petrolub AG wurde am Technologie- und Förderzentrum gering additiviertes Rapsöl als **Motorenöl** in einem Stationärmotor bei kontinuierlicher Motorölauffrischung (Plantotronic<sup>®</sup>) erfolgreich getestet, wobei Ölwechsel entfallen können.

In einem sechsjährigen Feldversuch mit 37 landwirtschaftlichen Maschinen und verschiedenen Anbaugeräten wurde nachgewiesen, dass rapsölbasierende **Hydrauliköle** für den Einsatz in den untersuchten Geräten geeignet sind. Bei üblichen Ölwechselintervallen wirkt sich u.a. die auftretende thermische Belastung nicht nachteilig auf die Ölalterung aus. Die hohe biologische Abbaubarkeit und die geringe Ökotoxizität der Hydraulikflüssigkeiten bleiben auch während des Einsatzzeitraums erhalten.

In einem weiteren Vorhaben wurde die technische Eignung von kaltgepressten, unadditivierten Pflanzenölen aus dezentralen Anlagen als **Betontrennmittel** in Labor- und Praxistests untersucht. Eine gute Trennwirkung konnte in vielen Anwendungsfällen nachgewiesen werden. Wesentlich für den Anwendungserfolg ist der Einsatz einer geeigneten Applikationstechnik zur Aufbringung eines möglichst dünnen Trennfilms, die bei der Fertigbetonteile-Herstellung einfach realisiert werden könnte. Neben der Ressourcenschonung steht hierbei der Anwenderschutz im Vordergrund.