

Schmier- und Hydrauliköl aus Raps

Anwendung mit Vorbehalt

Edwin Stadler und Isidor Schiess, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Ein mehrjähriger Praxisversuch auf dem Versuchsbetrieb der FAT und auf mehreren Landwirtschaftsbetrieben hatte zum Ziel, Schmierstoffe, Hydrauliköle und Rostschutzmittel, hergestellt auf Rapsölbasis, auf ihre Eignung zu untersuchen.

Rapsöl ist im Vergleich zu herkömmlichen Schmierstoffen ausserordentlich gut biologisch abbaubar und erweist sich deshalb als ein idealer Schmierstoff für die Verlustschmierung von Motorkettensägen. Auch die Verlustschmierung von Vakuumpumpen für Güllefässer ergab,

abgesehen von gelegentlichen Verharzungen, gute Ergebnisse; dies ganz im Gegensatz zum Schmierstoffsystem einer Vakuumpumpe für Melkanlagen, bei welchem beim Einsatz von Rapsöl erhebliche Störungen auftraten.

Hydrauliköl auf Rapsbasis wurde in 14 Maschinen, darunter sieben Greifkrananlagen, untersucht. Während der Versuchsdauer traten keine Maschinenschäden auf, die direkt mit dem Rapsöl in Zusammenhang gebracht werden können. Das Alterungsverhalten des Hydrauliköles

hängt stark von der Maschine und der Einsatzdauer ab.

Ein Versuch mit verschiedenen Korrosionsschutzölen auf Rapsölbasis, im Vergleich mit herkömmlichen mineralischen Produkten, ergab im wesentlichen zwei Merkmale: Blanke Metallteile werden ausreichend vor Rost geschützt, aber die meisten Schutzmittel auf Rapsbasis hinterlassen eine mehr oder weniger stark verschmutzte bis klebrige Oberfläche.



Abb. 1. Raps – ein einheimischer, nachwachsender Rohstoff. Das wichtigste Argument für seine Verwendung als Schmiermittel ist die gute Umweltverträglichkeit.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Biologische Abbaubarkeit Pflanzenöl bei Verlustschmierung	2
Hydrauliköl auf Pflanzenölbasis	4
Korrosionsschutzöl aus Raps	9
Schlussfolgerungen	10

Problemstellung

In der Diskussion um mögliche Anwendungen Nachwachsender Rohstoffe nimmt Pflanzenöl eine bedeutende Stellung ein, weil Raps als einheimische Pflanze zur Herstellung von umweltschonenden Schmierstoffen und Hydrauliköl eine ganze Reihe günstiger Voraussetzungen mit sich bringt, wie beispielsweise rasche biologische Abbaubarkeit, gute Schmiereigenschaften und günstiges Viskositätsverhalten. Als wesentlicher Nachteil gilt die im Vergleich zu konventionellen Ölen geringere thermische und oxidative Belastbarkeit. Ein systematischer Einsatz im Praxisbetrieb ergibt aussagekräftige Resultate.

Abbaubarkeit pflanzlicher Hydrauliköle

Die EMPA-Untersuchungen bestätigen für die von uns in den Versuchen eingesetzten pflanzlichen Hydrauliköle eine biologische Abbaubarkeit bei Frischöl von 97 bis 100%. Während des Betriebes verändern sich Additive und Basisöle in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen durch oxidative, thermische und hydrolytische Beanspruchungen. Die biologische Abbaubarkeit von Neuöl aus Raps ist anerkanntermassen sehr gut. Aber wie sieht es mit Gebrauchtöl aus? Die EMPA bestimmte an 16 Gebrauchtölproben die biologische Abbaubarkeit nach Test CEC L-33-A-94 (Buchser und Jäckle 1994). Es handelte sich dabei um biologisch abbaubare Öle von drei verschiedenen Herstellern.

- Hydrauliköl:
- MOTOREX Ökohydro 3268
 - CASTROL Biotec HVX
 - Zeller + Gmelin Biovinol HTG 46

Pflanzenöl bei Verlustschmierung

Sägekettenöl

Besonders sinnvoll ist der Einsatz von Rapsschmieröl bei der Verlustschmierung. Verlustschmierung bedeutet, dass der Schmierstoff bereits nach einmaliger Zweckerfüllung ausgeworfen wird, zum Beispiel bei der Kettenschmierung der Motorkettensäge. Der Schmierstoff tropft kontinuierlich auf die Sägekette, erfüllt dort während Bruchteilen einer Sekunde den Schmierauftrag, um gleich wieder weggeschleudert zu werden. Das Schmieröl gelangt somit direkt oder über die Sägespäne auf den Waldboden, wo es Mikroorganismen abbauen. Handelt es sich beim Kettenschmiermittel um Rapsöl, können es Bodenbewesen viel rascher abbauen. In der Schweiz werden jährlich 600 000 bis 800 000 Liter Kettenöl auf diese Weise der Natur «übergeben». Davon war im Jahre 1994 leider weniger als die Hälfte ein biologischer Schmierstoff. Der grosse Rest ist schlecht abbaubares Mineralöl. Diese Umweltbelastung wäre problemlos vermeidbar, wenn grundsätzlich auf das heute qualitativ ebenbürtige Rapsöl umgestellt würde (Ruppert 1993). In Österreich dürfen

Biologische Abbaubarkeit

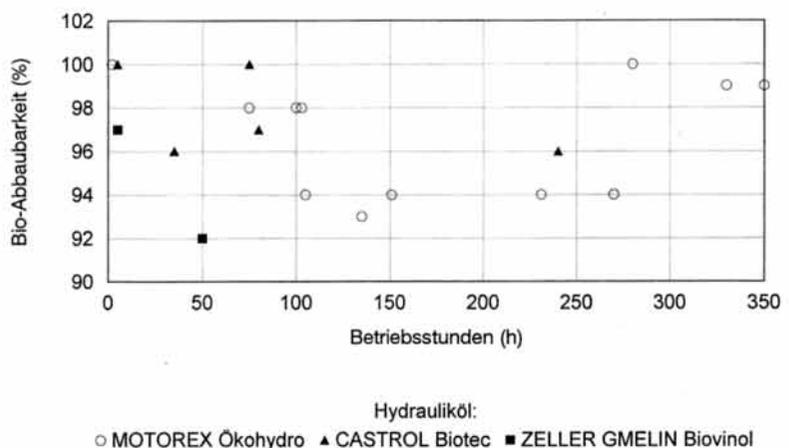
Für die Ermittlung der biologischen Abbaubarkeit von Schmierstoffen wird der Labor-Testmethode **CEC L-33-A-94** (Testdauer 21 Tage) die grösste Bedeutung beigemessen. Dieser Labortest wurde von der Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) zur Ermittlung der Abbaubarkeit von Aussenbord-Zweitakt-Motorölen im Seewasser entwickelt.

Der Test erfasst den Substratverlust; das heisst die Eliminierung bzw. Verringerung der ursprünglichen Testmenge an Öl nach einer Dauer von 21 Tagen. Die abgebaute Menge wird als Abbaurrate in Prozent ausgewiesen. Die mit dieser Prüfmethode ermittelte biologische Abbaubarkeit ist jedoch nicht direkt auf den Vorgang in der Praxis übertragbar.

Die für den Schmier- und Hydraulikeinsatz geeigneten Flüssigkeiten weisen folgende biologische Abbaubarkeit auf:

- Mineralöl: 10 bis 30%
- Synthetische Ester: > 90%
- Rapsöl: > 95%

Abbautest von Gebrauchtöl an der EMPA nach Test CEC L-33-A-94



FAT Edwin Stadler

28.06.99/0
01_06.ppt/2

Abb. 2. Die gute biologische Abbaubarkeit von pflanzlichen Hydraulikölen bleibt auch bei Gebrauchtölen erhalten (Abbaubarkeit >92% in 21 Tagen).

seit dem Jahre 1990 nurmehr rasch abbaubare Kettensägeöle hergestellt und in den Handel gebracht werden. Unter den abbaubaren Ölen stellt Rapsöl die beste und kostengünstigste Alternative dar. Der Mehrpreis gegenüber mineralischem Kettenschmieröl beträgt etwa 30% und sollte somit kaum ein unüberwindbares Hindernis bilden.

An der FAT gelangt seit dem Jahre 1989 nurmehr Kettenschmieröl aus Raps zum Praxiseinsatz. Dabei traten keine schmierölspezifischen Probleme auf. Dagegen können sich beim Hobby-Anwender etwelche Schwierigkeiten ergeben, weil der Schmierölverbrauch gering und die Stillstandzeiten der Maschine lang sind. Da der Schmierstoff aus Raps rasch biologisch abbaubar ist, besteht die Gefahr, dass der Abbauprozess bereits im Schmiersystem der Maschine einsetzt. Eine verharzte und verlackte Sägekette und ein verstopftes Schmiersystem kann die Folge sein. Deshalb: Bei Verwendung von Rapsöl sind Pflege und Reinigung des Gerätes besonders wichtig.

Pumpenschmieröl

Vakuumpumpen (in der Regel Flügelzellenpumpen) finden wir in der Landwirtschaft bei Melkanlagen und Güllefässern. Bei diesen Flügelzellenpumpen erfolgt die Schmierung der Lamellen und Rotorlager mittels Verlustschmierung, das heisst Schmieröl wird aus einem Vorratsbehälter angesaugt und über eine Dosiereinrichtung direkt in das Rotorgehäuse den Lamellen zugeführt. Nach Erfüllen des Schmierauftrages wird das Öl zusammen mit der geförderten Luft ausgeblasen.

Die thermische Belastung für das Schmieröl ist recht hoch. Temperaturmessungen bei Vakuumpumpen an Güllefässern ergaben – im Luftstrom am Pumpenausgang gemessen – beim Füllvorgang Spitzenwerte bis zu 100 °C. Diese Werte werden in (Korber 1991) bestätigt. Am Austritt der Pumpen von Melkanlagen konnten 100 bis 120 °C gemessen werden. Die Betriebsvorschriften verlangen zur Schmierung für die Vakuumpumpen bei Güllefässern in der Regel ein Schmieröl der Viskosität SAE 20 bis 40. Für Pumpen von Melkanlagen gelten die Vorschriften der Hersteller.

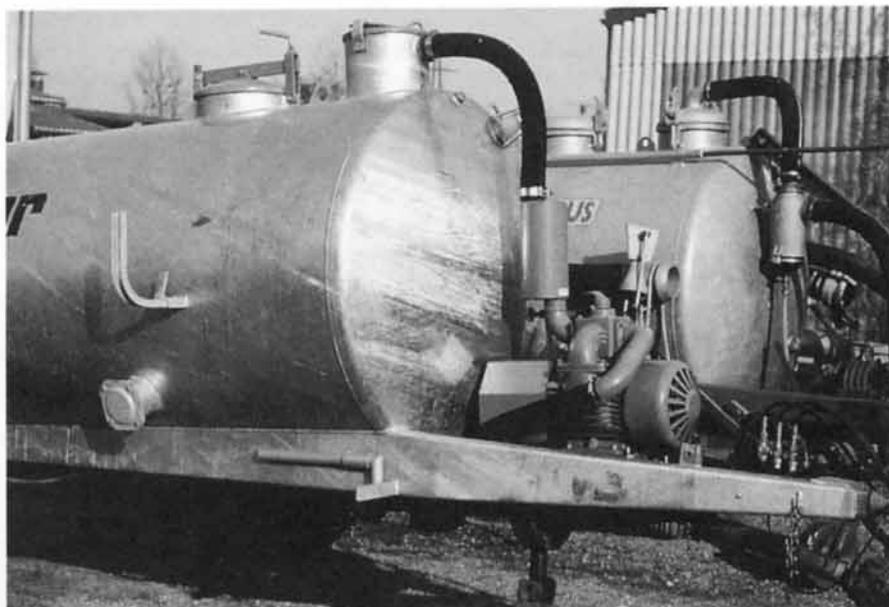


Abb. 3. Rapsöl gilt als möglicher Alternativ-Schmierstoff für Vakuumpumpen von Güllefässern.

Versuche mit Vakuumpumpen an Güllefässern

Der Praxiseinsatz mit Güllefässern begann im Januar 1993, mit den zwei an der FAT bereits in Betrieb stehenden Güllefässern AGRAR, Typ DF 4700, und ALTHAUS, Typ 1436. Die Erfassung der genauen Kompressoreinsatzstunden erfolgt mit Stundenzählern. Im Juni 1994 wurde das Güllefass ALTHAUS, Typ 1436, gegen ein neues vom gleichen Fabrikat, jedoch Typ 1431, eingetauscht. Der Versuch mit dem «alten» ALTHAUS-Fass konnte beim neuen Besitzer – einem Landwirt in der näheren Umgebung – ohne Versuchsunterbrechung weitergeführt werden. Zum Einsatz gelangte das Rapsöl MOTOREX Ökohydro 3268.

Über die Anzahl der Fassfüllungen sowie Schmierölverbrauch und Betriebsstunden wurde Protokoll geführt (siehe Tab. 1).

Alle drei Güllefässer wurden periodisch einem Vakuumtest unterzogen, um allfällige Störungen am Kompressor wie übermäßige Abnutzung oder Verkleben der Lamellen feststellen zu können.

Der Kompressor AGRAR wurde nach zweieinhalb Jahren Versuchsdauer in seine Einzelteile zerlegt und einer genauen Inspektion durch den Maschinenhersteller unterzogen. Dabei konnte kein aussergewöhnlicher Verschleiss festgestellt werden. Auch die befürchteten Verharzungen von Rotor und Lamellen sind nicht aufgetreten. Dagegen waren die Gummidichtungen zwischen

Tabelle 1. Praxiseinsatz (Stand Januar 1996)

Güllefass	AGRAR DF 4700	ALTHAUS 1436 "alt"	ALTHAUS 1431 "neu"
Praxiseinsatz seit	Januar 1993	Januar 1993	Juni 1994
Fassfüllungen	2351	1994	667
Ausgebrachte Gülle	m ³ 10 580	9372	3335
Kompressorstunden	h 282,5	~ 200 ¹⁾	80,06
Kompressoreinsatz je Fass	min 7,21	~ 6,0 ¹⁾	7,20
Schmierölverbrauch total	l 33,15	21,1	11,07
Ölverbrauch je Fass	ml 14,10	10,58	16,60
Ölverbrauch je m ³ Gülle	ml 3,13	2,25	3,32

1) Schätzung, da kein Stundenzähler montiert.

den Rohrflanschen des Luftausganges an ihren Rändern ungewöhnlich weich und etwas aufgequollen; im Bereich der Dichtflächen waren sie noch in Ordnung.

Ergebnisse

Der Einsatz von Schmieröl auf Rapsölbasis zur Schmierung des Luftkompressors bei Güllefässern ist technisch möglich. Übermässiger Verschleiss ist nicht aufgetreten. Auch die befürchteten Verharzungen von Kompressorrotor und -lamellen sind ausgeblieben. Dabei gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass diese Güllefässer regelmässig genutzt werden. Erfahrungsgemäss könnten nach langen Standzeiten die genannten Probleme auftreten. Klebrige und verharzte Stellen im Bereich des Kompressors lassen sich verhindern, wenn jeweils nach dem Gülleausbringen die ölverschmierten Maschinenteile mit Petrol gereinigt werden. Der Arbeitsaufwand für die Wartung wird dadurch etwas grösser.

Versuche mit Vakuum-pumpen von Melkanlagen

Freigaben für Schmieröl auf Rapsbasis sind bis anhin für diese Pumpen noch nicht erhältlich. Hohe Temperaturen im Kompressor (zeitweise über 100 °C) sowie eine zusätzliche Belastung der Luft mit Sprühnebel von Wasser und Reinigungsmittel während des Reinigungsvorganges schaffen ungünstige Betriebsbedingungen für die Schmieröle. Im Praxisversuch gelangte das Rapsöl MOTOREX Ökohydro 3268 zum Einsatz.

Versuchsablauf

Die Rohrmelkanlage des Versuchsbetriebs der FAT ist seit dem Jahre 1989 mit einem Melkstand und einer Vakuumpumpe der Firma WESTFALIA, Typ RPS 1200, ausgerüstet. Zu Beginn des Versuches hat ein Fachmann die Pumpe überprüft und ab Juli 1995 versuchsweise für den Betrieb mit Rapsölschmierung freigegeben. Die Betriebsstunden und der Schmierölverbrauch wurden aufgezeichnet. Das von der Pumpe verbrauchte und mit dem Luft-

strom ausgeworfene Schmieröl wurde in einem Behälter aufgefangen. Eine Analyse der entsprechenden Ölprobe ergab einen Wasseranteil von 75,3%. Die Herkunft des Wassers ist insbesondere in der Zusatzbelastung der Abluft durch Sprühnebel während der Reinigungsfunktion zu suchen.

Bereits wenige Wochen nach der Umstellung auf Rapsöl nahm der Schmierölverbrauch ab. Am 10. Dezember 1995 fiel die Schmierung aus, nachdem sich die Kapillarfäden des Schmiersystems verschoben hatten. Am 22. Dezember 1995 traten wiederum Störungen auf. Diesmal stellte der Motor wegen Überlastung immer wieder ab. Der Lauf der Pumpe war nicht mehr einwandfrei, die Lagerung machte ungewöhnliche Geräusche, auch die Pumpenschieber waren nicht mehr frei. Wiederum waren die Kapillarfäden der Schmierung die Ursache für die Störung und sie wurden ausgetauscht. Auch in der Folge blieb die Schmierung unregelmässig.

Am 12. März 1996 wurde der Versuch abgebrochen, die Pumpe zerlegt und einer Sichtkontrolle durch den Service-dienst unterzogen. Der Lagerschaden bestätigte sich. Rotor und Schieber waren mit einer etwas klebrigen Schicht bedeckt, die Schieber bewegten sich nicht frei in ihren Führungsschlitzen.

Ergebnisse

Da das Schmiersystem mit dem ursprünglichen Schmieröl einwandfrei funktionierte, muss man annehmen, dass die Probleme ihre Ursachen im Rapsöl haben. Die Maschine wurde inzwischen wieder auf das Schmieröl entsprechend den Herstellervorschriften umgestellt.

Hydrauliköl auf Pflanzenölbasis

In der Landtechnik ist die Hydraulik nicht mehr wegzudenken. Kaum eine Maschine, die nicht irgendwelche Hydraulikzylinder oder einen Hydromotor benötigt. Wir können die Maschinen nach ihrem Hydrauliksystem grob in zwei Kategorien einteilen. Dabei spielt die Art des Ölhaushaltes die entscheidende Rolle.

A) Maschinen für die Fernhydraulik

Die Hydraulik dieser Maschinen wird über den Ölhaushalt der Zugmaschine – in der Regel des Traktors – gespeisen. Beim Betätigen der Maschinenhydraulik wird eine mehr oder weniger grosse Ölmenge von der Fernhydraulik des Traktors zur Maschine hin- und zurückgepumpt. Durch dieses Umpumpen vermischt sich das Öl der Maschine mit jenem des Traktors.

B) Maschinen mit autonomer Hydraulik

Diese Maschinen haben einen eigenen, unabhängigen Ölhaushalt, das heisst mit eigener Hydraulikpumpe und eigenem Ölreservoir. Das Hydrauliköl wird nur für diesen einen Hydraulikkreis benutzt. Ein Vermischen mit Hydrauliköl anderer Maschinen oder dem Traktor ist ausgeschlossen. Diese Kategorie von Maschinen eignet sich deshalb bevorzugt für den Einsatz von Hydrauliköl auf Rapsölbasis.

Versuchsanlage mit FAT-Maschinen

Auf dem FAT-Versuchsbetrieb kamen sieben Maschinen der Kategorie B) mit dem pflanzlichen Hydrauliköl Ökohydro 3268 der Firma MOTOREX zum Praxiseinsatz. Davon wurden sechs bereits in Betrieb stehende Maschinen zu Versuchsbeginn von Mineralöl auf Rapsöl umgeölt, entsprechend den Empfehlungen des Ölherstellers. Eine weitere, neu zugekaufte Maschine wurde bereits vom Hersteller mit Raps-

Tabelle 2. Daten zu den FAT-Versuchsmaschinen mit Hydrauliköl

Maschine Fabrikat Typ	Vertrieb Schweiz	Baujahr Rapsöl seit	Auslastung pro Jahr (h)	Öl- inhalt Liter	Ölwechsel Empfehlung
Hydr. Ladekran BAZZOLI B-5T3	Heinz Renold AG Buttisholz 041 / 928 16 16	1991	80 bis 100	35	500 h 1 Jahr
Hoflader ANDI CAR AC 200	Gujer Mesikon 052 / 346 13 64	1986 1991 ¹⁾	110 bis 130	12	500 h 1 Jahr
Mährescher CLAAS Dominator 86 S	Meier AG Marthalen 052 / 319 21 21	1988 1991 ¹⁾	70 bis 80	7	500 h 1 Jahr
Greiferkran BRUNNHUBER LK 8 Plus	Lanker AG St. Gallen 071 / 311 10 31	1987 1991 ¹⁾	90 bis 100	7	1000 h 2 Jahre
Strohpresse / Ballenschleuder WELGER AP 630	AGRAR AG Wil 071 / 425 16 25	1985 1991 ¹⁾	25 bis 30	10	250 h 5 Jahre
Kommunal Einachser AEBI KM 54	AEBI Burgdorf 034 / 21 61 21	1989 1991 ¹⁾	50 bis 60	4,5	500 h
Futtermischwagen GILIOLI Mixer G 9	Gujer Mesikon 052 / 346 13 64	1987 1991 ¹⁾	110 bis 130	15	2 Jahre

1) Maschine zu Versuchsbeginn von Mineralöl auf Rapsöl umgeölt.

öl als Betriebsmittel in der Hydraulik angeliefert (Tab. 2).

Zur Überwachung der Ölalterung wurden periodisch Ölproben gezogen und in den Labors der Ölfirmen bzw. an der EMPA auf Viskosität, Gehalt an Eisen und Wasser sowie auf die Neutralisationszahl (NZ) bzw. Total Acid Number (TAN) analysiert. Die TAN ist ein Mass für den Gehalt an sauer wirkenden Stoffen im Öl. Entsprechende Temperaturmessungen im Praxiseinsatz dienen der Beurteilung der thermischen Belastung des Öles. Die Ölwechsel erfolgten, nachdem die Analysewerte einen solchen als anzeigt erscheinen liessen bzw. einen weiteren Betrieb nicht mehr erlaubten. Diese Beurteilung geschah in Zusammenarbeit mit den Ölfirmen. Auf diese Art war für jede Maschine eine individuelle Standzeit-ermittlung für das Hydrauliköl möglich. Tabelle 3 zeigt beispielhaft die Ergebnisse von vier Versuchsmaschinen.

Tabelle 3. Versuchsablauf und Ergebnisse der FAT-Versuchsmaschinen

Maschine	Einsatz- dauer Jahre/ Stunden	Öl- probe Nr.	Visko- sität mm ² /s	Eisen/ Wasser ppm / %	TAN	Bemerkungen Empfehlung
Ladekran BAZZOLI zirka 70 °C	0 / 0	11.1	41,0	- / -	-	i.O.
	0,5 / 51	11.2	41,0	23 / -	-	i.O.
	1,0 / 103	11.3	41,8	58 / 0,05	-	i.O.
	2,0 / 231	11.4	43,9	75 / 0,06	0,66	i.O.
	3,0 / 338	11.5	44,1	261 / < 0,1	0,79	Ölwechsel
	1,0 / 12	11.6	45,2	135 / < 0,1	1,15	Ölwechsel
Kran BRUNNHUBER zirka 65 °C	0 / 0	14.1	41,9	- / -	-	i.O.
	0,5 / 50	14.2	41,3	1 / -	-	i.O.
	1,0 / 100	14.3	40,4	12 / 0,05	-	i.O.
	2,0 / 200	14.4	40,6	44 / 0,05	0,69	i.O.
	3,0 / 300	14.5	41,2	75 / < 0,1	0,80	Ölwechsel
	1,0 / 80	14.6	44,2	19 / < 0,1	1,19	i.O.
Mischwagen GILIOLI zirka 40 °C	0 / 0	15.1	40,2	- / -	-	i.O.
	0,5 / 70	15.2	41,1	2 / -	-	Öl filtern
	1,0 / 100	15.3	43,1	8 / 0,06	-	i.O.
	2,0 / 250	15.4	43,7	86 / 0,08	0,70	i.O.
	3,0 / 330	15.5	46,7	150 / < 0,1	0,88	Ölwechsel
	1,0 / 50	15.6	46,2	25 / < 0,1	1,49	i.O.
Strohpresse WELGER zirka 80 °C	0 / 0	17.1	40,1	- / -	-	i.O.
	2,0 / 50	17.2	41,9	3 / 0,05	1,22	i.O.
	3,0 / 80	17.3	43,8	4 / < 0,1	1,96	Ölwechsel
	1,0 / 30	17.4	45,5	0 / < 0,1	1,98	i.O.

Versuchsanlage Greiferkrane

Wenige jährliche Einsatzstunden, geringe Gefahr für Verschmutzung und Beimischung von Wasser sowie keine sehr hohen Betriebstemperaturen sind gute Voraussetzungen für eine geringe Alterung von Rapsöl. Greiferkran-Anlagen bieten, da nie oder nur selten ein Werkzeugwechsel stattfindet und die Maschinen auch nie gewaschen werden, nahezu ideale Voraussetzungen. Dies um so mehr, als die vollhydraulischen Greiferkrane mit 45 bis 120 Liter Ölinhalt verhältnismässig grosse Öl-mengen mit sich führen. Die untersuchten Krane laufen je nach Betriebsgrösse zwischen 25 und 70 Stunden pro Jahr.

Sieben hydraulische Greiferkrananlagen von drei verschiedenen Kranherstellern (BUOB, KIWA und Königswieser) konnten in Praxisbetrieben mit in die Untersuchung einbezogen werden (Tab. 4). Alle drei Kranhersteller befüllen ihre Krananlagen generell oder auf Wunsch des Kunden mit Hydrauliköl auf Rapsölbasis. Zum Einsatz gelangende folgende pflanzliche Öle:

- CASTROL Biotec HVX
- MOTOREX Ökohydro 3268
- ZELLER-GMELIN Biovinol HTG 46

Alle untersuchten Krananlagen wurden bereits im Neuzustand vom Maschinenhersteller mit Hydrauliköl auf Rapsölbasis befüllt (kein Umölen). Ölwechsel an den Krananlagen sind während der Versuchsphase keine vorgenommen worden. Ziel des Versuches war, das Langzeitverhalten des Hydrauliköles in der Praxis zu untersuchen.

In die Untersuchung miteinbezogen wurden die Einsatzbedingungen, allfällige Störungen und Reparaturen, die im Zusammenhang mit dem Hydrauliköl stehen sowie die alljährlichen Ölanalysen. In den Ölanalysen wurden insbesondere die Viskosität, die TAN (Total Acid Number) sowie der Wassergehalt untersucht. Tabelle 5 zeigt beispielhaft die Versuchsergebnisse von vier Krananlagen.

Ergebnisse FAT-Maschinen und Greiferkrane

Versuchsanlage mit FAT-Maschinen

Die Erfahrungen mit den Versuchsmaschinen auf dem Versuchsbetrieb der FAT zeigen folgende Resultate:

Tabelle 4. Daten von Greiferkrananlagen

Greiferkran Fabrikat	Vertrieb Schweiz	Hydrauliköl Marke / Typ Viskosität 40 °C	Ölinhalt Liter	Ölwechsel Empfehlung
KÖNIGSWIESER	FSA Freiburg Vertretung 037 / 82 31 01	CASTROL Biotec HVX 38 mm ² /s	zirka 90	alle 2 Jahre
BUOB	BUOB Ettiswil Hersteller 041 / 980 27 70	MOTOREX Oekohydro 3268 39 mm ² /s	zirka 70	alle 5 Jahre oder bei Bedarf
KIWA	AEBI Burgdorf Vertretung 034 / 21 61 21	ZELLER-GMELIN Biovinol HTG 46 48,2 mm ² /s	zirka 45	alle 2 Jahre

Positiv:
Maschinenschäden, die eindeutig auf Mängel der Hydraulikflüssigkeit zurückzuführen sind, wurden nicht festgestellt. Der Wassergehalt aller untersuchten Proben lag unter 0,1% und bietet somit keine Probleme.

Negativ:
Pflanzliche Öle verändern ihre Eigenschaften rasch infolge der leichten Oxidierbarkeit. Der Verlauf der Ölalterung bzw. Anstieg von Viskosität und der TAN ist entsprechend den unterschiedlichen Einsatzbedingungen in

Tabelle 5. Versuchsablauf und Ergebnisse Praxisversuch Greiferkrananlagen

Betrieb Ort	Kran Inbetriebnahme	Einsatzdauer Jahre / Stunden	Ölprobe Nr.	Viskosität mm ² /s	Wasser %	TAN
BURGER 1722 Bourguillon	Königswieser Frühjahr 1991	Frischöl	Datenblatt Castrol	38,0	-	-
		1,5 / 80	1.1	38,0	0,08	0,66
		2,5 / 140	1.2	38,3	0,06	0,78
		3,5 / 200	1.3	39,2	0,09	1,48
		4,5 / 260	1.4	39,8	0,09	1,60
LINDER 1714 Heitenried	Königswieser Frühjahr 1990	Frischöl	Datenblatt Castrol	38,0	-	-
		2,5 / 170	2.1	38,4	0,07	0,73
		3,5 / 240	2.2	39,7	0,06	0,68
		4,5 / 310	2.3	39,8	0,08	1,32
		5,5 / 380	2.4	39,6	0,08	1,38
RÖLLI 6221 Rickenbach	BUOB Sommer 1990	Frischöl	Datenblatt Motorex	39,0	-	-
		2,5 / 75	6.1	41,2	< 0,1	0,30
		3,5 / 100	6.2	41,7	0,05	0,13
		4,5 / 125	6.3	43,8	< 0,1	0,25
		5,5 / 150	6.4	47,6	< 0,1	0,26
ZISWILER 6218 Ettiswil	BUOB Frühjahr 1990	Frischöl	Datenblatt Motorex	39,0	-	-
		2,5 / 90	9.1	40,9	< 0,1	0,30
		3,5 / 125	9.2	42,1	0,06	0,15
		4,5 / 160	9.3	44,6	< 0,1	0,31
		5,5 / 195	9.4	46,6	< 0,1	0,98

den Versuchsmaschinen verschieden. Das Festsetzen von termingerechten Ölwechselintervallen wird dadurch schwierig. Weder periodische Ölwechsel noch solche nach Betriebsstunden werden den Verhältnissen gerecht. Das einzige zuverlässige Kriterium für termingerechten Ölwechsel bilden die zeitaufwendigen und kostspieligen Ölanalysen. Bei zwei Versuchsmaschinen (Ladekran BAZZOLI und Mischwagen GILIOLI) verkürzten sich die Ölwechselintervalle mit zunehmender Betriebszeit von anfänglich drei Jahre auf ein Jahr (Abb. 4). Es wird vermutet, dass die Restölmenge von 10 bis 20%, die beim Ölwechsel jeweils in der Maschine verbleibt, das Frischöl umgehend mit den Mikroorganismen, welche die Ölalterung und den Viskositätsanstieg mit verursachen, einimpft und sich der Abbauprozess in der Folge noch beschleunigt.

Versuchsanlage Greiferkrane

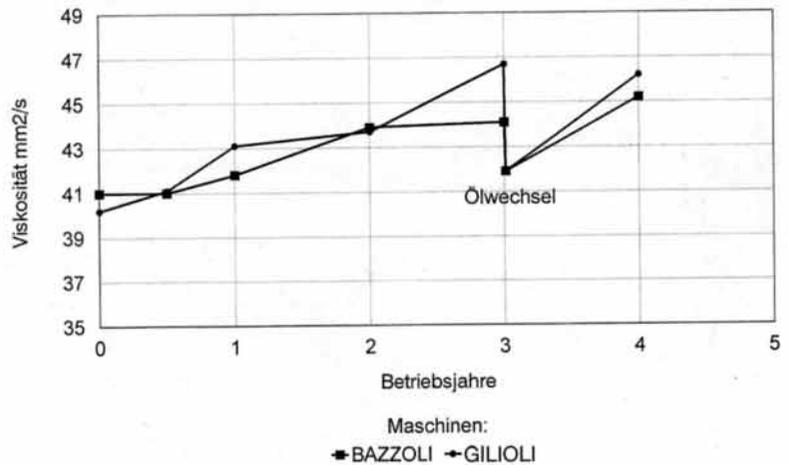
Etwas günstiger sind die Betriebsbedingungen bei den hydraulischen Greiferkranen. Die Laufzeiten der Versuchskrane liegen zwischen fünf und sieben Jahren, und erst an einem Kran war inzwischen nach sechseinhalb Jahren auf Grund der Ölanalyse ein Ölwechsel angezeigt. Alle untersuchten Ölproben weisen einen Wassergehalt von weniger als 0,1% auf. Der Viskositätsanstieg ist bei Kranen «BUOB» mit Hydrauliköl MOTOREX Ökohydro 3268 (Abb. 5) etwas markanter als bei den Kranen «KÖNIGSWIESER» mit CASTROL Biotec HVX (Abb. 6).

Leckstellen und Verharzungen bilden Probleme

Öfter als üblich werden Leckstellen an Leitungsanschlüssen, Kolbenstangen oder anderen Hydraulikelementen beobachtet. Ein ganz besonderes Problem bilden die Verharzungen des Rapsöles. Wo immer es auch nur in geringen Mengen austritt, wo Luft, Feuchtigkeit und Staub Zutritt haben, bildet sich aus dem Rapsöl eine anfänglich klebrige-weiche, danach eine zunehmend härter werdende, harzige Schicht. Für das Entfernen dieser unansehnlichen Schicht kann mit Petrol ein halbwegs befriedigendes Resultat erzielt werden.

Aber auch in Schnellkupplungen bilden sich diese Verklebungen, so dass diese ebenfalls undicht und nurmehr mit Werkzeugen geöffnet werden können.

Langzeitversuch FAT-Maschinen Bio-Hydrauliköl: MOTOREX Ökohydro 3268



FAT Edwin Stadler

28.6.06 09Rth
S11_06.ppt/4

Abb. 4. Hydrauliköl MOTOREX Ökohydro 3268. Mit zunehmender Betriebsdauer steigt die Viskosität an und die Ölwechselintervalle verkürzen sich.

Erst nach gründlicher Reinigung mit Petrol sind die Schnellkuppler wieder dicht.

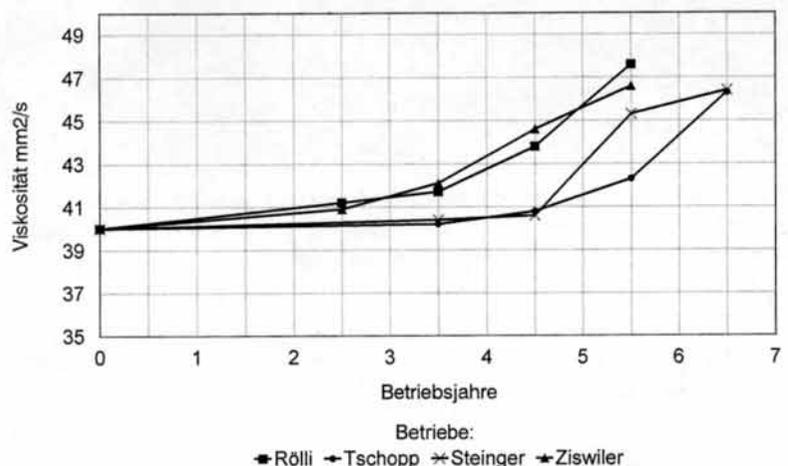
Umölen von Maschinen

Die Umstellung von Mineralöl auf pflanzliche Öle (Rapsöle) ist grundsätzlich unproblematisch, da beide mischbar sind (VDMA 1994). Wegen der biologischen Abbaubarkeit sollte der Mineralölanteil möglichst gering gehalten werden.

Das ist beim Umölen zu tun:

- Mineralöl im betriebswarmen Zustand möglichst restlos ablassen.
- Spülung der Anlage mit Einsatzflüssigkeit unter mehrfacher Betätigung aller hydraulischen Funktionen.
- Filter erneuern – keine Sonderfilter erforderlich.
- Filterkontrolle bzw. -wechsel nach 50 h Betriebszeit. Aufgrund der guten Netzfähigkeit werden eventuell vorhandene Ablagerungen gelöst, in Schwebelagerung gehalten und ausgefiltert.

Langzeitversuch Krananlagen "BUOB" Bio-Hydrauliköl: MOTOREX Ökohydro 3268

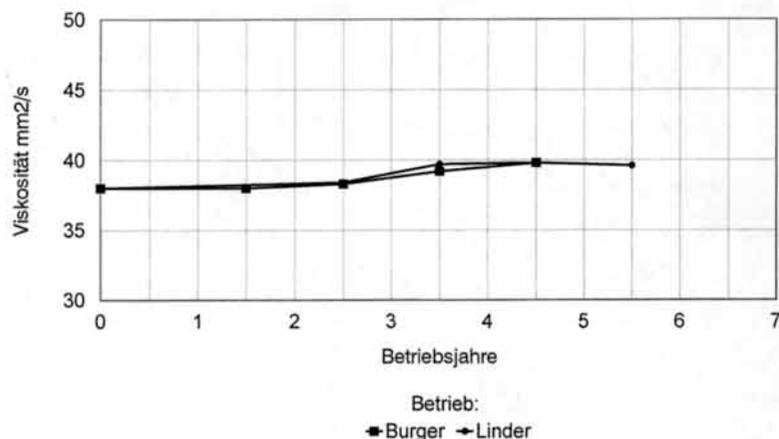


FAT Edwin Stadler

28.6.06 09Rth
S11_06.ppt/3

Abb. 5. Viskositätsverlauf von Hydrauliköl MOTOREX Ökohydro 3268, eingefüllt in Greiferkrananlagen BUOB.

Langzeitversuch Krananlagen "Königswieser"
Bio-Hydrauliköl CASTROL Biotec HVX



FAT Edwin Stadler

28.6.06 09:58
DIT_05.ppt

Abb. 6. Viskositätsverlauf von Hydrauliköl CASTROL Biotec HVX, eingefüllt in Greiferkrananlagen KÖNIGSWIESER.



Abb. 8. Obschon Rapsöl biologisch gut abbaubar ist, muss es mit gleicher Sorgfalt gesammelt und entsorgt werden.



Abb. 7. Greiferkrananlagen dienen der Ein- und Auslagerung von Tierfutter. Ölverluste, hervorgerufen durch Leckagen, könnten sich bei Verwendung von Mineralöl negativ auf die Tiergesundheit auswirken.

Entsorgen des Gebrauchtöls

Auch wenn pflanzliche Öle in der Natur rasch biologisch abgebaut werden, dürfen sie natürlich nicht einfach irgendwo ausgeleert werden, sondern sind mit der gleichen Sorgfalt zu sammeln und zu entsorgen wie die Mineralöle. Da in der Schweiz Altöle nicht zu Neuöl aufbereitet, sondern der Verbrennung zugeführt werden, dürfen mineralische und pflanzliche Schmier- und Hydrauliköle vermischelt gesammelt werden.

Das Entsorgen von kleineren Mengen Gebrauchtöl geschieht am besten über die Gemeindesammelstelle. Bei grösseren Mengen ist dort der richtige Entsorgungsweg zu erfragen oder man wende sich an den Frischöl-Lieferanten.

Korrosionsschutzöl aus Raps

Die meisten Landmaschinen der Ausenwirtschaft werden nur saisonal genutzt. Das betrifft insbesondere Maschinen der Futterernte sowie des Ackerbaus. Ende Herbst werden die Maschinen mit Hochdruckwasserstrahl gereinigt und anschliessend neben den üblichen Servicearbeiten auch einer Rostschutzbehandlung unterzogen.

Geschützt werden sollen insbesondere die blanken, korrosionsgefährdeten Maschinenteile, aber auch Farbanstriche werden in der Praxis oft in die Behandlung miteinbezogen. Die Rostschutzmittel werden mit der «Petrolspritze», mit Druckluft und der Sprühpistole, oder in seltenen Fällen mit dem Pinsel aufgetragen.

Die Anforderungen an das Rostschutzmittel sind nicht sehr anspruchsvoll, weil die Stillstandzeit der Maschinen nur etwa fünf Monate dauert und diese in aller Regel in einem Maschinenschopf oder unter einem geschützten Vordach abgestellt werden. In der landwirtschaftlichen Praxis wird denn auch öfter an Stelle eines im Handel erhältlichen Korrosionsschutzmittels eine eigene Mischung aus gleichen Teilen Motorenöl und Dieselöl oder Petrol zur Anwendung gebracht. Bei der Applikation des Rostschutzmittels mit der Sprühpistole ist nicht zu vermeiden, dass ungewollt ein Teil der Flüssigkeit an die Umgebungsluft abgegeben wird und ins Erdreich abtropft. Es ging deshalb darum, in einem Feldversuch die Wirkung verschiedener umweltschonender, auf Rapsölbasis hergestellter Korrosionsschutzmittel mit herkömmlichen mineralischen zu vergleichen (Tabelle 6).

Versuchsanlage

Für den Versuch standen unbeschichtete und mit Kunstharzfarbe beschichtete Stahlplatten zur Verfügung (Farbeschichtung durch Maschinenfabrik AEBI und Co. Burgdorf). Nach dem Entfetten wurden die Blechplatten in das Korrosionsschutzöl eingetaucht und danach während 160 Tagen unter einem Vordach freibewittert. In Anlehnung an die landwirtschaftliche Praxis haben wir den Versuch im Spätherbst

Tabelle 6. Daten der Korrosionsschutzöle

Proben-Nr.	Basis	Bezeichnung des Rostschutzmittels	
0	Rapsöl	Rapsöl ab Presse	
1	Rapsöl	BLASER	Blasol (Vasco Weichenantriebsöl)
2	Rapsöl	CASTROL	
3	Rapsöl	ESSO	EGL 44 117
4	Rapsöl	ESSO	Bio KOR
5	Rapsöl	FUCHS	(Motorex) Plantocorit - N
6	Rapsöl	MOTOREX	Öko-Rustprotect V 11.9
7	Rapsöl	PENTOL	Bio-Korrosionsschutzmittel
8	Rapsöl	VALVOLINE	Biocor
9		ohne Behandlung (zum Vergleich)	
10	mineralisch	MOTOREX	Rostschutzöl grün 186
11	mineralisch	MOTOREX	Fluid 808 (wasserunterwandernd)
12	mineralisch	PRAXIS	Mischung Diesel-/Motoröl 50/50

1994 angelegt, und er dauerte bis Frühjahr 1995. Die EMPA beurteilte die Wirkung der Korrosionsschutzöle auf die Beschichtung.

Ergebnisse (Tab. 7)

Der Einsatz von Korrosionsschutzöl auf Rapsölbasis ist für blanke, ungeschützte Maschinenteile empfehlens-

wert. Wenn man jedoch den auf farbbeschichteten Blechen entstehenden Oberflächenzustand als Beurteilungsgrundlage nimmt, erscheint ihre Anwendung zumindest noch fraglich. Einige Produkte weisen eine für die Applikation mit der Sprühpistole zu hohe Viskosität (> 25 mm²/s) auf. Eine Verdünnung mit umweltschonenden Lösungsmitteln kann hier Abhilfe schaffen.

Tabelle 7. Viskositätsverhalten, Rostschutzwirkung und Verhalten auf Farbanstrich von Korrosionsschutzölen (EMPA-Beurteilung)

Proben Nr.	Viskosität bei 23 °C / 0 °C mm ² /s	Rostschutzwirkung	Wirkung auf Farbanstrich
0	22 / 41	gut	leicht klebrig
1	21 / 44	gut	leicht verschmutzt
2	47 / 110	gut	klebrig
3	24 / 62	gut	fleckig verschmutzt
4	22 / 53	gut	fleckig verschmutzt
5	34 / 121	gut	stark klebrig
6	2 / 3	gut	leicht verschmutzt
7	22 / 101	gut	stark klebrig ¹⁾
8	36 / 135	gut	stark klebrig
10	3 / 4	gut	sauber
11	4 / 16	gut	sauber
12	4 / 16	ausreichend	sauber

1) Der Farbanstrich ist in Form einer Quellung angegriffen.

Schlussfolgerungen

Rapsöl ist biologisch gut abbaubar und deshalb geradezu das Paradebeispiel für den sinnvollen Einsatz als Verlustschmierstoff bei Motorkettensägen. Bedingt gilt das auch bei der Schmierung von Vakuumpumpen bei Güllefässern, dagegen nicht für die Melkanlagen.

Weil Rapsöl biologisch gut abbaubar ist, entsteht aber ein kaum überwindbarer Zielkonflikt mit der Forderung nach einer guten Alterungsstabilität, wenn es darum geht, ein Hydrauliköl über lange Zeit in einem geschlossenen Ölkreislauf störungsfrei betreiben zu können. Wie die Versuche zeigen, sind für termingerechte Ölwechsel regelmäßige zeit- und kostenaufwendige Ölanalysen unabdingbar. Ein weiteres Problem bilden die beobachteten Leckagen und Verharzungen. Wo Öl austritt, entstehen zusammen mit Luft, Staub und Feuchtigkeit unansehnliche Verharzungen, die nur mit viel Aufwand wieder zu entfernen sind.

Die technische Eignung von Schmier- und Hydraulikölen aus Raps ist nur in wenigen Fällen auch wirklich geprüft und zugelassen. Sie können darum nicht vorbehaltlos in die verschiedenen Schmier- und Hydrauliksysteme von

Landmaschinen eingefüllt werden. Um mögliche Garantieleistungen nicht zu verlieren, ist in jedem Einzelfall die Einwilligung des Maschinenherstellers einzuholen. Auch die Lagerhaltung der Schmiermittel auf dem Hof wird dadurch, dass Hydrauliköl auf Rapsbasis nicht in allen Maschinen bedenkenlos eingefüllt werden kann, wieder komplizierter. Die Fortschritte der vergangenen Jahre in dieser Richtung werden wieder weitgehend zunichte gemacht. Der Einsatz von Rostschutzöl auf Rapsölbasis kann für blanke Maschinenteile empfohlen werden. Auf Maschinenteilen mit Farbanstrich hinterlassen sie jedoch oft eine klebrige, unschöne Oberfläche.

Schmierstoffe und Hydrauliköl auf Rapsbasis sind im Ankauf 30 bis 50% teurer als die herkömmlichen Produkte. Dazu kommen noch Mehrkosten für kürzere Ölwechselintervalle und ein Mehraufwand für die Ölanalysen.

Die Schmierstoffe und Hydrauliköle aus Raps erfüllen die hoch gesteckten Erwartungen noch nicht. Trotzdem stellen sie zur Zeit eine wertvolle Alternative für bestimmte Einsätze wie beispielsweise der Verlustschmierung bei der Motorkettensäge dar.

Literatur

Buchser W.J. und Jäckle H.W., 1994. Bestimmung der Bioabbaubarkeit von nicht wasserlöslichen Flüssigkeiten (Schmieröle usw.) nach CEC L-33-A-94. CHIMIA 48 (6), 227–231.

Korber R., 1991. Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten aus Pflanzenölen für Landmaschinen. Forschungsberichte der Bundesanstalt für Landtechnik, A-Wieselburg, 24. 99 S.

Ruppert D., 1993. Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von umweltverträglichen Kettenschmierstoffen für Motorsägen. In: Biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Arbeitsflüssigkeiten (Ed. Bartz W.J. et al.). Expert Verlag, Ehningen, 159–176.

VDMA, 1994. Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten. Technische Mindestanforderungen, VDMA 24 568. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA). R. Bosch GmbH, Geschäftsbereich Hydraulik, Pneumatik, Stuttgart. 6 S.

VDMA, 1994. Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten. Umstellungsrichtlinien, VDMA 24 569. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA). R. Bosch GmbH, Geschäftsbereich Hydraulik, Pneumatik, Stuttgart. 4 S.