

Motorlast-gesteuert

Die von drei Jungunternehmern gegründete Firma Grenetec bringt ein neues Umrüstsystem für die Verwendung von naturbelassenem Rapsölkraftstoff in Dieselmotoren auf den Markt. Eine ausgeklügelte, belastungsabhängige Steuerungstechnik soll zuverlässig verhindern, dass im Motor schädliche Ablagerungen entstehen können.

«Jetzt kann man mit gutem Gewissen auf Rapsölkraftstoff umrüsten», sind Reto Gautschi, Lukas Lindegger und Andreas Braun überzeugt. «Dank einer neuen intelligenten und lastabhängigen Steuerung des Treibstoffsystems ist es möglich geworden, schädliche Ablagerungen im Motor zu verhindern.»

Die drei Jungunternehmer wurden an der Schweizerischen Fachhochschule für Landwirtschaft (SHL) durch Landtechnikprofessor Martin Meyer vom Pflanzenölvirus angesteckt. Alle drei vertieften ihr Studium in der Spezialisierung Landtechnik und machten ihre Diplomarbeit zu einem Teilbereich der motorischen Verwendung von Pflanzenöl: Der gelernte Landmaschinenmechaniker Andreas Braun verschaffte sich einen Überblick, welche Umrüsttechniken für den Pflanzenölbetrieb von Dieselmotoren auf dem Markt zu finden waren. Lukas Lindegger befasste sich mit der Bereitstellung von Pflanzenöl. Reto Gautschi schliesslich wagte sich an einen Praxisversuch. Er rüstete

einen Traktor mit einem Zweitank-Umrüstsatz aus und beobachtete, was während des Praxiseinsatzes im Innern des Motors geschah.

Ablagerungen im Motor

Das Fazit aus den drei Diplomarbeiten: «Es zeigte sich, dass handelsübliche Umrüstsätze einen ungenügenden Schutz gegen Motorschäden bieten», fasst Andreas Braun zusammen. «Nachrichten von Motorschäden waren ein Hauptgrund, warum sich nur wenige für eine Umrüstung entschieden.» Auch beim damals mit herkömmlichem Zweitanksystem ausgerüsteten Diplomarbeitstraktor traten Probleme auf. Insbesondere stellte Reto Gautschi bei einer Kontrolle mit dem Endoskop untolerierbare Verkokungen fest. Diese zähen Ablagerungen aus unvollständig verbranntem Pflanzenöl führen unter anderem dazu, dass Kraftstoffzerstäubung und -verbrennung zunehmend schlechter werden, bis schliesslich ein Schaden am Motor auftreten kann. Beim herkömmlichen Zweitanksystem wird 100-prozentiges Rapsöl aus dem Haupttank

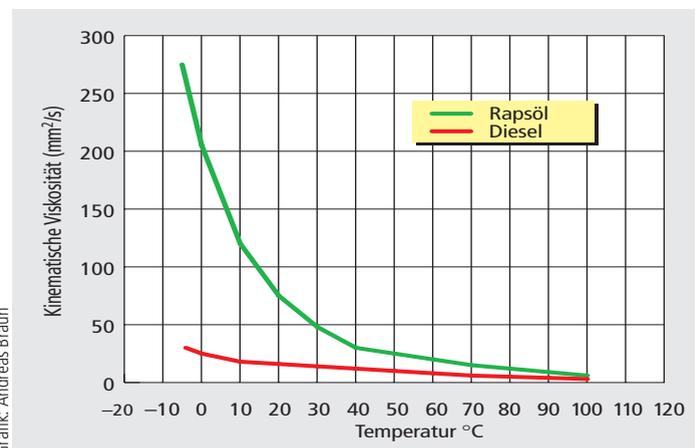
eingespritzt, sobald eine bestimmte Temperatur im Treibstoffsystem erreicht ist. Beim Kaltstart hingegen wird der Motor zuerst mit 100-prozentigem Diesel warmgefahren.

Dank umfassender Erkenntnisse aus den drei Diplomarbeiten konnte die Hauptursache für die auftretenden Verkokungen ermittelt werden: «Die schädlichen Ablagerungen bildeten sich vor allem dann, wenn bei Beginn einer Phase mit geringer Motorbelastung das Rapsöl zwar heiss war, die Temperatur im Brenn-

raum jedoch für eine vollständige Verbrennung nicht ausreichte. Diese Erkenntnisse und die intensive und erfolgreiche Zusammenarbeit motivierte die drei Studenten dazu, im Dezember 2006 die eigene Firma Grenetec zu gründen und eine verbesserte Umrüsttechnik selber auf den Markt zu bringen. Verkokungen sollen dank dieser Technik nicht mehr vorkommen.

Mischverhältnis lastabhängig

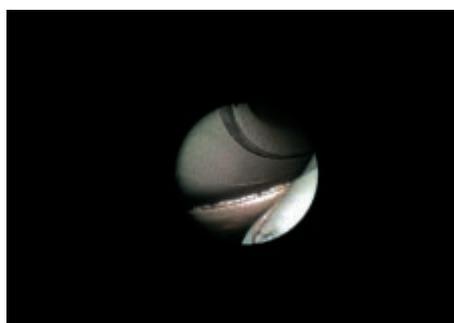
Die neue Steuerung berücksichtigt neben der Temperatur des Rapsöls auch die aktuelle Motorbelastung, die über einen Treibstoffverbrauchssensor ermittelt wird. Das heisst konkret, dass in einer Phase mit geringer Motorbelastung



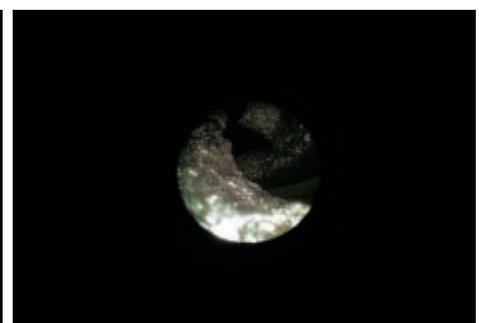
Das Viskositätsverhalten von Rapsölkraftstoff ist problematisch: Die Zähflüssigkeit führt bei Temperaturen unter 50 °C zu Ablagerungen im Brennraum und sehr hohen Einspritzdrücken. Ab 70 °C ist der Unterschied zum Dieselloil nur noch gering und verursacht kaum Probleme.



Mit einem Endoskop kann man den Motor auf schädliche Ablagerungen untersuchen.



Diese Endoskopaufnahme zeigt ein sauberes Einlassventil vor dem Diplomarbeitseinsatz.



Nach 322 Betriebsstunden mit Rapsöl waren am Einlassventil starke Ablagerungen sichtbar.



Gautschi bietet die erste pflanzenölbetriebene Häckslerkette an.

vorübergehend Diesel zum Einsatz kommt, bis die Belastung wieder ansteigt. Zudem kann die Steuerung nicht nur zwischen Rapsöl und Diesel «schwarz-weiss» umschalten, sondern die beiden Treibstoffe mischen. Gemischt werden die Treibstoffe in einem Ventilblock, der gleichzeitig mit der Wärme des Kühlwassers den Rapsölkraftstoff aufheizt. Den idealen Mischungsanteil, der in Abhängigkeit von Treibstofftemperatur und Motorbelastung während der Arbeit automatisch variiert wird, können die drei je nach Motortyp und Einsatzprofil individuell und auf maximale Sicherheit bedacht programmieren.

Beim Lohnunternehmen Gautschi im solothurnischen Herbetswil sind mittlerweile der Claas Ares 577 mit 120 PS und ein Feldhäcksler von Claas bereits seit insgesamt 650 Betriebsstunden mit dem neuen System im Einsatz. Probleme sind noch keine aufgetreten. Im täglichen Einsatz verursacht der Pflanzenölbetrieb einen geringen Zusatzaufwand. Trotzdem muss der Fahrer mitdenken und bei



Bilder: Ruedi Burkhalter

Die Gründer der Firma Grenetec: Andreas Braun, Reto Gautschi und Lukas Lindegger (v. l. n. r.) sind überzeugt, dass Rapsöl als Kraftstoff besonders für Lohnunternehmer eine sinnvolle und kostensenkende Lösung darstellt.

spielsweise etwa eine Minute vor dem Ausschalten des Motors per Knopfdruck die Spülung des Treibstoffsystems einleiten, damit beim nächsten Einsatz wieder mit Diesel gestartet wird. Weiter muss regelmässig das Motorenöl kontrolliert werden.

Probleme mit Motorenöl

Im Gegensatz zum Diesel verdampft Rapsölkraftstoff, der ins Kurbelgehäuse gelangt, nicht, sondern reichert sich im Motorenöl an. Bei einem Anteil ab fünf Prozent kann das Rapsöl zu Veränderungen im Motorenöl und schliesslich zu Motorschäden führen. Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen, das Motorenöl nach 50 bis 150 Betriebsstunden chemisch zu analysieren. Doch warum braucht es überhaupt einen so grossen technischen Aufwand, um Rapsöl als

Kraftstoff einsetzen zu können? Die mittlerweile zahlreichen Erfahrungen haben gezeigt, dass kaum Probleme auftreten, wenn der Rapsölkraftstoff mit einer minimalen Temperatur und bei hoher Motorbelastung eingesetzt wird. Entscheidend ist insbesondere das Viskositätsverhalten des Rapsölkraftstoffs (siehe Grafik links). Er ist wesentlich dickflüssiger, insbesondere bei tiefen Temperaturen. Zu dickflüssiger Kraftstoff ist bei der Einspritzung schwierig zu zerstäuben, was zu einer Anlagerung von Tröpfchen an den Brennraumwänden und Einspritzdüsen führt. Doch selbst bei optimal zerstäubtem Rapsöl muss die Verbrennungstemperatur hoch sein, damit sich keine Rückstände bilden. Wer also naturbelassenen Rapsölkraftstoff einsetzen will, sollte für die

Kaltstarts und den Betrieb im Standgas oder im Teillastbetrieb in einem zweiten Tank Dieselöl mitführen. Doch auch wenn die Probleme mit Rapsölkraftstoff heute technisch lösbar sind, bedeutet das nicht, dass eine Umrüstung in jedem Fall sinnvoll ist. Sie lohnt sich insbesondere bei

Weitere Infos:

- www.grenetec.ch
- www.gautschi-herbetswil.ch
- www.shl.bfh.ch.ch
- www.agrola.ch
- www.biokraftstoff-portal.de
- www.fnr.de
- www.bioltec.de
- www.tfz.bayern.de
- www.ufop.de
- www.pflanzenoel-motor.de
- www.juniordiesel.ch



Der Ventilblock dient als Wärmetauscher und ist mit einem grossen Filter bestückt.



Beim Feldhäcksler stellt die Montage eines Zusatztanks für den Diesel kein grösseres Platzproblem dar.



In der Kabine befindet sich die Bedienungseinheit mit Temperatur- und Füllstandsanzeige.

Fahrzeugen, die häufig mit grosser Motorbelastung und hoher Jahresauslastung gefahren werden. Bei Fahrzeugen, die viel im Leerlauf oder Teillastbereich arbeiten, beispielsweise an einer Seilwinde, lohnt sich die Umrüstung kaum, da bei diesen Arbeiten nur wenig oder gar kein Pflanzenöl verwendet wird.

Leistungsstarke Fahrzeuge

Da zudem vom kleinen Traktor bis zum riesigen Feldhäcksler fast die identischen Bauteile zum Einbau kommen, sind die Kosten bei einem leistungsstarken Fahrzeug auf eine grössere Treibstoffmenge jährlich verteilbar und somit ist die Amortisation schneller möglich (siehe Grafik rechts). Zurzeit kostet der Liter Rapsölkraftstoff rund 40 Rappen weniger als der Liter Diesel.

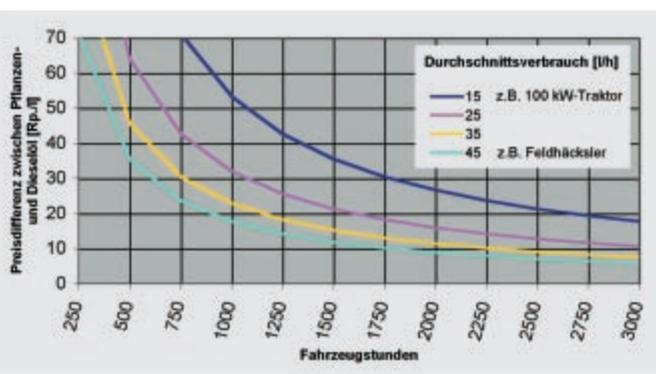
Wer bei Grenetec eine Umrüstung in Auftrag gibt, muss mit Material und Montagekosten von gut 8000 Franken rechnen. Dazu kommt der erforderliche Zusatztank, dessen Kosten insbesondere von den

vorhandenen Platzverhältnissen abhängt. Während man beim Feldhäcksler auf der Seite genügend Platz findet, ist es bei einem Traktor in der Regel anspruchsvoller und aufwändiger, einen Tank zu befestigen, der weder die Sicht des Fahrers einschränkt noch den Ausstieg aus der Kabine verunmöglicht oder bei den täglichen Arbeiten beschädigt werden könnte.

Doch auch bei grossen Fahrzeugen empfehlen die Grenetec-Spezialisten eine Umrüstung nicht in jedem Fall. «Gewisse Motoren sind für eine Umrüstung besser geeignet als andere», sagt Andreas Braun. Eine der grössten Herausforderungen beim Pflanzenöleinsatz stellen die bei Pflanzenölbetrieb aufgrund geringerer Leckölverluste höheren Einspritzdrücke dar, die langfristig nicht alle Einspritzpumpen vertragen.

In jedem Fall sollten vor der Umrüstung gründliche Abklärungen gemacht werden. Als Erstes wird das Einsatzprofil des Fahrzeugs beurteilt.

Grafik: Andreas Braun



Die Amortisationszeit einer 8000 Franken teuren Umrüstung ist vor allem von der jährlich verbrauchten Treibstoffmenge und der Preisdifferenz zwischen Rapsölkraftstoff und Diesel abhängig. Zurzeit kostet Rapsölkraftstoff pro Liter rund 40 Rappen weniger als Diesel.

«Am liebsten rüsten wir neue, aber etwa 400 Stunden eingefahrene Motoren um», berichtet Reto Gautschi. Grundsätzlich muss der Motor in einem sehr guten Zustand sein, insbesondere die Einspritzanlage, die Kolbenringe und die Ventile. Vor der Umrüstung von bereits viel eingesetzten Motoren würde sich eine Kompressionsmessung empfehlen. Zudem müssen Ventile und die Einspritzanlage kontrolliert und allenfalls revidiert werden. Wer mit Rapsölkraftstoff

fahren möchte, darf jedoch eines nicht vergessen: Passiert beim Pflanzenöleinsatz ein Motorschaden, gewährt in der Regel weder der Fahrzeughersteller noch der Umrüster Garantieleistungen. Eine teure Maschinenbruchversicherung ist kaum sinnvoll, da es sehr schwierig zu beweisen wäre, dass ein Schaden nicht auf den Rapsölkraftstoff zurückzuführen ist. Deshalb ist eine gute Umrüstung die beste Versicherung.

| Ruedi Burkhalter

«Eine gute Qualität des Rapsölkraftstoffs ist unerlässlich»

Für den verlässlichen Betrieb von pflanzenötauglichen Motoren ist eine gleich bleibende Rapsölkraftstoffqualität unerlässlich. Eine für die Herstellung von Rapsölkraftstoff geeignete Rapssaat zeichnet sich durch volle Ausreifung, keinen Auswuchs, einen geringen Anteil an Bruchkorn und einen geringen Anteil an Fremdbesatz aus. Nach derzeitigem Kenntnisstand nimmt die Rapsorte keinen Einfluss auf die Rapsölkraftstoffqualität. Der Rapsölkraftstoff sollte erst nach Vorliegen einer Kraftstoffanalyse eingesetzt werden. Die Anforderungen an Rapsöl als Kraftstoff für pflanzenötaugliche Motoren sind in der Norm DIN V 51605 definiert. Entscheidend sind besonders die Gesamtverschmutzung, die Säurezahl und der Phosphorgehalt. Die Gesamt-

verschmutzung ist der Anteil ungelöster Fremdstoffe im Kraftstoff. Hohe Fremdstoffgehalte führen zu Filterverstopfungen, Verstopfungen von Spritzdüsen und verursachen Verschleiss am Einspritzsystem sowie Ablagerungen im Verbrennungsraum. Die Neutralisationszahl beziehungsweise Säurezahl ist ein Mass für den Gehalt an freien Fettsäuren. Sie ist vom Raffinationsgrad und dem Alterungsgrad eines Öls abhängig. Durch Wasser im Öl sowie Mikroorganismen und Enzyme kann eine hydrolytische Spaltung der Triglyceride auftreten und zu einem Anstieg der Neutralisationszahl führen. Saure Verbindungen im Kraftstoff führen zu Korrosion, Verschleiss und Rückstandsbildung im Motor. Freie Fettsäuren können ausserdem mit basischen

Komponenten des Motorenöls reagieren. Phosphor liegt in Rapsöl in Form von Phospholipiden vor. Mit steigendem Anteil an Phospholipiden verringert sich die Oxidationsstabilität, ausserdem neigen die Phospholipide zur Hydratisierung (Quellung in Wasser) und können dadurch Filterverstopfungen hervorrufen. Phosphor kann im Brennraum zu Ablagerungen führen. Die Oxidationsstabilität ist ein Kennwert, der den Alterungszustand und zugleich die Lagerfähigkeit von Rapsöl beschreibt. Die Trocknung der Rapssaat nimmt ebenfalls Einfluss auf die Ölqualität. Eine möglichst schonende Trocknung auf niedrigem Temperaturniveau (<55 °C) ist anzustreben. Sowohl für die Rapssaatlagerung als auch für die Ölgewinnung hat sich ein Wasser-



gehalt der Saat von 7 bis 8 Prozent als vorteilhaft erwiesen. Bei der Verarbeitung können ansonsten Probleme bei der Fest-/Flüssig-Trennung auftreten, die zu einer erhöhten Gesamtverschmutzung führen. Die Lagerung des Rapsölkraftstoffs muss kühl, ohne Temperaturschwankungen (Erdtanks) und im Dunkeln erfolgen. Lagertanks sollten am besten aus Edelstahl gefertigt und gut zu reinigen sein. | Lukas Lindegger