

Edgar Remmele, Bernhard Widmann und Hans Schön, Freising, sowie Bodo Wachs, München

Hydrauliköle auf Rapsölbasis

Umweltverträglichkeit beim Einsatz in mobilen Aggregaten

Vier Hydrauliköle auf Rapsölbasis wurden in acht landwirtschaftlichen Geräten eingesetzt. Die Einsatzbedingungen, wie thermische Belastung, Druckbelastung und nachgefüllte Ölmengen, wurden dokumentiert. Die über den Betriebszeitraum gewonnenen Hydraulikölproben wurden auf technische Kenngrößen und umweltrelevante Inhaltsstoffe untersucht und auf ihre biologische Abbaubarkeit und aquatische Toxizität getestet. Alle untersuchten Hydraulikölproben wiesen im CEC-Test einen „befriedigenden“ bis „sehr weitgehenden“ Abbau auf. Im Zahn-Wellens-Test wurde selten ein „unbefriedigender“, meist ein „befriedigender“ oder „weitgehender“ Abbau ermittelt. Die Ökotoxizität der Hydrauliköle war „mäßig“ bis „gering“.

Für die Verwendung rapsölbasierender Druckflüssigkeiten anstelle von Hydraulikölen auf Mineralölbasis sprechen vor allem die höhere biologische Abbaubarkeit und die zumeist geringere aquatische Toxizität der ungebrauchten rapsölbasierenden Produkte [11, 12]. Im „Bericht über den Einsatz biologisch schnell abbaubarer Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten und Maßnahmen der Bundesregierung“ [2] wird ein Maßnahmenpaket vorgestellt, durch das der Einsatz von biologisch schnell abbaubaren Hydraulikölen forciert werden soll. Unter anderem zieht die Bundesregierung in Erwägung, in umweltsensiblen Bereichen die Anwendung von Verlustschmierstoffen, welche nicht biologisch schnell abbaubar sind, zu verbieten.

Zielsetzung

Im Rahmen des Projektes „Umweltverträglichkeit von Hydraulikölen auf Rapsölbasis beim Einsatz in mobilen Aggregaten sowie Möglichkeiten der Wiederverwendung, Verwertung und Entsorgung“ sollten unter anderem Hydrauliköle auf Rapsölbasis in Abhängigkeit von der Betriebszeit und unter Praxiseinsatzbedingungen, bei denen unterschiedliche Druck- und Temperaturbelastungen auftreten, auf ihre biologische Abbaubarkeit und aquatische Toxizität getestet werden.

Methodisches Vorgehen

Im Feldversuch wurden vier unterschiedliche Hydrauliköle auf Rapsölbasis (A -D) in acht Mobilhydrauliken eingesetzt. Die Auswahl der Maschinen erfolgte unter dem Gesichtspunkt, Ölproben zu erhalten, die möglichst unterschiedlichen Druck- und Temperaturbelastungen ausgesetzt waren.

Hydrauliköl A wurde in einem Fendt Geräteträger GTA 380 mit Arbeitshydraulik und hydrostatischer Lenkung eingesetzt. Zwei Radlader Benfra 215 B mit Arbeitshydraulik, hydrostatischer Lenkung und hydraulisch unterstützter Bremse wurden mit den Hydraulikölen B und C befüllt. In einem gemeinsamen Ölhaushalt für Arbeitshydraulik, Lenkhydraulik und Getriebe eines Traktors Schlüter Eurotrac wurde das Hydrauliköl A verwendet. Hydrauliköl D kam in einem Traktor John Deere 6400 mit gemeinsamem Ölhaushalt für Arbeitshydraulik, Lenkhydraulik, Naßbremsen und Getriebe zum Einsatz. Da bei diesem Traktor ein häufiger Wechsel überbetrieblich genutzter Anbaugeräte stattfindet, wurde dieser Traktor mit einer Zusatz-Ölversorgung, bestehend aus Hydraulikpumpe, Öltank und Steuergerät, ausgerüstet, um eine mögliche Vermischung des rapsölbasierenden Hydrauliköls mit mineralölbasierendem Hydrauliköl zu verhindern. Dieser zweite Hydraulikölkreislauf wurde mit mineralischem Hydrauliköl betrieben. In drei Mähdreschern ähnlicher Leistungsklassen der Firma Claas, davon zwei mit Allradantrieb, wurden die Ölhaushalte des hydrostatischen Fahrtriebs mit den Hydraulikölen A, B und C befüllt. Die Umölung, sofern notwendig, erfolgte nach VDMA 24569 [10] oder nach Firmenangaben.

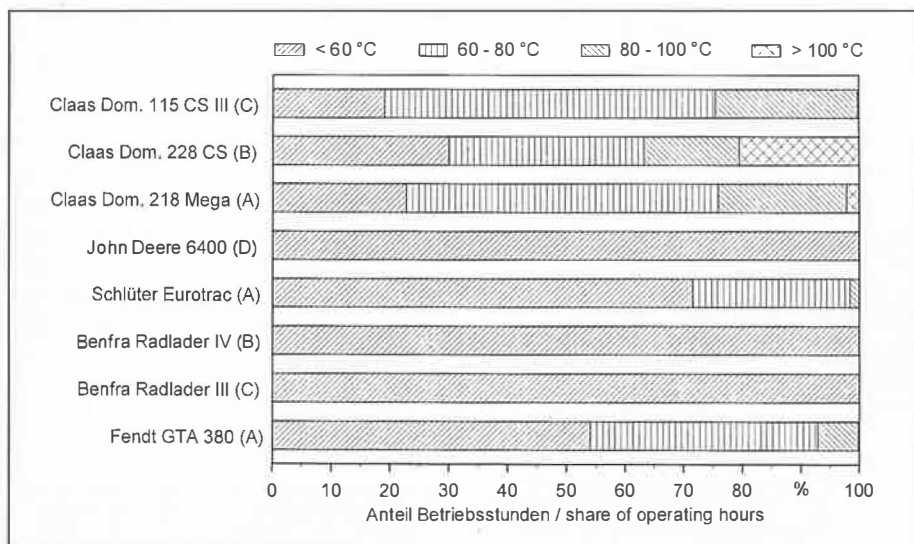


Bild 1: Temperaturbelastung von Hydraulikölen auf Rapsölbasis (A-D) in landwirtschaftlichen Maschinen
Fig. 1: Thermal load of hydraulic fluids based on rapeseed oil (A-D) in agricultural machinery

Dipl.-Ing. agr. Edgar Remmele ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. Bernhard Widmann ist Leiter der Arbeitsgruppe Pflanzenöle an der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik. Prof. Dr. Dr. Hans Schön ist Direktor des Instituts und der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Vöttinger Straße 36, 85354 Freising. RD Dr. Bodo Wachs ist Leiter des Sachgebiets Umweltverhalten von Schadstoffen am Institut für Wasserforschung im Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Kaulbachstraße 37, 80539 München.
Das Projekt wurde finanziert durch das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen und durchgeführt in Zusammenarbeit mit der Esso AG. Referierter Beitrag der LANDTECHNIK.

Für den Einsatz rapsölbasierender Druckflüssigkeiten ist jedoch nicht geklärt, in welchem Maße sich die biologische Abbaubarkeit und die aquatische Toxizität während des Einsatzes dieser Hydrauliköle ändern. Diese Frage stellt sich besonders im Hinblick auf unvermeidbare Ölverluste an Schnellkupplungen [8] und Ölverluste durch Schlauchplatzer und Leckagen.

Eine Literaturrecherche zeigte, daß bisher keine umfassenden Untersuchungen zur biologischen Abbaubarkeit und Ökotoxizität gebrauchter Hydrauliköle auf Rapsölbasis vorliegen [1, 3, 7, 9].

Tab. 1: Umweltverträglichkeit von Hydraulikölen auf Rapsölbasis in Abhängigkeit der Betriebsstunden und des Maschinentyps

Table 1: Environmental impact of hydraulic fluids based on rape-seed oil, depending on operating hours and on type of machinery

Öl Oil	getrennter Ölhaushalt für Hydraulik und Getriebe / separate oil reserve for hydraulic and transmission				gemeinsamer Ölhaushalt für Hydraulik und Getriebe / combined oil reserve for hydraulic and transmission				hydrostatischer Fahrtrieb / hydrodynamic drive			
	Bh [h]	CH ₂	CSB	Tox.	Bh [h]	CH ₂	CSB	Tox.	Bh [h]	CH ₂	CSB	Tox.
A	0	..	.....	■	0	..	.....	■	0	..	.....	■
	558	...	....	■	518	...	....*	■	275	...	....	■
	949	.....	—*	■	757	...	—*	■	600	..	.....	■
	1023	.....	—*	■	1003	..	....	■	925	..	.....	■
	1202	...	—*	■	1166	..	....	■		
B	0	..	....	■					0	..	....	■
	523	...	.....	■					258	...	.....	■
	793	..	.....	■					483	..	.....	■
	1100	..	.....	■					580	..	.....	■
C	0	..	....	■					0	..	....	■
	362	.	....	■					273	...	.....	■
	510	..	.....	■					612	..	....	■
	658	..	....	■					901	..	....	■
D					0	...	....	■		
					569	...	.....	■		
					1124	...	.....	■		
					1751	.....	.....	■		
					2112	...	....	■		
				2315	...	....	■			

* Testergebnis liegt noch nicht vor / not tested yet

Biologischer Abbau / Biodegradability:

- vollständig/complete
- sehr weitgehend/very extensive
- weitgehend/extensive
- befriedigend/satisfying
- unbefriedigend/non satisfying
- sehr schlecht/very poor

Bh: Betriebsstunden/operating hours CH₂: CEC-Test

Toxizität / Toxicity:

- nicht vorhanden, unbedeutend/not existing, negligible
- gering/slight
- mäßig/moderate
- stark/very toxic
- sehr stark/highly toxic

CSB: Zahn-/Wellens-Test Tox.: Toxizität/Toxicity

Zur Dokumentation der Einsatzbedingungen der Fahrzeuge wurden in allen Hydraulikölsystemen die auftretende thermische Belastung und in einigen die Druckbelastung ermittelt. Nachgefüllte Ölmengen und besondere Vorkommnisse wurden über Bordbücher erfaßt. Der technische Zustand der Hydrauliköle wurde durch die Kenngrößen Aussehen, Anteil ungelöster Stoffe, Wassergehalt, kinematische Viskosität bei 40 °C und Neutralisationszahl sowie der Elementaranalyse von Inhaltsstoffen beschrieben.

Die biologische Abbaubarkeit wurde anhand des Stoffparameters Kohlenwasserstoffe zum einen als CH₂-Bande im IR-Spektrum (CEC L-33-A-94 [4] oder DIN 51828-2 [6]) und zum anderen als CSB (Zahn-Wellens-Verfahren, DIN EN 29888 [5]) ermittelt. Zur Abschätzung des aquatischen Gefährdungspotentials der Hydrauliköle wurden Testverfahren mit Einzelspezies aus unterschiedlichen Trophiestufen eingesetzt. Die Prüfsysteme sind im einzelnen: Abwasserbakterien der Münchener Kläranlage, Leuchtbakterien, Planktonalgen, Gartenkresse, Planktonkrebse, Goldorfen.

Ergebnisse

Die thermische und die Druckbelastung der eingesetzten Hydrauliköle waren in den Hydrostaten der Mähdrescher am höchsten; die geringsten Belastungen traten in den beiden Radladern auf. Bei allen eingesetzten Traktoren und Radladern war der Anteil der Temperaturen über 80 °C im Hydraulikölkreislauf kleiner 10 %. In den Hydrostaten der Mähdre-

scher waren die Temperaturbelastungen deutlich höher, es traten auch nennenswerte Anteile der Temperaturen über 100 °C auf. Bild 1 zeigt die thermische Belastung der Hydrauliköle als prozentualen Anteil an den Betriebsstunden in vier Temperaturklassen.

Die Ölalterung, hervorgerufen durch Oxidation, hydrolytische Spaltung und Polymerisationsvorgänge, wurde anhand der Änderungen der kinematischen Viskosität und der Neutralisationszahl verfolgt. Außer beim Traktor John Deere mit mehr als 2300 Betriebsstunden, mußte aufgrund der Ölalterung kein Ölwechsel in Erwägung gezogen werden. Zum Teil führten nachgefüllte Ölmengen zur merklichen Verbesserung der Ölqualität. Bedingt durch Leckagen, Reparaturarbeiten, Probenahme und Tropfverluste wurde beim Geräteträger Fendt, als Extrembeispiel, während der 1200 Betriebsstunden das gesamte Ölvolumen einmal erneuert.

Zum Teil wurde in den Hydraulikölproben ein starker Anstieg des Zinkgehaltes festgestellt. In einer Hydraulikölprobe A aus dem Traktor Schlüter Eurotrac wurde als maximal erreichte Zink-Konzentration 395 mg/kg analysiert; bei einem Zinkgehalt des ungebrauchten Öles, der unter der Nachweisgrenze von 1 mg/kg liegt. Außerdem nahm in einigen Hydraulikölen der Fahrzeuge auch der Gehalt an Blei, Eisen und Kupfer zu. Möglicherweise führten Abrieb und Reaktionen von Grundöl und Additiven mit metallhaltigen Bauteilen zu den beobachteten Veränderungen im Öl. Ein In-Lösung-Gehen von

Ablagerungen zinkhaltiger Additive aus mineralischen Hydraulikölen kann zumindest in einem der Fälle ausgeschlossen werden, da der Traktor bereits zuvor über 3300 Betriebsstunden mit einem nicht zinkadditiven Hydrauliköl auf Rapsölbasis betrieben wurde. Unter den untersuchten Hydraulikölen nimmt das Hydrauliköl D eine Sonderstellung ein, da es für einen gemeinsamen Ölhaushalt für Arbeitshydraulik, Getriebe und Naßbremsen entwickelt wurde. So war im Hydrauliköl D bereits im Frischöl Zink aus Additiven nachzuweisen.

Für alle untersuchten Hydraulikölproben läßt sich feststellen, daß das biologische Abbauverhalten nach dem CEC-Test zumindest immer „befriedigend“ war, in den meisten Fällen jedoch mit „sehr weitgehend“ zu beschreiben ist. Die Einschätzung der biologischen Abbaubarkeit durch die CSB-Abnahme im Zahn-Wellens-Verfahren ergab, daß die Hydraulikölproben teilweise einen „unbefriedigenden“ Abbau aufwiesen, meist aber „befriedigend“ oder „weitgehend“ abbauten. Die mit dem Peptontest und anderen Prüfsystemen wie Leuchtbakterien, Algen, Daphnien und Kresse untersuchte aquatische Toxizität wurde stets mit „gering“ oder „mäßig“ bewertet. Die Ergebnisse der Testverfahren zur biologischen Abbaubarkeit und Ökotoxizität sind in Tabelle 1 zusammengefaßt. Die Schlußfolgerungen beziehen sich auf die Wirkung der in 22 Stunden aus 25 g Öl pro 1 l Wasser eluierbaren Schadstoffe.

Tendenziell besteht ein Zusammenhang zwischen erhöhten Schwermetallgehalten in den Hydraulikölproben und geringeren Abbauraten beziehungsweise erhöhter Toxizität. Ein Zusammenhang zwischen Polymerisationsvorgängen im Hydrauliköl, welche zur Verzweigung der Kohlenstoffketten führen, und einer dadurch herabgesetzten Abbaubarkeit kann nicht sicher bekräftigt werden.

Zusammenfassung

Der Umweltvorteil einer höheren biologischen Abbaubarkeit und geringeren Ökotoxizität der untersuchten Hydrauliköle auf Rapsölbasis gegenüber mineralischen Hydraulikölen bleibt selbst nach deren Gebrauch erhalten.

Literaturhinweise sind unter LT 97314 vom Verlag erhältlich.

Schlüsselwörter

Hydrauliköle, Rapsöl, Abbaubarkeit, Ökotoxizität

Keywords

Hydraulic fluids, rape-seed oil, biodegradability, ecotoxicity