

Pflanzenöl als Kraftstoff

in der Landwirtschaft

Erfahrungs-
berichte



Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow
info@fnr.de • www.fnr.de
www.bio-kraftstoffe.info

Bioenergieberatung der FNR

Tel.: 0 38 43/69 30-199
info@bio-energie.de • www.bio-energie.de

Mit finanzieller Förderung des Bundesministeriums
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Gedruckt mit Farben auf Leinölbasis



Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz





Impressum

Herausgeber:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow
info@fnr.de • www.fnr.de
www.bio-kraftstoffe.info

Mit finanzieller Förderung des Bundesministeriums
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Autoren:

Dietmar Kemnitz, FNR; Nicole Paul, FNR; WPR COMMUNICATION; Volker Wichmann, Universität Rostock; Karl Maurer, Universität Hohenheim; Dr. Edgar Remmele, Technologie- und Förderzentrum Straubing; Dr. Ulrike Schümann, Universität Rostock

Bilder:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),
Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP),
Universität Hohenheim, SGS-Ingenieure, FUCHS PETROLUB AG,
Deutsches Institut für Normung e. V., Universität Rostock

Gestaltung und Realisierung:

WPR COMMUNICATION, Berlin

August 2006

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff in der Landwirtschaft: Erfahrungsberichte von Landwirten	5
Umrüstung auf Pflanzenölbetrieb: Erfahrungsberichte von Umrüstern	14
Wissenschaftliche Begleitforschung zur Umrüstung: Ergebnisse des 100-Traktoren-Demonstrationsprojekts	22
Pflanzenöl-Dieselmischungen: Ergebnisse aus Motorprüfstandsuntersuchungen	25
Pflanzenölproduktion: Erfahrungsbericht eines Ölmühlenbetreibers	27
Wissenschaftliche Begleitforschung zur Pflanzenölproduktion: Hinweise zur Herstellung von Rapsölkraftstoff nach der Vornorm DIN 51605	29
Tipps und Hinweise für die Praxis	33
Eigenverbrauchstankstellen (EVT) und Pflanzenöllagerung	38
FNR-Förderprogramm Biokraftstoffe in der Landwirtschaft	41
Adressen und Ansprechpartner	41

Einleitung

Das Interesse an Biokraftstoffen in der Landwirtschaft wächst stetig. Hierfür spielen neben finanziellen Motiven auch die Umweltverträglichkeit des Kraftstoffs, Chancen zum Aufbau regionaler Wirtschaftskreisläufe und die weitgehende Unabhängigkeit von Mineralölressourcen eine Rolle. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen, die eine Steuerbefreiung von in der Landwirtschaft verwendeten Biokraftstoffen bis 2012 festlegen, unterstützen diese Entwicklung.

Biodiesel und naturbelassenes Pflanzenöl sind als alternative Kraftstoffe für die Landwirtschaft besonders interessant, weil ihr Einsatz in den vorhandenen Diesellaggregaten lediglich überschaubare technische Anpassungen erfordert. Viele Landwirte interessieren sich vor allem für Pflanzenöl, weil neben attraktiven Kosten auch die Wertschöpfung vom Anbau der Rohstoffpflanzen bis hin zur Verarbeitung als Kraftstoff im eigenen Betrieb oder im regionalen Umfeld erfolgen kann.

Diese Broschüre gibt die Erkenntnisse von Landwirten wieder, die den Schritt gewagt und einen oder mehrere ihrer Traktoren auf Pflanzenölbetrieb umgerüstet haben. Viele Erfahrungen waren

positiv, aber vor allem die aufgezeigten Lösungswege für aufgetretene Pannen und Fehler sind es, die für zukünftige Umrüster interessant sind. Bei der Erstellung kamen uns die Ergebnisse des 100-Traktoren-Demonstrationsprojekts zugute, das die FNR von 2001 bis 2005 förderte. Sie sind sowohl in die Praxisberichte als auch in die ergänzenden Kapitel mit eingeflossen. Ergänzend zum 100-Traktoren-Demonstrationsprojekt wurden in einem Projekt der DEULA Schleswig-Holstein auf Rapsölkraftstoff umgerüstete Schlepper untersucht. Ziel war es dabei festzustellen, welche Umrüstsysteme bei welchem Motortyp unter welchen Einsatzbedingungen für den Betrieb mit Rapsölkraftstoff geeignet sind.

Die Auswahl der in dieser Broschüre veröffentlichten Erfahrungsberichte, insbesondere der zu Wort kommenden Umrüster, stellt nur einen Ausschnitt des Marktgeschehens dar.

Bei Allen, die mit ihren Beiträgen zum Entstehen der Broschüre beigetragen haben, bedanken wir uns an dieser Stelle nochmals herzlich.

*Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe (FNR)
Gülzow, August 2006*

Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff in der Landwirtschaft

Erfahrungsberichte von Landwirten

**Johann Rettenberger,
Landwirt**



*Nordfelderhof 19
89407 Dillingen*

Unser Betrieb ist bereits seit dem Jahre 1850 in Familienbesitz. Heute bauen wir auf insgesamt 180 Hektar Getreide, Silomais, Raps und Kartoffeln an, zusätzlich halten wir Schafe auf Grünland und betreiben Bullenmast. Der Schutz und die Pflege der Natur hat bei uns Tradition und liegt uns am Herzen. Deswegen haben wir im Jahr 2002 einen unserer insgesamt vier Schlepper auf den Betrieb mit Rapsöl umrüsten lassen. Der umgerüstete Fendt Favorit 716, Baujahr 2002, wird von uns zum Pflügen, für Transportarbeiten, in der 3-Meter-Säekombination und im Lohnbetrieb eingesetzt. Die vielseitigen Arbeiten führen dazu,

dass unser Schlepper auch im Winter zum Einsatz kommt. Selbst bei Temperaturen von bis zu minus zwanzig Grad läuft der Fendt problemlos mit dem Rapsöl im Tank. Die Umrüstung des Fahrzeugs wurde von der Firma Siegfried Hausmann schnell und ohne Probleme durchgeführt. Heute läuft der Schlepper ca. 1.300 Betriebsstunden im Jahr bei einem Kraftstoffverbrauch von 12.700 Litern. Gelagert wird das Rapsöl bei uns im 7.000 Liter fassenden Metalltank im Freien. Der Raps zur Herstellung des Kraftstoffes wird von uns auf unserem eigenen Land angebaut und von der Firma SNE Schwäbische Naturenergie GmbH in



Dillingen für uns gepresst. Den anfallenden Rapskuchen verwenden wir anschließend als hochwertiges Eiweißfutter in der hofeigenen Bullenmast. So können wir seit mittlerweile sechs Jahren auf das Zufüttern von Sojaschrot verzichten und gleichzeitig die Wertschöpfung der Erzeugung in unserer Region in Bauernhand halten.

Die Umrüstung auf den Betrieb mit Rapsöl als Kraftstoff haben wir nicht einen Tag bereut. Seit drei Jahren und insgesamt 3.700 Betriebsstunden läuft der Schlepper vollkommen störungsfrei. Folgende Dinge sind unserer Ansicht nach zu beachten: Die Qualität des Rapsöls sollte dem Weihenstephaner Standard entsprechen, der Kraftstofffilter sollte regelmäßig ausgetauscht werden – führt man den Wechsel in zu großen Intervallen durch, macht sich das in einem Leistungsabfall bemerkbar – und, ganz wichtig, das Motoröl muss nach spätestens 250 Betriebsstunden gewechselt werden. Außerdem sollte der Schlepper im oberen Drehzahlbereich gefahren werden. Befolgt man diese Grundregeln, profitiert der Betrieb von der Umrüstung.

Als Landwirt kann ich meinen Kraftstoff vor meiner eigenen Haustür anbauen, die Umwelt und der eigene Grund und Boden werden geschont und durch den Preisvorteil von Rapsöl gegenüber herkömmlichem Dieselmotorkraftstoff auch der eigene Geldbeutel.

Franz Bichlmeier jun., Landwirt



Auerstraße 20
84453 Mühldorf-
Mößling

Als wir damals, vor dreieinhalb Jahren, hörten, dass Umrüstunternehmen Landwirte suchen, die ihre Traktoren auf Pflanzenöl-Kraftstoff umstellen wollen, haben wir uns für die Teilnahme an dem von der FNR geförderten 100-Traktoren-Demonstrationsprojekt entschlossen. Wir waren neugierig, ob ein Schlepper mit Rapsöl tatsächlich problemlos betrieben werden kann und die mögliche Kosteneinsparung machte die Umrüstung natürlich zusätzlich interessant für ein kleines Familienunternehmen wie das unsere.

Wir bewirtschaften mit unserem Betrieb eine Fläche von insgesamt 85 Hektar Ackerland und haben dazu noch fünf Hektar Grünland. Angebaut wird Mais, Getreide und Raps, das Grünland wird für die Bullenmast genutzt. Zusätzlich arbeiten wir als Lohnunternehmen und bieten Häckseln, Universalstreuarbeiten, Transportdienste und alle Arten der Bodenbearbeitung an.

Hier kommt auch der umgerüstete Schlepper zum Einsatz. Im Juli haben wir einen Case CVX 150 für den Betrieb mit Rapsöl umrüsten lassen. Vorgenommen wurde der Umbau zu einem Zweitank-System, der Einbau eines Wärmetauschers und das Austauschen der Kraftstofffilter, von der Firma Gruber Landtechnik in Ampfing.

Litern Kraftstoff – das Rapsöl lagern wir problemlos in einem speziellen Tank bei uns auf dem Gelände, der über die FNR vom Bundesverbraucherschutzministerium finanziert wurde.

Wichtig für den Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff sind unserer Erfahrung nach



Seit dem Umbau wird der Schlepper für die schwere Bodenbearbeitung eingesetzt, z. B. mit der 6-Meter-Egge, dem 5-Schar-Pflug oder dem 16 Tonnen Universalstreuer. Insgesamt läuft die umgerüstete Maschine rund 800 Betriebsstunden im Jahr und das bislang störungsfrei. Für die 800 Betriebsstunden liegen wir bei einem jährlichen Verbrauch von etwa 10.000

zwei Dinge: Der Fahrer des Schleppers muss darauf achten, den Motor möglichst immer zu belasten und nicht im Stand laufen zu lassen. Im Leerlauf wird keine gute Verbrennung erzielt und es entstehen Ablagerungen im Brennraum und an den Einspritzdüsen. Das passiert vor allem dann, wenn der verwendete Kraftstoff nicht die nötige Qualität hat. Werden diese

einfachen Regeln beachtet, steht dem Einsatz eines umgerüsteten Fahrzeugs nichts im Wege und man kann mit dem gleichen Kraftstoffverbrauch eine sogar noch höhere Leistung erzielen.

Hans Wolfgruber, Einsatzleiter



Gematrak GbR
Ringstraße 29
97258 Gollhofen

Die Gematrak GbR stellt seit 1994 landwirtschaftliche Maschinen für zur Zeit fünf beteiligte Landwirte hier aus der Region bereit, die zusammen insgesamt gut 220 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche bewirtschaften. Im September 2002 haben wir eine unserer großen Zugmaschinen, den Ackerschlepper John Deere 7810, Baujahr 2002, auf den Betrieb mit Rapsöl umgerüstet. Seitdem läuft die Maschine etwa 650 Betriebsstunden pro Jahr mit einem jährlichen Verbrauch von 16.000 bis 18.000 Litern Rapsöl. Im Winter ist sie kaum im Einsatz.

Die Zugmaschine wird von den Landwirten für alle anfallenden Arbeiten ein-

gesetzt, darunter sind Feld- und Transportarbeiten, aber natürlich auch schwere Ackerarbeiten, wie beispielsweise Pflügen. Das Rapsöl beziehen wir von der Trocknungsgenossenschaft Gunzenhausen EG, also direkt hier aus der Region des Fränkischen Seenlandes. Durch den Bezug von einer großen Ölpresse verfügen wir über relativ sauberes Öl. Der Phosphorgehalt des Öls schwankt allerdings je nach verwendeter Rapssaat. Gelagert wird der Kraftstoff von uns in einem 7.000 Liter fassenden, doppelwandigen Stahltank, der in der Maschinenhalle steht. Da wir mittlerweile auch zwei private PKW mit Rapsöl betreiben, benötigen wir auch während der Wintermonate Öl. Bislang gab es hier mit der Lagerung, auch bei



Minusgraden, keinerlei Probleme. Unproblematisch war auch die Umrüstung des Schleppers. Die Firma Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie aus

Allersberg hat die notwendigen Arbeiten, wie beispielsweise das Auswechseln der Düsen und Kraftstoffleitungen, durchgeführt. Der Umbau der Zugmaschine hat für unseren Betrieb in jedem Fall Vorteile gebracht: Die Leistung scheint sich bei gleichbleibendem Kraftstoffverbrauch sogar erhöht zu haben, was allerdings eher ein Gefühl ist, nachgemessen haben wir das nicht. Auch die Einstufung in die Wassergefährdungskategorie 0 ist ein klarer Nutzen. Zu beachten ist, dass die Ölwechselintervalle sich halbieren und in der kalten Jahreszeit eine elektrische Vorwärmung notwendig ist. Aber insgesamt freuen wir uns natürlich vor allem über den störungsfreien Betrieb des Fahrzeuges – seit 2002 hatten wir keinerlei Probleme mit dem umgerüsteten Schlepper. Als wir den Entschluss fassten, im Rahmen des 100-Traktoren-Demonstrationsprojekts des Bundesverbraucherschutzministeriums die Zugmaschine umzurüsten, waren wir vor allem neugierig und wollten Erfahrung im Bereich innovativer Kraftstoffe und Technologien sammeln. Auch die Unabhängigkeit von den großen Mineralölkonzernen und die Umweltfreundlichkeit des Kraftstoffs waren Motivation für uns. Heute, nach drei Jahren des Pflanzenöl-Einsatzes können wir sagen: Die Umrüstung hat sich für uns gelohnt, wir würden das unter den gleichen Rahmenbedingungen jederzeit noch einmal machen.

Martin Forster, Landwirt



Ramsdorf 4
84529 Tittmoning

Unser Familienbetrieb liegt in Tittmoning in der Urlaubsregion Salzachtal. Wir betreiben auf 41 Hektar landwirtschaft-



licher Nutzfläche Milchwirtschaft und bieten zusätzlich als Dienstleistung das Rundballenpressen für Landwirte in der Umgebung an. Dauerhaft beschäftigen wir einen festen Mitarbeiter. Für die

anfallenden Arbeiten sind bei uns zwei Schlepper im Einsatz, von denen ein Fendt Vario 410, Baujahr 2002, im selben Jahr auf Rapsölkraftstoff umgestellt wurde.



Der Schlepper wird eher für leichte Bodenarbeiten, vor allem zum Rundballenpressen und für den Transport eingesetzt. Rund um's Jahr läuft er gut 1.250 Betriebsstunden und kann auch während der Wintermonate ohne Probleme eingesetzt werden. Der Verbrauch liegt bei ca. 7.000 Litern pro 1.000 Betriebsstunden. Das Rapsöl beziehen wir von den Raiffeisen Lagerhäusern in Wiesmühl oder Nonnreit, also aus der näheren Umgebung von Tittmoning. Gelagert wird der Kraftstoff im Sommer wie im Winter in

unserem Maschinenhaus in einem 1.000-Liter-Plastiktank. Eine Reinigung des Tanks ist nicht nötig, da der Behälter bei jeder neuen Lieferung ausgetauscht wird. Die Umrüstung des Schleppers hat die

Firma Hausmann durchgeführt, verwendet wurde das von ihnen entwickelte hauseigene System. Die zwei Hauptkomponenten hierbei sind die Vorwärmung der Einspritzdüsen und des Filters. Am Anfang gab es Probleme, da niemand wusste, dass sich beim Fendt Vario ein Tankfilter im Tank befindet. Dieser verstopfte und die Förderpumpe ging kaputt, aber seit der Tankfilter ausgebaut wurde, läuft die Maschine störungsfrei. Eine Sache beim Betrieb eines Schleppers mit Rapsöl ist meiner Beobachtung nach ganz

besonders wichtig, nämlich die einwandfreie Filterung des verwendeten Rapsöls. Nur wenn der Kraftstoff schon bei der Herstellung sauber gefiltert wird, läuft der Motor ohne höheren Verbrauch oder Leistungsverlust.

Der Anreiz für die Umrüstung eines Schleppers auf den Betrieb mit Pflanzenöl war für unseren Betrieb ganz eindeutig der Preisvorteil von Rapsöl gegenüber herkömmlichem Dieselmotorkraftstoff.

Markus Pirkelmann, Geschäftsführer



Fränkische
Maschinen GbRmbH
Schönfeld 13
96142 Hollfeld

Seit 1997 verleiht die Fränkische Maschinen GbRmbH in Hollfeld in der Fränkischen Schweiz landwirtschaftliche Maschinen und Geräte an die Landwirte in der Umgebung und bietet zusätzlich auch komplette Arbeitsverfahren an. Im Jahr 2002 haben wir angefangen, einige unserer Landmaschinen auf den Betrieb mit Rapsöl als Kraftstoff umzurüsten. Bis heute fahren insgesamt zwei Schlepper und zwei Mäh-

drescher mit dem umweltfreundlichen Kraftstoff: ein Fendt 818 FMS, Baujahr 2003, ein Fendt 412 Vario, Baujahr 2002, ein Claas Mega 204/II, Baujahr 1996 und als neuestes Modell unser Claas Mega



208/II, Baujahr 2004. Die Schlepper werden im Volllastbereich für alle anfallenden Feldarbeiten eingesetzt. Die beiden Claas-Maschinen laufen ca. 250 Betriebsstunden jährlich, die Fendt-Schlepper zwischen 900 und 1.000 Betriebsstunden pro Jahr. Insgesamt tanken wir mit diesen Fahrzeugen gut 35.000 Liter Pflanzenöl jährlich. Da die beiden Fendt-Maschinen auch in den Wintermonaten für anfallende Arbeiten eingesetzt werden, benötigen wir Rapsöl über das ganze Jahr. Zu diesem Zweck haben wir eine hofeigene Tankstelle mit einem 10.000-Liter-Tank, der einmal jährlich gereinigt werden muss. Das Pflanzenöl beziehen wir von Ölmühlen aus der näheren Umgebung.

Die Umrüstung unserer Schlepper hat die Firma Hausmann durchgeführt. Bei den

beiden Traktoren der Marke Fendt wurden beheizbare Einspritzdüsen eingebaut, die beiden Claas-Mähdrescher fahren mit einem Zweitank-System. Seit dem Umbau haben wir nicht nur – aber doch überwiegend – positive Erfahrungen mit Rapsöl als Kraftstoff sammeln können. Bis auf einige Probleme mit Kraftstofffiltern laufen unsere umgerüsteten Schlepper einwandfrei. Sauberer Kraftstoff und eine erhöhte Aufmerksamkeit auf die Kraftstofffilter sind jedoch unserer Beobachtung nach für einen störungsfreien Betrieb ganz besonders wichtig.



Mit der Umrüstung unserer Landmaschinen auf den Betrieb mit Pflanzenöl, das hier in der Umgebung produziert wird, wollten wir unsere Region stützen – darin lag die Motivation für den Umbau, und bislang haben wir diese Entscheidung nicht bereut.

Henrik Rotermann, Geschäftsführer



*Landboden Glasin
Betriebs-GmbH
Am Trockenwerk
23992 Glasin*

Seit 1990 baut die Landboden Glasin Betriebs-GmbH an der Mecklenburgischen Ostseeküste auf 3.500 Hektar Land Marktfrüchte an und betreibt außerdem eine Schweinemast. Beschäftigt werden insgesamt 30 Mitarbeiter.

Die Entscheidung, einen unserer Schlepper auf den Betrieb mit Rapsöl umzurüsten, hatte verschiedene Gründe: Zum einen waren wir interessiert daran, wie sich Rapsöl als Kraftstoff für schwere Landmaschinen bewährt. Aber der Wegfall der Gasölbeihilfe, verbunden mit steigenden Kraftstoffpreisen, hat uns dann Anfang 2002 endgültig dazu bewogen, einen unserer Schlepper, einen Case Maxum, Baujahr 2001 mit 170 PS, umzurüsten. Die Maschine wird im Bereich der mittleren bis schweren Bodenbearbeitung und für Pflege- und Transportarbeiten genutzt. Monatlich fallen so rund 100 Betriebsstunden an, im Jahr läuft der Schlepper etwa 1.500 Stunden.

Wegen der vielfältigen Aufgaben verwenden wir das Fahrzeug auch in den Wintermonaten, das bedeutet, dass wir das Rapsöl auch während der kalten Jahreszeit lagern müssen. Dafür verwenden wir einen doppelwandigen 5.000 Liter-Tank, der bei uns auf dem Gelände steht und von uns einmal jährlich gereinigt wird. Das Rapsöl beziehen wir hier aus der unmittelbaren Umgebung, von der Firma Tornow in Varchentin bei Stavenhagen. Hier können wir auch sicher sein, dass der gelieferte Kraftstoff der Vornorm für Pflanzenöl entspricht.

Den Umbau des Schleppers für den Betrieb mit Pflanzenöl hat das Technik-Center Bastorf durchgeführt. Eine defekte Einspritzdüse führte zur mangelhaften Verbrennung des Rapsöls; es kam zu Rückständen an den Kolben und so zu einem Kolbenfresser an zwei Zylindern. Dieser Schaden an der Maschine hat uns insgesamt 4.500 EUR gekostet. Die Ursache für die defekte Einspritzdüse kann normaler Verschleiß gewesen sein und ist nicht unbedingt auf das Pflanzenöl zurück zu führen. Die Folgen sind beim Pflanzenöleinsatz jedoch gravierender: Das nicht ausreichend zerstäubte Öl läuft an der Innenseite der Zylinder herunter, bildet Ablagerungen und lässt den Schmierfilm abreißen, wodurch Kolbenfresser verursacht werden können, während Dieselmotortreibstoff trotzdem, wenn auch nicht opti-

mal, verbrennen würde. Seit dem Schaden kontrollieren wir mindestens zwei mal im Jahr die Einspritzdüsen. Zusätzlich haben wir den Motor noch weiter umgebaut und einen elektrischen Vorwärmer bzw. Wärmetauscher für das Rapsöl eingebaut.

An anderen Teilen des Motors, wie z. B. an den Leitungen hat es keine Schäden gegeben, so dass dort auch keine Umbauten nötig waren. Auch einen Leistungsverlust oder erhöhten Kraftstoffverbrauch konnten wir während des Betriebs des Schleppers mit Rapsöl nicht feststellen.

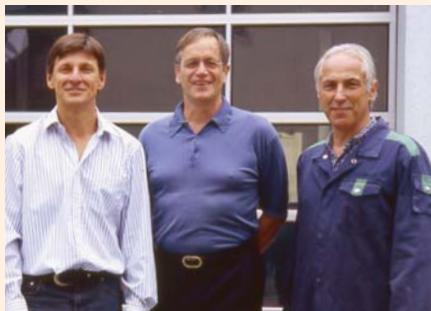


Jörg Michaels, Werkstattmeister

Umrüstung auf Pflanzenölbetrieb

Erfahrungsberichte von Umrüstern

Dr. Georg Gruber, Thomas Kaiser, Alois Dotzer; Gesellschafter



*Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie (VWP)
Am Steigbühl 2
90584 Allersberg
Tel.: 09174 / 2862*

Die Vereinigten Werkstätten für Pflanzenöltechnologie beschäftigen sich seit nunmehr zwölf Jahren intensiv mit dem Thema Pflanzenöle als Kraftstoff. Seit 1993 haben die neun Mitarbeiter etwa 2.200 Fahrzeuge auf den Betrieb mit Pflanzenöl umgerüstet, davon ca. 2.000 PKW, 150 Traktoren und ca. 50 LKW. Zusätzlich wurden noch 60 Blockheizkraftwerke und Generatoren umgebaut. Bei der Umrüstung von Schlepper-Motoren hat sich die VWP in den vergangenen Jahren vor allem auf

Maschinen der Marken Deutz und John Deere spezialisiert. VWP ist der Ansicht, dass sich grundsätzlich jeder Dieselmotor für den Betrieb mit Pflanzenöl als Kraftstoff eignet. Der jeweilige Motortyp ist aber individuell, zum Teil über einen mehrjährigen Forschungszeitraum, für den Pflanzenölbetrieb zu entwickeln.

Die Vereinigten Werkstätten für Pflanzenöltechnologie arbeiten nicht nach einem statischen Umrüstkonzept. Vielmehr werden die notwendigen technischen Maßnahmen für jeden Motortyp individuell umgesetzt, um den Eigenheiten der verschiedenen Dieselmotor-Modelle Rechnung zu tragen. Zu diesen Maßnahmen gehören u. a. Änderungen am Kraftstoff-



kreislauf, der Einbau einer Kraftstofferkennung für den flexiblen Dualbetrieb von Diesel und/oder Pflanzenöl, das Sicherstellen der optimalen Gemischbildung (Pflanzenöl-/Luftverhältnis) im Brenn-



raum für eine möglichst restlose Verbrennung und damit Absenkung der Emissionen und die Bearbeitung und Abschirmung besonders belasteter Bauteile. Diese Vorgehensweise hat sich bewährt: Die von VWP umgerüsteten Fahrzeuge sind ohne technische Vorkenntnisse im Dualbetrieb automatisch zu bedienen. Die notwendige TÜV-Abnahme nach § 19 StVZO erfolgt reibungslos, u. a. weil die gesetzlichen Vorschriften zur Schadstoffemission eingehalten werden. Der Umbau eines Traktors dauert je nach Aufwand ein bis zwei Wochen und kostet für einen Schlepper mit 4-Zylinder-Motor, wie beispielsweise den Fendt 412, 5.850 EUR zzgl. MwSt., für einen 6-Zylinder, wie den Fendt 815, 6.850 EUR zzgl. MwSt. Für alle Umrüstungen von VWP gelten die gesetzlichen Gewährleistungspflichten. Zusätzlich gibt VWP noch eine ein- bis zweijährige Motorgarantie für pflanzenölbedingte Schäden bei Neuwagen, bei gebrauchten Fahrzeugen für

ein Jahr. VWP ist davon überzeugt, dass die nachträgliche und damit kostenintensive Einzelumrüstung nur einen Übergang zur seriellen Produktion von Pflanzenölmotoren darstellen kann. Qualität zu niedrigen Preisen kann nur über die Serienproduktion erreicht werden.

Siegfried Hausmann, Firmenleitung



*Lackier- und Karosserie-Instandsetzung
Siegfried Hausmann
Am Angertor 3
97618 Wülfershausen
Tel.: 09762 / 506*

Im Jahr 1992 wurde die Firma Lackier- und Karosserie-Instandsetzung Hausmann von mir gegründet. Heute beschäftige ich

sechs Mitarbeiter, darunter einen Mechanikermeister und einen Mechaniker, die übrigen Angestellten sind Maler und Lackierer. Ich habe mich von Beginn an intensiv mit dem Thema Rapsöl als Kraftstoff beschäftigt, und so kam ich zu dem Entschluss, ein eigenes Umrüstsystem für Dieselmotoren zu entwickeln. Das Hausmann-Umrüstsystem ist technisch folgendermaßen aufgebaut: Zum einen werden die Kraftstoffleitungen ab Tank verändert. Zusätzlich bauen wir Kraftstoffpumpen und -filter und eine Kraftstoffvorwärmung für die Filter ein. Spezielle Einspritzpumpen wirken der höheren Viskosität des Rapsöls entgegen. Über Druckre-

gelventile können diese Einspritzpumpen besser angefahren werden und so im optimalen Kennfeld arbeiten. Zweitens wird der Motor für den Gebrauch mit Pflanzenöl optimiert: Um der Viskosität und dem Flammpunkt entgegenzuwirken, werden die Einspritzdüsen elektrisch beheizbar ausgeführt. Während des Fahrbetriebs erfolgt die Temperatursteuerung der Einspritzdüsen über Thermostate und Relais, überwacht wird die Temperatur über Kontrolllampen. Je nach Fahrzeug können noch weitere Maßnahmen technisch sinnvoll sein, wie z. B. der Einbau von Ölfeinfiltern oder eine Motorblockheizung. Grundsätzlich wird unser

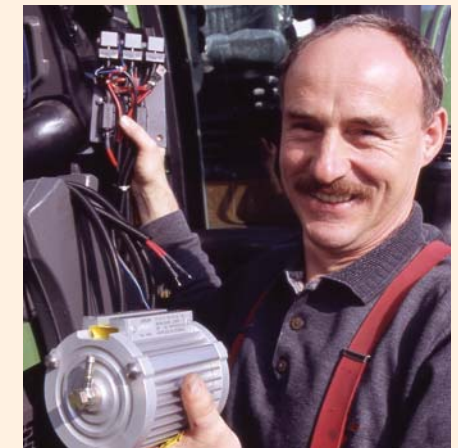


System bei jeder Umrüstung ganz spezifisch auf den jeweiligen Fahrzeugtyp abgestimmt. So war es uns möglich, im Laufe



der Jahre eine große Bandbreite an Fahrzeugen umzurüsten. Bei den Schleppern sind es vor allem Maschinen von Fendt der 4-er, 7-er, 8-er, und 9-er Baureihen, hier gibt es mittlerweile eine komplett ausgereifte Umbauserie. Modelle von Case (90 – 300 PS), Deutz (bis 260 PS), Claas Challenger Raupe 95E (bis 450 PS) sowie von Same, John Deere oder Lamborghini werden von uns jeweils ganz individuell für den Betrieb mit Pflanzenöl umgebaut. Grundsätzlich eignet sich unser System für alle Fahrzeuge mit Vorkammermotoren, Wirbelkammermotoren, Direkteinspritzern und Common-Rail-System, jeweils abhängig vom technischen Zustand und der Laufleistung des Motors. Bei gängigen Fahrzeugtypen dauert die Umrüs-

tung etwa eine Woche, der Preis variiert je nach Fahrzeugtyp. So kostet der Umbau eines Fendts der 4-er Baureihe 3.600 EUR, der 9-er Reihe 5.500 EUR, bei einem Case 285 fallen 5.600 EUR an und bei einem Deutz bewegen sich die Kosten zwischen 3.800 EUR und 5.200 EUR. Die Gewährleistung ist klar geregelt: Auf unsere veränderten Teile geben wir Garantie, eine



zusätzliche Versicherung kann angeboten werden. Die TÜV-Abnahme ist ebenfalls unproblematisch. Wir besprechen die Umbauten vorab mit dem TÜV-Fachmann und die Abnahme erfolgt vor Ort. Die Einhaltung der Abgasnorm wird sowohl beim österreichischen Traktorenprogramm als auch von der Universität Rostock überprüft – bislang liegen die Motoren im Normbereich. Alles in allem sind unsere Erfahrungen bisher durchweg positiv.

Siegfried Höpfinger, Prokurist



Thomas Gruber KG
Schweppermannstr. 36
84539 Ampfing
Tel.: 08636 / 502-0

Die Thomas Gruber KG ist ein führendes Landmaschinenunternehmen und vertreibt Neu- und Gebrauchsmaschinen. Sehr großer Wert wird auf den Kunden-

dienst und den Ersatzteilservice gelegt. Außerdem werden Maschinen und Zubehör für Mähdrescher und selbstfahrende Häckler entwickelt und produziert. Rund 135 Mitarbeiter beschäftigt derzeit unser Unternehmen, das seit mehr als 50 Jahren im bayerischen Ampfing ansässig ist. Vor ca. fünf Jahren haben wir unser Angebot erweitert und rüsten verschiedene Fahrzeuge auf den Betrieb mit Pflanzenöl um. Seitdem wurden über 120 Schlepper, LKW, selbstfahrende Häckler, Mähdrescher und Forstmaschinen umgebaut. Bei den Schleppern handelt es sich überwiegend um Case / Steyr, da dies die Vertriebsmar-



Anton Reichl, Verkaufsberater zeigt den Umbau eines Claas-Mähdreschers

ken im Hause Gruber sind. Zusätzlich wurden John Deere, Massey Ferguson und Fendt Traktoren mit unserem Umrüstsatzz ausgestattet. Die ersten Maschinen sind bisher über 4.000 Betriebsstunden ohne größere Probleme im praktischen Einsatz bei unterschiedlichsten Einsatzbedingungen gelaufen. Bei den LKWs waren es Fahrzeuge von Mercedes und MAN. Im Bereich selbstfahrende Landmaschinen liegt der Schwerpunkt bei den Maschinen der Firma Claas. Mähdrescher der Serie Lexion sowie selbstfahrende Häckler der Serie 600 und 800 wurden bereits umgerüstet. Nach

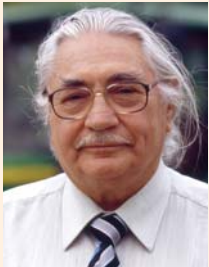
führt werden muss, sondern einfach der komplette Umrüstsatz in das Fahrzeug montiert wird, ist unser Zweitank-System Traktor- und Motortyp unabhängig. Der Vorteil unseres Konzeptes liegt daran, dass die Kaltstartfähigkeit auch bei Minusgraden hervorragend ist und die Betriebserlaubnis aufgrund der eingehaltenen bzw. verbesserten Abgaswerte der Traktoren nicht verändert werden muss. Der Umrüstsatz ohne Montage kostet 2.950 EUR zzgl. MwSt. Die Montage dauert je nach Fahrzeugtyp ca. zwei Tage und wird mit 800 EUR bis 1.200 EUR verrechnet. Bezüglich der Gewährleistung weisen wir



Angaben des Werkstattleiters, Andreas Lindner, ist das von uns entwickelte Umrüstkonzept, ein Zweitank-System, grundsätzlich für alle Motortypen geeignet. Wir sind jedoch spezialisiert auf die Umrüstung von Sisu-, Cummins- und Mercedes-Motoren. Da aber an den Motoren selbst keine Veränderung durchge-

im Besonderen auf die korrekte Einhaltung der Betriebsanleitung hin. Für den Umrüstsatz gewähren wir sechs Monate Garantie. Zusätzlich kann eine Fahrzeugversicherung angeboten werden. Referenzlisten und ausführliches Informationsmaterial steht allen Interessenten zur Verfügung.

**Dr. Dietbert Rudolph,
Geschäftsführender Gesellschafter**

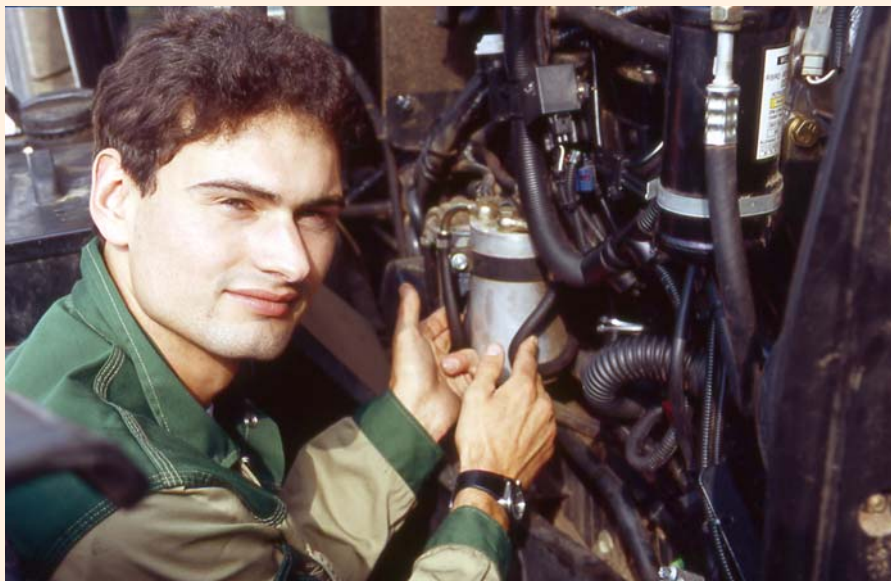


*eoil automotive & technologies GmbH
Industriestraße 3
31061 Alfeld/
Leine OT Limmer
Tel.: 05181 / 91748-500*

Im niedersächsischen Alfeld wurde 2001 die Firma eoil gegründet. Unser Kerngeschäft ist die Entwicklung von Technologien zur Nutzung von Pflanzenölkraftstoff für Dieselmotoren. Unsere 25 Mitar-

beiter, darunter Physiker, Chemiker, Ingenieure und Kfz-Meister, entwickelten ein als „eoil-System“ bekanntes Verfahren: Dessen Basis sind ein abgestimmtes Filter- und Kraftstofftransportsystem und die Bereitstellung eines Kraftstoffs, dem mit Hilfe von Ultraschall die Kompressibilität, das heißt die Zusammenquetschbarkeit, genommen wurde.

Diese Technik der Umrüstung wurde vor sieben Jahren entwickelt. Seit 2003 wurden ca. 100 Pkw, 600 Lkw und mehr als 500 Landmaschinen – Schlepper und Erntemaschinen – für den Betrieb mit Pflanzenöl umgebaut. Das eoil-System wurde auch in Baumaschinen und Blockheiz-



Patrick Rudolph



kraftwerken integriert. Die umgerüsteten Fahrzeuge können mit reinem Pflanzenöl, reinem Diesel oder beidem in jedem beliebigen Mischungsverhältnis betrieben werden.



Da unsere Erfahrung zeigt, dass Pflanzenöl für alle derzeit auf dem Markt befindlichen Dieselmotoren geeignet ist, hat sich eoil nicht auf bestimmte Motortypen spezialisiert. Die Betriebszulassung bleibt von den Umbauten unberührt, eine extra TÜV-Abnahme entfällt. Die Umrüstung eines Schleppers bis zu 150 KW kostet ab 3.500 EUR zzgl. MwSt. und dauert einen Tag. Wir gewähren eine zwölfmonatige Gewährleistung auf unsere Komponenten. Über die Oskar Schunck KG kann zudem eine Maschinenbruchversicherung abgeschlossen werden. Bezüglich der Schadstoffemissionen schneiden die umgerüsteten Motoren gut ab: Prüfungen an einem Lkw zeigten, dass die Emissionen im Bereich der Rußpartikel deutlich unter der EURO4-Norm lagen, alle anderen Emissionswerte waren bei diesem Test innerhalb der zulässigen Grenzen.

Wissenschaftliche Begleitforschung zur Umrüstung

Ergebnisse des 100-Traktoren-Demonstrationsprojekts

Volker Wichmann, Universität Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren

Das Demonstrationsvorhaben „Praxis-einsatz von serienmäßigen neuen rapsöltauglichen Traktoren“, im öffentlichen Sprachgebrauch auch als „100-Traktoren-Demonstrationsprojekt“ bezeichnet, wurde durch das Bundeslandwirtschaftsministerium im Herbst 2000 initiiert und über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) gefördert.

Insgesamt 107 Traktoren stellten die beteiligten sieben Umrüster VWP, Hausmann, Gruber KG, IGL-Landtechnik, LBAG Lüchow, Stangl-Landtechnik und Technik-Center Bastorf auf den Betrieb mit Rapsöl um. Sie wurden in ihrem typischen Einsatzspektrum durchschnittlich 2.260 Betriebsstunden mit reinem Rapsöl, das dem Qualitätsstandard für Rapsöl als Kraftstoff (RK-Qualitätsstandard) genügen sollte, gefahren. Im Rahmen ihrer Untersuchungen begleitete die Universität Rostock die Traktoren über den gesamten Betriebszeitraum und erfasste

neben dem Umrüstkonzept auch die Leistung der Traktoren, die Abgasemissionen, die Betriebsstörungen, die Rapsölqualität, die Schmierölqualität und das Einsatzspektrum der Schlepper.

Die Umrüstung der Motoren umfasste eine Vielzahl von Maßnahmen, wobei sich die Anpassungen von Motortyp zu Motortyp unterschieden. Hierzu zählten beispielsweise:

- die Motorblockvorwärmung
- vergrößerte Leitungsquerschnitte im Kraftstoffniederdrucksystem
- stärkere Niederdruckkraftstoffpumpen
- vergrößerte Kraftstofffilter
- die Vorwärmung des Rapsöls
- eine Temperaturregelung für das Rapsöl vor der Hochdruckpumpe
- rapsöltaugliche Hochdruckeinspritzpumpen
- Einspritzdüsen mit höherer Anzahl von Düsenbohrungen
- veränderte Spritzgeometrie
- die Optimierung der Verbrennung über den Datensatz des Motorsteuergerätes.

Der erforderliche Umrüstumfang musste für jede Motorenbaureihe und in Abhängigkeit von der geltenden Abgasstufe explizit ermittelt werden. Die überwiegende Mehrheit wurde als „Eintank-Konzept“ realisiert, lediglich elf CASE-Traktoren

sind mit einem „Zweitank-Konzept“ durch die Firmen IGL-Landtechnik und Gruber ausgerüstet worden.

63 der 107 Traktoren absolvierten die Projektlaufzeit ohne oder mit nur geringen Störungen. Insgesamt liegen relativ positive Betriebserfahrungen mit Hochdruck-Pumpe-Leitung-Düse-(PLD-)Systemen vor. PLD-Systeme generieren hohe Einspritzdrücke mittels schmierölversorgten Hochdruckpumpen, nutzen ein hydraulisch sehr steifes Einspritzsystem und zeichnen sich meist durch zentrale Anordnung der Einspritzdüsen aus. Zudem verfügen diese Motoren über eine in den Motorblock integrierte Kraftstoffversorgung für die Einspritzpumpen. Die sorgt zusammen mit der elektrischen Motorkühlwasservorwärmung dafür, dass die Kraftstoffförderpumpe und der Kraftstoff ab dem ersten Arbeitsspiel vorgewärmt sind. So erwiesen sich die Fendt-Traktoren der Typen 4XX und 7XX sowohl mit Umrüstungen der Firma

VWP als auch der Firma Hausmann als vergleichsweise störungsfrei. Auch bei den Traktoren der Firma Deutz-Fahr mit dem Deutz-Motor 1013 traten in der zweiten Projekthälfte wenig Schwierigkeiten auf.

Weniger gute Resultate liefern Systeme mit kraftstoffgeschmierten, seitlich am Motor angeordneten Verteilereinspritzpumpen. Keiner der sieben Umrüster war in der Lage, Traktoren mit der Verteilereinspritzpumpe VP44 von Bosch erfolgreich für den Langzeitbetrieb mit Rapsöl umzurüsten. An Verteilereinspritzpumpen dieses Typs traten gehäuft Defekte auf. Auch andere kraftstoffgeschmierte Einspritzpumpen, z. B. des Typs Stanadyne, waren dem Rapsölbetrieb oft nicht gewachsen. Die klassische Bosch-Reiheneinspritzpumpe, die an drei Traktoren noch verbaut war, hat sich jedoch im Rapsölbetrieb bewährt und wurde teilweise erfolgreich als Ersatz für Verteilerpumpen eingesetzt.

Traktorentyp	umgerüstete Traktoren	davon: Traktoren ohne bzw. mit geringen Störungen
Deutz-Fahr	42	32
John Deere	15	0
Fendt	28	25
Case	17	4
Welte	1	1
New Holland	2	0
Same	1	0
Lamborghini	1	1

Tabelle 1: Übersicht Schadensfälle nach Traktorentyp

Andere Fehler reichten von Leistungsverlusten, festgehenden Auslassventilen und defekten Einspritzpumpen bis hin zu Kaltstartproblemen. Bei Traktoren, die oft im unteren Teillastbereich betrieben worden sind, kam es zu Ablagerungen im Ansaugkrümmer und auf Einlassventilen. Diese Ablagerungen wurden bei häufigem Volllastbetrieb nicht beobachtet. Allerdings verringerten sich die Störanfälligkeit und die Schwere der Störungen im Laufe des Vorhabens. Die Firmen VWP (16 störungsfreie Traktoren) und Hausmann (13 störungsfreie Traktoren) haben unter Berücksichtigung der hohen Stückzahl an jeweils umgerüsteten Traktoren die mit Abstand geringsten Schadensquoten im Vorhaben zu verzeichnen.

Die Mehrzahl der Traktoren erreichte im Rapsölbetrieb mehr als 90 Prozent der Motornennleistung. Die CO- und NOx-Emissionen am Nulllast- bzw. Volllastpunkt lagen – zumindest bei Traktoren der Abgaseinstufung 1 – in der Größenordnung des Dieselkraftstoff-Betriebes vor der Umrüstung.

Hohe Rapsölgehalte im Schmieröl traten bei allen Umrüstkonzepten auf und machten eine deutliche Verkürzung (Halbierung bis Drittelung) der Ölwechselintervalle erforderlich. Durch eine sorgfältige Ölanalytik können kritische Ölzustände rechtzeitig erkannt und damit schwere Motorschäden vermieden werden.

Große Defizite zeigte das Demonstrations-

vorhaben hinsichtlich der Rapsölqualität auf. Mehr als die Hälfte der im Projektzeitraum analysierten Rapsöl-Lagertankproben erfüllten nicht die Anforderungen des RK-Qualitätsstandards 05/2000. Betriebsstörungen durch verstopfte Kraftstofffilter konnten immer auf unzureichende, dem RK-Standard nicht entsprechende Kraftstoffqualitäten zurückgeführt werden.

Das verdeutlicht die Notwendigkeit umfassender Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung. Ein störungsfreier Motorenbetrieb, die Durchsetzung von Gewährleistungsansprüchen und die Weiterentwicklung der Rapsöltechnologie sind nur auf der Basis einer genormten und gesicherten Kraftstoffqualität möglich. Als wichtiger Meilenstein hierfür gilt die Veröffentlichung des Entwurfs der Vornorm für Rapsölkraftstoff DIN V 51605 im Juni 2005.

Das Vorhaben hat letztlich unter Beweis gestellt, dass der Einsatz von Rapsöl als Kraftstoff in der Landwirtschaft mit den vorhandenen Motorentechnologien bei Einhaltung bestimmter Randbedingungen möglich, zum jetzigen Zeitpunkt jedoch nicht uneingeschränkt empfehlenswert ist. Auch wenn diese Erkenntnisse unmittelbar nur auf Traktoren übertragbar sind, die dem technologischen Stand der Abgasnormen EURO I und EURO II entsprechen, gab es wesentliche Anstöße für die Weiterentwicklung der Pflanzenöltechnologie.

Pflanzenöl-Dieselmischungen

Ergebnisse aus Motorprüfstandsuntersuchungen

Karl Maurer, Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen, Universität Hohenheim

Mit den Motorprüfläufen sollte die Auswirkung von Diesel-Rapsöl-Mischungen auf das Betriebsverhalten und den Verschleiß eines im Jahr 2001 neu entwickelten Dieselmotors, der die inzwischen gültigen verschärften Abgasvorschriften der Stufe II erfüllte, geklärt werden. Aufgrund der Eigenschaften von Rapsöl (Zündverzögerung) und den motorseitigen Anpassungsmaßnahmen zum Erreichen verbesserter Abgaswerte (späterer Kraftstoffförderbeginn) waren nachteilige Auswirkungen bei Gemischverwendung nicht auszuschließen.

Es wurden 4-Zylinder-Motoren von der Firma Deutz AG, Köln aus der Baureihe 2012 in COM2-Ausführung gewählt. Dabei handelte es sich um Motoren mit 2-Ventil-Technik, Niedrigdrall-Brennverfahren und Einzelpumpen-Hochdruckeinspritzung bis 1.600 bar. Die Einspritzdüsen waren mittig über dem Kolben im Zylinderkopf senkrecht angeordnet und hatten jeweils sechs Spritzlöcher.

Insgesamt sind drei Prüfläufe über jeweils 300 Stunden durchgeführt worden,

ein erster mit Dieselkraftstoff, danach mit Rapsöl-Diesel-Mischungen bei 25 Prozent Rapsölanteil sowie mit 50 Prozent Rapsölanteil. Die Dauerläufe wurden entsprechend der Verordnung 79/68/EG im 8-Punkte-Stufenzyklus C1 nach ISO 8178 gefahren. Das darin festgelegte Lastkollek-

Motorleistung eines Deutz-Motors der Baureihe 2012

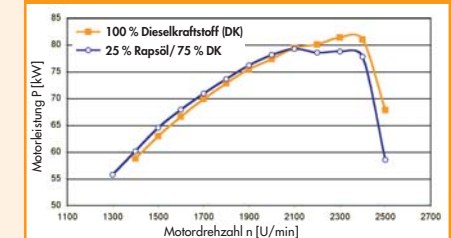


Abb. 1: Motorleistung bei Dieselbetrieb (DK) und bei Zumischung von Rapsöl (25 % Rapsöl/75 % DK)

tiv wird als repräsentativ für Schlepper der mittleren Leistungsklasse angenommen. Während des Prüflaufs ist jeweils nach 50 Stunden eine Motorschmierölprobe gezogen und analysiert worden. Am Ende erfolgte eine Befundung des Motors nach vollständiger Zerlegung.

Die Motorleistung war beim Einsatz der Mischungen bei Nenndrehzahl geringfügig niedriger, im Bereich des maximalen Drehmoments dagegen etwas höher (Abb. 1). Aus den Schmierölanalysen sind erste Bewertungen der Folgen bei Rapsöl-

zumischung möglich. So zeigte sich, dass der Kraftstoffanteil im Schmieröl bei Dieselbetrieb nach ca. 100 Stunden auf annähernd gleich bleibendem Niveau von zwei Prozent Dieselanteil verhartete. Bei den beiden Mischungsvarianten nahm der Rapsölanteil im Schmieröl über die Motorlaufzeit stetig zu und betrug nach 300 Stunden jeweils 10,2 Gewichtsprozent (d. h. der höchstens zulässige Wert war schon erreicht). Der Rußgehalt im Schmieröl war um den Faktor fünf bis sechs höher als bei reinem Dieselbetrieb und lag bei 1,6 bzw. 1,8 Gewichtsprozent. Das verbliebene Schmutztragevermögen des Schmieröls war noch ausreichend (max. 3 Gewichtsprozent). Der ermittelte Eisenabrieb im Schmieröl hat sich bei beiden Mischungen annähernd verdoppelt. Dies bedeutet einen rapsölbedingten höheren Motorverschleiß. Der Einfluss zunehmender Rapsölbeimischung zeigt sich besonders an der Düsenverkokung. Nach 300 Stunden Prüflauf liegt die Verkokung der Düsen im Mittel bei einer Mischung mit 25 Prozent Rapsöl bei 9,5 mg und bei 50 Prozent Rapsöl bei 15,7 mg gegenüber zwei bis fünf mg bei Diesel (Abb. 2). Die Überprüfung der Düsen ergab ein nur als mäßig einzustufendes Spritzbild.

An den übrigen den Brennraum umschließenden Motorbauteilen am Zylinderkopf und -block mit Ventilen und den Kolben lagerten sich schon bei 25 Prozent

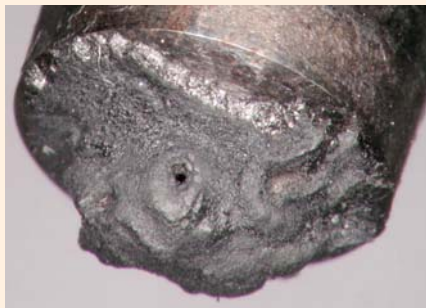


Abb. 2: Verkokung an Düse 1 nach Prüflauf mit 50 Prozent Rapsöl/50 Prozent DK

Rapsölanteil und in verstärktem Maße bei 50 Prozent Rapsöl Verbrennungsrückstände an, die vor allem durch die Düsenverkokung verursacht wurden. Ablagerungen in den Ansaug- und Auslasskanälen ließen eine Verschlechterung der Motorleistung und der Abgasqualität, erste Anlagerungen (Wulste) von Ölkohle an den Ventilschäften ein Verklemmen der Ventile erwarten. Ölkohleanlagerungen an den Feuerstegen führten bereits zu starker Riefenbildung an den Kolben, Anlagerungen in der Ringnut des obersten Kolbenringes hätten in kurzer Zeit dessen Dichtwirkung eingeschränkt. Dies hätte im Zusammenwirken zu Leistungsabfall des Motors, stark erhöhtem Rapsöleintrag in das Schmieröl und letztlich zu Kolbenfressern geführt.

Motoren der neuen Generation sind als besonders störanfällig bei der Verwendung von Rapsöl-Diesel-Mischungen anzusehen.

Pflanzenölproduktion

Erfahrungsbericht eines Ölmühlenbetreibers

Rainer Gräf, Ölmühlenbetreiber



Ölmühle Rainer Gräf
Gut Gnötzheim 10
97340 Martinsheim-
Gnötzheim

Etwa 20 km südöstlich von Würzburg bewirtschaftete ich einen 120-Hektar-Ackerbaubetrieb. Neben Getreide und Zuckerrüben wird auf sechs bis zehn Hektar auch Raps angebaut. Dazu betriebe ich noch Schweinehaltung mit 50 Muttersauen; die Ferkel werden bei uns artgerecht auf Stroh gehalten. Gemästet werden sie mit unseren eigenen Produkten, unter anderem auch mit dem bei der Ölproduktion anfallenden Rapskuchen und ohne den Einsatz von Wachstumsförderern oder Antibiotika.

Auf das Thema Ölsaatenverarbeitung brachte mich seinerzeit eine Informationsveranstaltung zum Thema Pflanzenölmotortechnik bei der Firma Elsbett. Dort wurde mir die Umweltverträglichkeit

von Pflanzenölen bewusst und das große Potenzial, das die Ölgewinnung für die Selbstversorgung der Landwirte im Energiebereich birgt. Nach Einholung umfassender Informationen und diversen Betriebsbesichtigungen entschloss ich mich 1994 zum Bau einer Hofpressanlage, die auch den erhöhten Anforderungen bei der Herstellung von veredelten Rapsölprodukten, wie z. B. für den Lebensmittelbereich, gerecht wird. Die Anlage besteht aus einem Vorratssilo für Rapsaat mit einem Fassungsvermögen von 5,3 Kubikmetern, einer Seiherschnecken-



presse, Fabrikat Reinartz Typ AP 08 mit Saatvorwärmer, einem sechsstufigen Absetzbehältersystem mit jeweils 285 Litern Fassungsvermögen, mehreren Kerzenfiltern vom Fabrikat AMA mit getrennter Filterung für Lebensmittel und technische Öle sowie mehreren 100 bis 600 Liter fassenden Lagertanks mit Schwimmdeckeln. Dazu gibt es noch die Pumpen für das Rapsöl und Fördereinrichtungen für die Rapsaat und den

anfallenden Rapskuchen. Die Ölpresse hat eine Verarbeitungskapazität von 45 Kilogramm Saatdurchsatz pro Stunde, ich könnte also annähernd eine Tonne Raps täglich verarbeiten, zur Zeit wird ca. 50 Prozent der vorhandenen Kapazität genutzt. Hinsichtlich des Ölverkaufs könnte die fünffache Kapazität genutzt werden. Die Schwierigkeiten bei der Verwertung des Rapskuchens auf dem nötigen Preisniveau raten aber zur vorsichtigen Kalkulation.

Die Verwendung des Rapsöls ist vielfältig, sie erfolgt als Kraftstoff, Sägekettenöl, Huföl und als Speiseöl. Das Speiseöl wird im schonenden Kaltpressverfahren gewonnen, kontrolliert vom Anbau bis zur Verwendung – sowohl in Eigenkontrolle als auch im Rahmen der Lebensmittelüberwachung durch das Labor Biochem. Für die Sägekettenöle verlangen immer mehr Forstbetriebe die Zertifizierung mit dem „blauen Engel“,

deswegen bemühen wir uns derzeit um die Anmeldung bei der RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung). Besonderer Beliebtheit erfreut sich unser Huföl, da sich in der praktischen Anwendung an der Verbandsreitschule in Ansbach gezeigt hat, dass Strahlfäule und brüchige Härte vermieden werden können.

Zusammenfassend möchte ich feststellen, dass die Technik zur Gewinnung von Pflanzenölen auch in kleineren Produktionseinheiten bei ausreichender Sorgfalt absolut problemlos ist. Der Absatzmarkt für Pflanzenölprodukte aber ist empfindlich, die Investitionskosten am Anfang hoch und die Vermarktung aufwändig. Deshalb sollte man sich zu einem solchen Schritt nur entscheiden, wenn man von der Idee zur Realisierung einer regionalen Kreislaufwirtschaft überzeugt und zu professionellem Handeln bereit ist.

Wissenschaftliche Begleitforschung zur Pflanzenölproduktion

Hinweise zur Herstellung von Rapsölkraftstoff nach der Vornorm DIN 51605

Dr. Edgar Remmele, Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Straubing

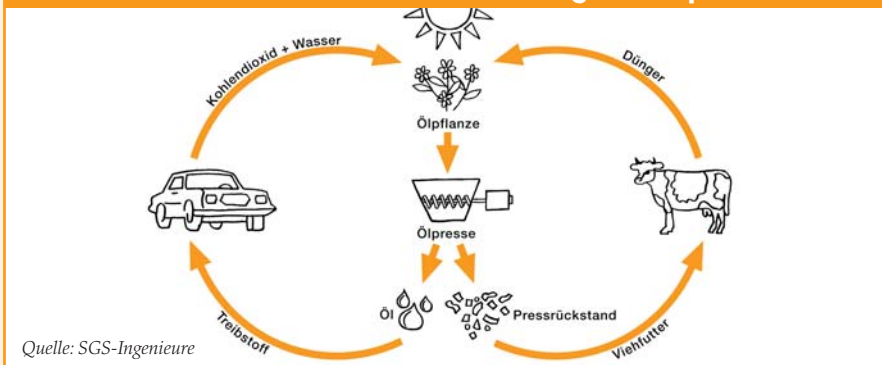
Rapsölkraftstoff nach der Vornorm DIN 51605 kann sowohl in industriellen Ölmühlen durch mechanische Extraktion und Lösungsmittelextraktion als auch in dezentralen Ölmühlen ausschließlich durch mechanische Extraktion erzeugt werden. In jedem Fall sind durch geeignete Maßnahmen wie Raffination oder Fest-/Flüssig-Trennung (z. B. Filtration) die Gehalte an unerwünschten Begleitstoffen und Feststoffen im Rapsölkraftstoff zu minimieren. Da bei der dezentralen Ölgewinnung auf die Raffination verzichtet wird, haben bei diesem Herstellungsverfahren die Qualität der Rapssaat, der Ölgewinnungsprozess und die Fest-/Flüssig-Trennung großen Einfluss auf die Rapsölkraftstoffqualität.

Mit dem Vorhaben „Qualitätssicherung bei der dezentralen Pflanzenölerzeugung für den Nicht-Nahrungsbereich“ (Förderkennzeichen 22012903) unterstützt die FNR durch wissenschaftliche Begleitforschung die Betreiber dezentraler Ölgewinnungsanlagen bei der Einfüh-

rung von Qualitätssicherungsmaßnahmen zur Herstellung von Rapsölkraftstoff.

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand nimmt die Rapsorte keinen Einfluss auf die Rapsölkraftstoffqualität. Tendenziell weisen Sommerapssorten und hochölsäurehaltige Rapsorten hinsichtlich der Oxidationsstabilität Vorteile gegenüber herkömmlichen Winterapssorten auf. Der Anteil unerwünschter Verunreinigungen in der Rapssaat, wie z. B. Fremdbesatz und Staub, kann bereits durch entsprechende Einstellung des Mähreschers (Siebe, Windmenge, Schnitthöhe) minimiert werden. Sowohl Mährescher als auch Transportfahrzeuge und Transportmittel (Förderbänder, Elevatoren etc.) müssen vor der Aufnahme der Rapssaat gereinigt werden. Durch den Einsatz geeigneter Fördertechniken und durch die richtige Betriebsweise kann der Anteil an Bruchkorn in der Saat auf geringem Niveau gehalten werden. Die Trocknung der Rapssaat nimmt Einfluss auf die Ölqualität. Eine möglichst schonende Trocknung auf niedrigem Temperaturniveau (< 50 °C) ist deshalb anzustreben. Eine zu heiße Trocknung reduziert die Oxidationsstabilität des Öls und erhöht den Gehalt an freien Fettsäuren (Säurezahl).

Geschlossene Kreisläufe bei der Nutzung von Ölpflanzen



Sowohl für die Rapssaatlagerung als auch für die Ölgewinnung hat sich ein Wassergehalt der Saat von sieben bis acht Masseprozent als vorteilhaft erwiesen. Die Lagerung der Rapssaat sollte ausschließlich in sauberen Lagerstätten erfolgen. Eine rasche Kühlung der Saat nach der Ernte und eine Belüftung der Saat während der gesamten Lagerungsdauer mit entsprechender Kontrolle der Saatlagerungstemperatur ist dringend anzuraten.



Eine für die Herstellung von Rapsölkraftstoff geeignete Rapssaat zeichnet sich durch eine volle Ausreifung, keinen Auswuchs, einen geringen Anteil an Bruchkorn und einen geringen Anteil Fremdbesatz aus. Eine zusätzliche Reinigung der Saat vor der Verarbeitung ist empfehlens-

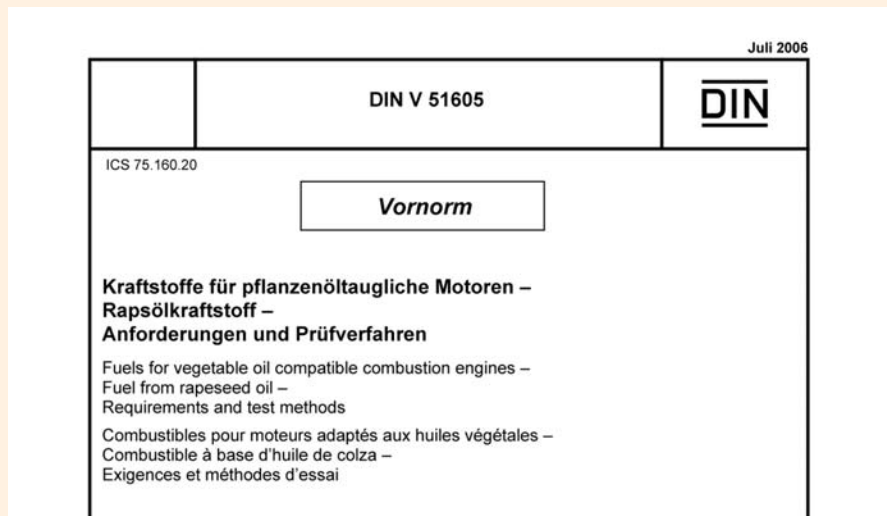
wert. Erntefrische Rapssaat sollte vor der Pressung etwa zwei Monate gelagert werden, damit die Saat „zur Ruhe“ kommt. Bei der Verarbeitung erntefrischer Saat können ansonsten Probleme bei der Fest-/Flüssig-Trennung (Sedimentation und Filtration) auftreten, die zu einer erhöhten Gesamtverschmutzung führen können. Die Rapssaatverarbeitung sollte schonend erfolgen, um den Übergang unerwünschter Fettbegleitstoffe in das Öl möglichst zu unterbinden. Durch die Betriebsweise der Ölpresse lässt sich der Gehalt an Phosphor, Calcium und Magnesium beeinflussen. Mit steigendem Energieeintrag (Wärme) in die Saat bei der Ölpresung (Saatvorwärmung, Reibung und Druck in der Ölpresse, Saat-/Ölverweilzeit in der Presse) nimmt der Gehalt dieser Elemente im Öl zu. Außerdem lässt sich durch die Presseneinstellung innerhalb eines bestimmten Korridors die Masse und die Größenverteilung der Feststoffe im Öl regulieren. Auf die Rapssaatpressung kann Einfluss genommen werden über die der Ölpresse zugeführte Menge Saat, die Drehzahl der Pressschnecke und die Drücke bei der Ölpresung, die indirekt, beispielsweise durch die Spaltmaße der Seiherstäbe oder die Wahl der Pressdüse, beeinflusst werden können. Die im Öl nach der Pressung enthaltenen Feststoffe sollten über mindestens zwei Reinigungsstufen, nämlich Hauptreinigung (Grobklärung) sowie Sicherheitsfiltration (Endfiltration), weitgehend entfernt werden.

Als Möglichkeiten der Fest-/Flüssig-Trennung bieten sich Sedimentations- und Filtrationsverfahren an. Sedimentationsverfahren als Hauptreinigungsstufe sind aufgrund der erforderlichen räumlichen Kapazitäten in der Regel nur für Ölpresen mit Saatudchsätzen bis ca. 50 Kilogramm Saat pro Stunde realisierbar. Die Sedimentationsgeschwindigkeit der Partikel ist abhängig von der Größe, der Form und der Dichte der Partikel sowie der Viskosität des Öls, die wiederum von der Temperatur des Öls abhängig ist. Die Hauptreinigung von Rapsöl durch Filtration (z. B. mit Kammerfilterpresse, Vertikal-Druckplattenfilter oder Vertikal-Druckkerzenfilter) erfolgt nach dem Prinzip der kuchenbildenden Filtration. Erst wenn der Filterkuchen eine ausreichende Rückhaltung der Partikel gewährleistet, wird das gefilterte Öl zur zweiten Reinigungsstufe abgeführt. Bei der Endfiltration oder Sicherheitsfiltration ist darauf zu achten, dass der Volumenstrom mit der erwarteten Partikelfracht auf die zur Verfügung stehende Filterfläche abgestimmt wird, so dass das Druckgefälle am Filter zu Beginn der Filtration möglichst gering ist. Ein geringer Volumenstrom bei niedrigem Druck bringt die besten Filtrationsergebnisse. Für die Endfiltration von Rapsölkraftstoff haben sich in bisherigen Untersuchungen Filterkerzen aus gewickelter Baumwolle bewährt. Mit Tiefenfiltermodulen ließen sich bei den Tests sehr gute Erfolge erzielen. Diverse Beutelfilter hin-

gegen haben sich als nur bedingt oder nicht geeignet erwiesen. Aus ökonomischer Sicht muss ein Kompromiss gefunden werden zwischen Rückhaltevermögen des Filters und den Kosten für den Filter sowie der Standzeit des Filters. Zu hohe Anteile an Gesamtverschmutzung im Rapsölkraftstoff zählen zu den häufigsten Reklamationsursachen. Deshalb wird die Filtration von Rapsölkraftstoff bei jedem Umschlag empfohlen. Ziel bei der Lagerung von Rapsölkraftstoff ist es, Oxidation, Hydrolyse und Polymerisation sowie enzymatischen Abbau des Öles zu vermeiden. Rapsölkraftstoff sollte deshalb möglichst bei konstanten Temperaturen zwischen fünf und zehn Grad Celsius sowie dunkel gelagert werden. Der Zutritt von Wasser muss vermieden und der Kontakt mit (Luft-)Sauerstoff sollte z. B. durch geringe Kontaktflächen reduziert werden. Es ist ratsam, bei der Rapsölkraftstoffproduktion mindestens drei verschiedene Lagertanks einzusetzen. Ein Lagertank nimmt Rapsölkraftstoff aus der laufenden Produktion auf, ein zweiter Lagertank enthält Rapsölkraftstoff aus der vorangegangenen Produktion, dessen Inhalt zu einem späteren Zeitpunkt nach Vorliegen der Kraftstoffanalyse zur Abgabe freigegeben wird, und ein dritter Lagertank bevorratet Rapsölkraftstoff zur Abgabe an die Kunden, dessen Inhalt aufgrund der bereits vorliegenden Kraftstoffanalyse freigegeben wurde.

Die Anforderungen an Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenöлтаugliche Motoren sind in der Vornorm DIN 51605 definiert. Wird bei der Abgabe von Rapsölkraftstoff durch den Ölmühlenbetreiber z. B. auf dem Lieferschein Bezug auf diese Vornorm genommen, so haftet der Rapsölkraftstoffhersteller für die Einhaltung der beschriebenen Qualität. Deshalb muss es ein Anliegen des Rapsölkraftstoffherstellers zur eigenen Absicherung sein, dass regelmäßig, typischerweise chargenbezogen, die Rapsölkraftstoffqualität durch Laboranalysen überwacht und dokumentiert wird. Wird Rapsölkraftstoff in vom Kunden bereit gehaltene Lagergebäude (z. B. Gitterboxen) abgefüllt, sollte geprüft werden,

ob die Lagerbehälter sauber und trocken sind. Bei der Abgabe großer Mengen Rapsölkraftstoff empfiehlt es sich, direkt an der Abgabestelle drei Rückstellmuster zu entnehmen. Die Probenflaschen werden beschriftet und im Beisein des Kunden versiegelt. Eine Flasche verbleibt beim Kunden, eine Flasche verbleibt beim Rapsölkraftstoffproduzenten, und eine Flasche wird im Streitfall an ein Prüflabor zur Analyse verschickt. Als Probengefäße haben sich dicht verschließbare Flaschen mit einem Volumen von einem Liter aus HDPE bewährt. Die Lagerung von Proben und Rückstellmustern sollte dunkel und kühl (ungefähr bei fünf Grad Celsius) erfolgen.



Quelle: Beuth Verlag GmbH, Informationen zum Bezug ab Juli 2006 unter www.beuth.de

Tipps und Hinweise für die Praxis

Im folgenden Kapitel wurden Tipps und Hinweise für die Auswahl des Umrüstkonzepthes, des Umrüstunternehmens sowie für die Nutzung von Pflanzenölkraftstoff in Traktoren zusammengetragen.

Tipp 1:
Welche Referenzen hat das Umrüstunternehmen?
Eine Liste mit umgerüsteten Fahrzeugen sollte für eine bessere Vergleichbarkeit neben der Auflistung der Fahrzeuge nach Art und Motortyp auch Informationen zu Betriebsstunden, Baujahr, Kosten einer Standardumrüstung etc. enthalten und durch das Umrüstunternehmen zur Verfügung gestellt werden.

Tipp 2:
Welches Fahrzeug ist für eine Umrüstung geeignet?
Nicht alle Motoren, die heute in Traktoren zum Einsatz kommen, sind für eine Umrüstung auf Pflanzenölkraftstoff geeignet. Hier liegt die Verantwortung beim Umrüster, welcher auf verschiedenste Anforderungen mit entsprechenden Maßnahmen reagieren bzw. bei Nichteignung von einer Umrüstung Abstand nehmen sollte. Die meisten Umrüster haben sich auf Traktoren und entsprechende Motorentypen spezialisiert – dies sollte bei der Wahl des Umrüsters berücksichtigt werden.

Neben den bereits erwähnten Kriterien ist der Einsatzbereich des Traktors entscheidend. Mit einem hohen Anteil an Volllaststunden (z. B. Grubber- und andere Feldarbeiten) ist sichergestellt, dass Verbrennungsvorgänge optimal ablaufen können. Wird der Traktor vorwiegend im Teil- oder sogar Leerlaufbereich (z. B. Einsatz beim Antrieb von Nebenaggregaten, bei Landschaftspflegearbeiten etc.) eingesetzt, ist durch die unvollständigere Verbrennung mit einem vermehrten Auftreten von Ablagerungen im Brennraum sowie einem erhöhten Pflanzenöleintrag ins Motorenöl zu rechnen. Die für den Pflanzenölbetrieb in der Regel bereits halbierten Wartungsintervalle sind in diesem Fall weiter zu verkürzen.

Tipp 3:
Welche Maßnahmen beinhaltet eine Umrüstung?
Die Anpassungsmaßnahmen im Rahmen einer Umrüstung variieren zum Teil sehr stark zwischen den einzelnen Anbietern. Lassen Sie sich vom Umrüster die durchzuführenden Einzelmaßnahmen im Vorfeld separat aufführen. Die Kosten der Anpassungen lassen sich dadurch leichter nachvollziehen und darüber hinaus mit anderen Konzepten vergleichen. Da beim Pflanzenöl neben der schlechteren Viskosität und

Zündwilligkeit (Cetanzahl) auch der Aufwand für die Gemischbildung im Brennraum höher ist als bei Dieseldieselkraftstoff, sind aufwändige Anpassungen erforderlich, welche beispielhaft auf Seite 22 aufgeführt sind.

Tipp 4:

Ein- oder Zweitank-System?

Der Vorteil des Eintank-Systems ist, dass alle Betriebszustände mit Pflanzenöl gefahren werden können - ein Umschalten zwischen Diesel und Pflanzenöl wie beim Zweitank-System entfällt. Für die problemlose Kaltstartphase wird der Kraftstoff vor dem Startvorgang z.B. durch elektrische Heizkomponenten erwärmt. Bei niedrigen Temperaturen muss die Aufheizphase verlängert werden – gegebenenfalls ist eine leistungsstärkere Batterie erforderlich. Eine Option sind zudem Stand- oder Zusatzheizungen, die jedoch in der Regel nicht rapsöltauglich sind. Hier ist ein separater Vorratsbehälter bzw. eine Anpassung der Komponenten erforderlich. Auch dafür bieten eine Reihe von Umrüstfirmen Lösungen an.

Das Zweitank-System ist das einfachere und oft kostengünstigere Konzept. Hier wird bis zum Erreichen der Betriebstemperatur der Motor mit herkömmlichem Dieseldieselkraftstoff betrieben. Ist diese Temperatur erreicht, wird manuell bzw. zum Teil auch automatisch auf Pflanzenölkraftstoff umgestellt. Vor dem Abstellen

des Fahrzeuges muss erneut auf Dieseldieselkraftstoff zurückgestellt werden, um so den folgenden Kaltstart mit Dieseldieselkraftstoff zu gewährleisten. Als Pflanzenöltank wird in der Regel der vorhandene Kraftstofftank genutzt. Für Dieseldieselkraftstoff wird ein zweiter Tank installiert, der von außen befüllbar sein muss.

Für eine wirtschaftliche Betrachtung sollte im Vorfeld der Einsatzbereich und damit Verbrauchsanteil von Pflanzenöl bzw. Dieseldieselkraftstoff abgeschätzt werden. In der Regel bewegt sich dieser bei 90 Prozent Pflanzenöl und zehn Prozent Dieseldieselkraftstoff. Durch spezielle Maßnahmen der Kraftstoffvorwärmung kann die Betriebstemperatur schneller erreicht und damit die Dieseldieselpphase verkürzt werden. Häufige Kaltstarts und kurze Betriebszyklen erhöhen hingegen den Dieseldieselkraftstoffanteil und machen eine Umrüstung oft unwirtschaftlich.

Tipp 5:

Die Praxis zeigt, dass die Sorgfalt beim Betreiben des Traktors eine entscheidende Rolle spielt. Der Traktorbesitzer muss darauf achten, dass jeder Fahrer mit den besonderen Anforderungen der Pflanzenölkraftstoffnutzung vertraut ist. Probleme treten vor allem auf, wenn ein Traktor von mehreren Personen genutzt wird.

Häufige Fehlerquellen sind:

- Aufwärmphase vor dem Kaltstart zu kurz (Eintank-System)
- Unnötiger Traktorbetrieb im Leerlauf

- Beim Zweitank-System wird nicht rechtzeitig auf Dieseldieselkraftstoff zurückgestellt
- Unregelmäßige Überprüfung des Motorölstandes
- Kraftstoffqualitäten entsprechen nicht den Qualitätsanforderungen (DIN V 51605)

Aus diesem Grund bieten eine Reihe von Unternehmen elektronische Überwachungssysteme an, die diese Fehler weiter minimieren sollen.

Tipp 6:

Der Einsatz von Rapsöl als Kraftstoff führt, wie bereits mehrfach beschrieben, zu einem erhöhten Rapsöleintrag ins Schmieröl. Obwohl bei einigen Umrüstkonzepten Fahrzeuge mit einer Ölstandsüberwachung ausgestattet sind, ist eine regelmäßige Überprüfung durch den Betreiber erforderlich. Die Intervalle für Wartungsarbeiten müssen in Art und Umfang vom Umrüster festgelegt werden.

Tipp 7:

Wann lohnt sich eine Umrüstung?

Für eine Beispielrechnung (Tabelle 1 u. 2) wurde für einen 100-kW-Traktor ein Dieseldieselverbrauch von zwölf Litern je Betriebsstunde (Bh) angenommen sowie ein pflanzenölbedingter Mehrverbrauch von fünf Prozent und ein Dieseldieselanteil beim Zweitank-Konzept von zehn Prozent zu Grunde gelegt. In der Tabelle 1 sind die Kraftstoffkosten pro Betriebsstunde im

Dieseldieselbetrieb und für Pflanzenöl im Ein- und Zweitank-System dargestellt. Die Einsparung pro Jahr ist abhängig von den Jahresbetriebsstunden und in Tabelle 2 beispielhaft für 600, 800 und 1.000 Bh abgebildet. Bei 600 Bh/a werden trotz Mehrverbrauch von 360 Litern pro Jahr ca. 2.630 EUR an Kraftstoffkosten eingespart. Dieser Kostenvorteil verringert sich jedoch um 90 EUR für die Kosten der zusätzlich anfallenden Motorölwechsel und um weitere 500 EUR für eine Bruchversicherung. In der Tabelle 2 sind nur die Mehrkosten eines Ölwechsels zum Dieseldieselbetrieb berücksichtigt. Ein weiterer Kostenfaktor ergibt sich aus der Agrardieseldiesel-Vergütung, die auf 10.000 Liter pro Jahr begrenzt ist. Unter Voraussetzung des gültigen Vergütungssatzes von 0,2148 EUR pro Liter und einem Einbehalt von 400 EUR pro Betrieb reduziert sich die Einsparung wie in Tabelle 2 aufgeführt.

Tipp 8:

Ist Pflanzenöl ein Winterkraftstoff?

Bei einigen Konzepten ist durch bereits beschriebene Anpassungen auch ein ganzjähriger Pflanzenölbetrieb möglich. Der Umrüster sollte entsprechende Hinweise für den Winterbetrieb festlegen. Dies gilt auch für das Abstellen des Traktors über einen längeren Zeitraum.

		Diesel	Eintank-System	Zweitank-System
Umrüstkosten	€	-	6.000	4.000
Verbrauch	l/Bh	12,00	12,6	12,5
Pflanzenölanteil	%	-	100	90
Kraftstoffkosten	€/l	1,10	0,70	0,74
Preisdifferenz	€/l	-	0,40	0,36
Kraftstoffkosten pro Bh	€/Bh	13,20	8,82	9,28
Ersparnis	€/Bh	-	4,38	3,92

Tabelle 1: Kostenvergleich pro Betriebsstunden (Bh)

		Eintank-System	Zweitank-System	Eintank-System	Zweitank-System	Eintank-System	Zweitank-System
Jahresbetriebsstunden	Bh/a	600		800		1.000	
Kraftstoffverbrauch	l/a	7.560	7.524	10.080	10.032	12.600	12.540
Mehrverbrauch	l/a	360	324	480	432	600	540
Kraftstoffkosten	€/a	5.292	5.568	7.056	7.424	8.820	9.280
Einsparung Kraftstoffkosten	€/a	2.628	2.352	3.504	3.136	4.380	3.920
Anzahl der Motorölwechsel (zusätzlich)		2 (1)		3 (2)		4 (2)	
Mehrkosten Motorölwechsel	€/a	90		180		180	
Kosten Bruchversicherung	€/a	500		500		500	
Einsparung (o. Agrardiesel-Vergütung)	€/a	2.238	1.762	2.824	2.456	3.862	3.240
Einsparung (inkl. Agrardiesel-Vergütung)	€/a	1.091	615	1.162	794	2.114	1.492

Tabelle 2: Einsparung durch Pflanzenölbetrieb in Abhängigkeit der Betriebsstunden (Bh)

Tipp 9:

Wer liefert das Pflanzenöl?

Da über das vorhandene Tankstellennetz eine flächendeckende Bereitstellung von Pflanzenölkraftstoff nicht möglich ist, sollte bei der Umrüstung von Landmaschinen der Aufwand für die Kraftstoffbeschaffung bzw. die Option für die Errichtung einer Eigenverbrauchstankstelle geprüft werden. Hinweise dazu finden Sie im Kapitel Eigenverbrauchstankstellen und Pflanzenöllagerung. Anbieter von Pflanzenöl sind z. B. auf den Internetseiten des Bundesverbandes Pflanzenöle e. V. aufgeführt (siehe Adressverzeichnis). Bei der Auswahl des Lieferanten ist darauf zu achten, dass der Kraftstoff die Kriterien der Vornorm DIN 51605 erfüllt. Die Kraftstoffqualität ist der Rechnung bzw. dem Vertrag zu entnehmen und sollte durch Rückstellproben abgesichert werden.

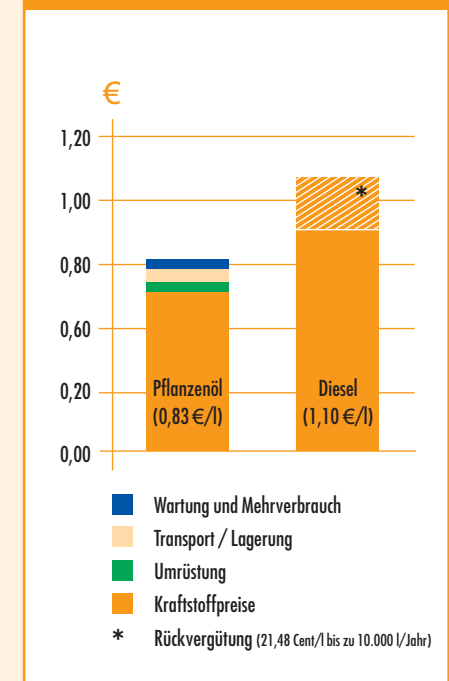
Tipp 10:

Wer zahlt im Schadensfall?

Bei der Auswahl eines Umrüstkonzepts sollte Art und Umfang von Garantie-, Gewährleistungs- und Versicherungsleistungen der einzelnen Unternehmen geprüft werden. Die Kosten für eine Versicherung und vor allem die an eine Schadensregulierung geknüpften Anforderungen (Werkstattbindung, Kraftstoff-

qualität, etc.) variieren zum Teil sehr stark. Ein weiterer Punkt ist die Schadensabwicklung – neben den Kosten für z. B. Selbstbeteiligung ist zu prüfen, wie schnell der Schaden beglichen werden kann, um Folgekosten z. B. für Leihfahrzeuge zu vermeiden.

Zusammensetzung der Kraftstoffkosten



Grafik 1: Zusammensetzung der Kraftstoffkosten

Eigenverbrauchstankstellen (EVT) und Pflanzenöllagerung

Dr. Ulrike Schümann, Universität Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren

Die Technologie der Lager- und Abfüllanlagen für Pflanzenölkraftstoff hat in den letzten Jahren deutliche Fortschritte gemacht und einen für die breite Anwendung geeigneten Stand erreicht. Aus dem geringeren Gefährdungspotenzial dieses Kraftstoffes resultieren entsprechende Erleichterungen im genehmigungsrechtlichen sowie im lager- und sicherheitstechnischen Bereich.

Rechtliche Rahmenbedingungen für stationäre und mobile EVT

Außerhalb von Wasserschutzgebieten bestehen für die Errichtung und den Betrieb von stationären Abfüllplätzen für Pflanzenöl keine speziellen Anforderungen von Seiten des Wasser- und Umweltrechts. Im Sinne des Baurechts gilt jede stationäre EVT als bauliche Anlage. In Abhängigkeit vom Volumen der Lageranlage, in einigen Bundesländern auch in Abhängigkeit von der Höhe des Lagerbehälters, ist nach Landesbauordnung eine Baugenehmigung für die Anlage erforderlich. Nicht genehmigungspflichtige Anlagen sind unter Berücksichtigung der all-

gemeinen Vorschriften des Baurechts, des Wasserrechts und des Umweltrechts (Bodenschutzgesetz) in Eigenverantwortung des Bauherrn bzw. Betreibers zu errichten und zu betreiben. Bei Umweltschäden haftet der Betreiber.

Mobile Abfüll- und Umschlagstellen für Pflanzenöl, die lediglich kurzzeitig oder an ständig wechselnden Orten eingesetzt werden, wie Baustellentankstellen oder Abfüllstellen im Bereich der Land- und Forstwirtschaft, unterliegen lediglich dem Minimierungsgebot und dem Sorgfaltsgrundsatz gemäß § 1a Wasserhaushaltsgesetz.

Pflanzenölgemische mit wassergefährdenden Stoffen wie z. B. Biodiesel zur Vergällung mit einem Anteil von mehr als drei Gewichts-Prozent, Pflanzenöl-/Dieselkraftstoff-Gemische mit einem Dieselkraftstoff-Anteil von mehr als 0,2 Gewichts-Prozent oder additivierte Pflanzenöle müssen mindestens die Anforderungen an Abfüllplätze und Lageranlagen für schwach wassergefährdende Stoffe der Wassergefährdungskategorie 1 (WGK 1) erfüllen (Biodiesel-EVT).

Neubau Pflanzenöl-EVT

Für Pflanzenöl werden verschiedene

geeignete EVT-Bauformen kommerziell angeboten.

Lagerbereich

Tankanlagen für Rapsöl mit einem Fassungsvermögen von bis zu fünf Kubikmetern bestehen zumeist aus einfachen einwandigen Kunststofftanks (Glasfaserkunststoff, Polyethylen). Kleinere Tanks (bis ein Kubikmeter) stehen in Gitterboxen, so dass sie hinreichende Formstabilität aufweisen. Somit sind diese kleineren Tanks einfach zu transportieren, zu reinigen und selten ortsfest installiert. Da diese Tanks lichtdurchlässig sind und nur ein geringes Isolationsvermögen aufweisen, sollten sie geschützt vor direkter Sonneneinstrahlung und starken Temperaturschwankungen aufgestellt werden.

Größere Volumina an Pflanzenöl (mehr als fünf Kubikmeter) sollten in Edelstahltanks oder beschichteten Stahltanks mit einer gegenüber Pflanzenöl beständigen Kunststoffinnenauskleidung (z. B. Permacor) gelagert werden. Für Tanks von Rapsöl-EVT mit mehr als 50 Kubikmeter wird eine doppelwandige Ausführung der Stahltanks mit Leckölanzeigevor-



Abb. 1: Stationäre Pflanzenöl-EVT 30 Kubikmeter

richtung empfohlen. Doppelwandige Stahltanks können sowohl oberirdisch als auch unterirdisch aufgestellt werden, wobei die unterirdische Lagerung Vorteile auf Grund der im Jahresverlauf relativ gleich bleibenden, niedrigen Temperaturen bietet. Materialien aus Kupfer oder Kupfer-Legierungen sind für Pflanzenöltanks, Tankeinbauten und Leitungen nicht geeignet.

Abfüllanlage

Für den Umgang mit Rapsöl haben sich neben eigenständigen Zapfsäulen Systemen (so genannte Betankungssets) etabliert, die aus einer selbst ansaugenden Pumpe mit Saugschlauch, Zapfschlauch und wahlweise mit Zählwerk bestehen. Wesentlich dabei ist, dass sowohl die Zählwerke als auch die Pumpen für höherviskose Fluide (Öle) geeignet und pflanzenölbeständig ausgeführt sind. Ab minus fünf Grad Celsius ist die Fließfähigkeit der meisten Pflanzenöle deutlich eingeschränkt. Besteht die Notwendigkeit, die Kraftstoffversorgung auch bei diesen Temperaturen zu sichern, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

Als Pumpen kommen in erster Linie Impeller- oder Zahnradpumpen zum Einsatz. Die Absaugung sollte grundsätzlich mindestens zehn Zentimeter über dem Tankboden erfolgen, um das Ansaugen von Ablagerungen aus dem Tanksumpf zu vermeiden. Zu beachten ist, dass die

automatische Zapfabstaltung herkömmlicher Dieselmotoren-Zapfsäulen beim Pflanzenölbetrieb auf Grund der zehnfach höheren Viskosität versagen kann und daher entsprechend angepasst werden muss.

Abfüllplatz

Obwohl es sich bei Rapsöl um einen nicht wassergefährdenden Stoff handelt, sollte der Abfüllplatz insbesondere für schwere Nutzfahrzeuge entsprechend befestigt und der Tank mit einem Anfahrerschutz versehen werden. In Abb. 1 ist beispielhaft eine EVT für Rapsöl mit hohen Jahresdurchsätzen, die von landwirtschaftlichen Fahrzeugen genutzt wird, abgebildet. Abb. 2 zeigt eine mögliche Bauform einer mobilen EVT in doppelwandiger Ausführung bis drei Kubikmeter Fassungsvermögen. Die in Abb. 2 dargestellte mobile EVT kann auf der Ladefläche von Transportfahrzeugen mitgeführt werden. Optional besteht die Möglichkeit, sie beispielsweise mit Hilfe des Heckhubwerks land- oder forstwirtschaftlicher Fahrzeuge zu transportieren. Die Förderpumpe wird über das Bordnetz des zu betankenden Fahrzeuges angetrieben.

Umbau bzw. Umrüstung bestehender Tankanlagen

Bei Umrüstung bestehender Tankanlagen gilt, dass Tanks und Abfüllplätze für Biodiesel grundsätzlich auch für Pflanzenöl

geeignet sind, sofern eine leistungsfähige Zapfanlage vorhanden ist. Die automatische Zapfabstaltung muss gegebenenfalls an den Betrieb mit Pflanzenöl angepasst werden. Dieselmotoren-Tankbehälter aus unbeschichtetem Stahl sind nur bedingt und bei kurzer Lagerdauer zu empfehlen. Bei Dieselmotoren-Tankanlagen ist eine Anpassung der Zapfeinrichtung, des Schlauchmaterials und der automatischen Zapfabstaltung an den Pflanzenölbetrieb erforderlich. Dieselmotoren und Biodiesel bzw. Pflanzenölgemische der WGK 1 und höher dürfen nur in für diese Stoffe bzw. Gemische zugelassenen Lagerbehältern gelagert und auf entsprechend geeigneten Abfüllplätzen (gemäß Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen) abgefüllt werden. Grundsätzlich sollten gebrauchte Tanks vor der Erstbefüllung mit Pflanzenöl sorgfältig gereinigt und getrocknet werden. Ausführliche Handlungsempfehlungen der Universität Rostock zum Umgang mit Rapsöl in Eigenverbrauchstankstellen finden Sie unter www.bio-kraftstoffe.info im Internet.



Abb. 2: Mobile EVT für Rapsöl

FNR-Förderprogramm Biokraftstoffe in der Landwirtschaft

Die FNR fördert mit verschiedenen Maßnahmen den Einsatz von Biokraftstoffen in der Landwirtschaft. Für die Umrüstung auf Pflanzenöl sind davon vor allem folgende Maßnahmen relevant: die Förderung von Eigenverbrauchstankstellen sowie Information und Beratung zu Herstellung und Einsatz von Biokraftstoffen.

Eigenverbrauchstankstellen

Die Neuerrichtung oder Umrüstung von mobilen oder stationären Eigenverbrauchstankstellen auf Biodiesel oder Pflanzenöl ist förderfähig. Landwirtschaftliche Betriebe können mit einem Zuschuss von bis zu 40 Prozent gefördert werden; in nach EG-Verordnung 1257/1999 als benachteiligt eingestuften Gebieten beträgt die Förderung bis zu 50 Prozent.

Information und Beratung

Überregionale Beratung zu allen Fragen des Pflanzenöleinsatzes und der Pflanzenölherstellung bietet die FNR unter www.bio-kraftstoffe.info an.

Seit September 2005 informieren außerdem 13 regionale Beratungsstellen in allen Bundesländern kostenlos zu Biokraftstoffen in der Landwirtschaft.

Adressen und Ansprechpartner sind nachfolgend aufgeführt sowie im Internet unter www.biokraftstoff-portal.de zu finden.

Adressen und Ansprechpartner

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Hofplatz 1, D-18276 Gülzow
Tel.: 0 38 43 / 69 30-0, Fax: 0 38 43 / 69 30-102
info@fnr.de, www.fnr.de
www.bio-kraftstoffe.info
www.fnr.de/100traktoren2005

UFOP

Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V.

Claire-Waldoff-Str. 7, D-10117 Berlin
Tel.: 0 30 / 31 90 42 02, Fax: 0 30 / 31 90 44 85
info@ufop.de, www.ufop.de

Universität Rostock

Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik, Lehrstuhl für Kolbenmaschinen und Verbrennungsmotoren
Albert-Einstein-Str. 2, D-18051 Rostock
Tel.: 0381 / 498 32 35, Fax: 0381 / 498 32 37
www.fms.uni-rostock.de

Verband der Deutschen

Biokraftstoffindustrie e. V.

Am Weidendamm 1a, D-10117 Berlin
Tel.: 030 / 72 62 59-11, Fax: 030 / 72 62 59-19
info@biokraftstoffverband.de
www.biokraftstoffverband.de

Technologie- und Förderzentrum (TFZ)

Schulgasse 18, D-94315 Straubing
Tel.: 09421 / 3 00-210, Fax: 09421 / 3 00-211
poststelle@TFZ.Bayern.de
www.tfz.bayern.de

Bundesverband Pflanzenöle e. V.

„Haus der Umwelt“
Evangelisch-Kirch-Str. 8
D-66111 Saarbrücken
Tel.: 0681 / 3 90 78 08, Fax: 0681 / 3 90 76 38
pflanzenoel@web.de
www.bv-pflanzenoele.de

Amt für Forstwirtschaft

Doberlug-Kirchhain

Lindenaer Str. 5b
D-03253 Doberlug-Kirchhain
Tel.: 035322 / 18 23-314, Fax: 035322 / 48 67
forst.doberlug-kirchhain@affdob.brandenburg.de

BLT - Biomass · Logistics · Technology

Francisco Josephinum
Rottenhauser Straße 1
A-3250 Wieselburg
Tel.: +43 (0) 74 16 / 52175-0
Fax: +43 (0) 74 16 / 52175-45
BLT@fjblt.bmlfuw.gv.at
www.blb.bmlfuw.gv.at

Verband Deutscher Oelmühlen e. V.

Am Weidendamm 1a, D-10117 Berlin
Tel.: 030 / 7 26 25 900, Fax: 030 / 7 26 25 999
info@oelmuehlen.de, www.oelmuehlen.de

Regionale Beratungsgruppen Biokraftstoffe

Baden-Württemberg

Landesanstalt für Pflanzenbau
Forchheim
Kutschenweg 20, D-76287 Rheinstetten
Tel.: 0721 / 95 18-200, Fax: 0721 / 95 18-202
www.lap-forchheim.de

Bayern

C.A.R.M.E.N. e. V.
Schulgasse 18, D-94315 Straubing
Tel.: 09421 / 9 60-350, Fax: 09421 / 9 60-333
www.carmen-ev.de

Brandenburg

B3-BiogasBeratung Bornim
Max-Eyth-Allee 101, D-14469 Potsdam
Tel.: 0331 / 60 14 98-00, Fax: -20
E-Mail: info@b3-bornim.de
www.biokraftstoffe-bbg.de

Bremen

Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe (NaRo.Net)
Kompaniestr. 1, D-49757 Werlte
Tel.: 05951 / 98 93-14, Fax: 05951 / 98 93-11
www.biokraftstoff-portal.de

Hessen

Witzenhausen-Institut für Abfall, Energie und Umwelt GmbH
Werner-Eisenberg-Weg 1
D-37213 Witzenhausen
Tel.: 05542 / 93 80-11, Fax: 05542 / 93 80-77
info@biokraftstoff-hessen.de
www.biokraftstoffe-hessen.de

Mecklenburg-Vorpommern

Landges. Mecklenburg-Vorpommern
Biestower Damm 10 a, D-18059 Rostock
Tel.: 0381 / 40 51-314, 039602 / 29-340
Fax: 0381 / 40 51-328
biodiesel@biokraftstoffe-mv.de;
rapsoel@biokraftstoffe-mv.de
www.biokraftstoffe-mv.de

Niedersachsen

s. Bremen
Tel.: 05951 / 98 93-16

Nordrhein-Westfalen

Zentrum für nachwachsende Rohstoffe,
Landwirtschaftszentrum Haus Düsse
D-59505 Bad Sassendorf/Ostinghausen
Tel.: 02945 / 9 89-195, Fax: 02945 / 9 89-133
www.biokraftstoff-portal.de

Rheinland-Pfalz / Saarland

Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB)
Berlinstraße 109, D-55411 Bingen
Tel.: 06721 / 409 135, Fax: 06721 / 409 129
www.biokraftstoff-portal.de

Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Gustav-Kühn-Straße 8, D-04159 Leipzig
Tel.: 0341 / 91 74-159, Fax: 0341 / 91 74-111
www.biokraftstoff-portal.de

Sachsen-Anhalt

Pilot-Pflanzenöltechnologie
Magdeburg e. V. (PPM)
Berliner Chaussee 66, D-39114 Magdeburg
Tel.: 0391 / 81 89-171, Fax: 0391 / 81 89-299
www.narossa.de

Schleswig-Holstein

Bundesverband der Maschinenringe e. V. (BMR)
Dorfstraße 14a, D-24819 Nienborstel
Tel.: 04874 / 90 05-37, Fax: 04874 / 90 05-38
www.biokraftstoffe-sh.de

Thüringen

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL)
Apoldaer Straße 4, D-07778 Dornburg
Tel.: 036427 / 8 68-106, Fax: 036427 / 22 340
www.biokraftstoff-portal.de