

Fluidtechnik für den Maschinen- und Anlagenbau
Organ des Forschungsfonds Fluidtechnik im VDMA

Antriebe:

Komplette lineare Antriebslösungen aus einer Hand

Simulation:

Dynamische Analyse eines hydraulischen Antriebs für eine Klappbrücke

Sensorik:

Hochdruckfeste Miniatorsensoren für die Hydraulikindustrie

Wissenschaft und Forschung:

Tieftemperaturuntersuchung von Zahnradpumpen



Druckflüssigkeiten:

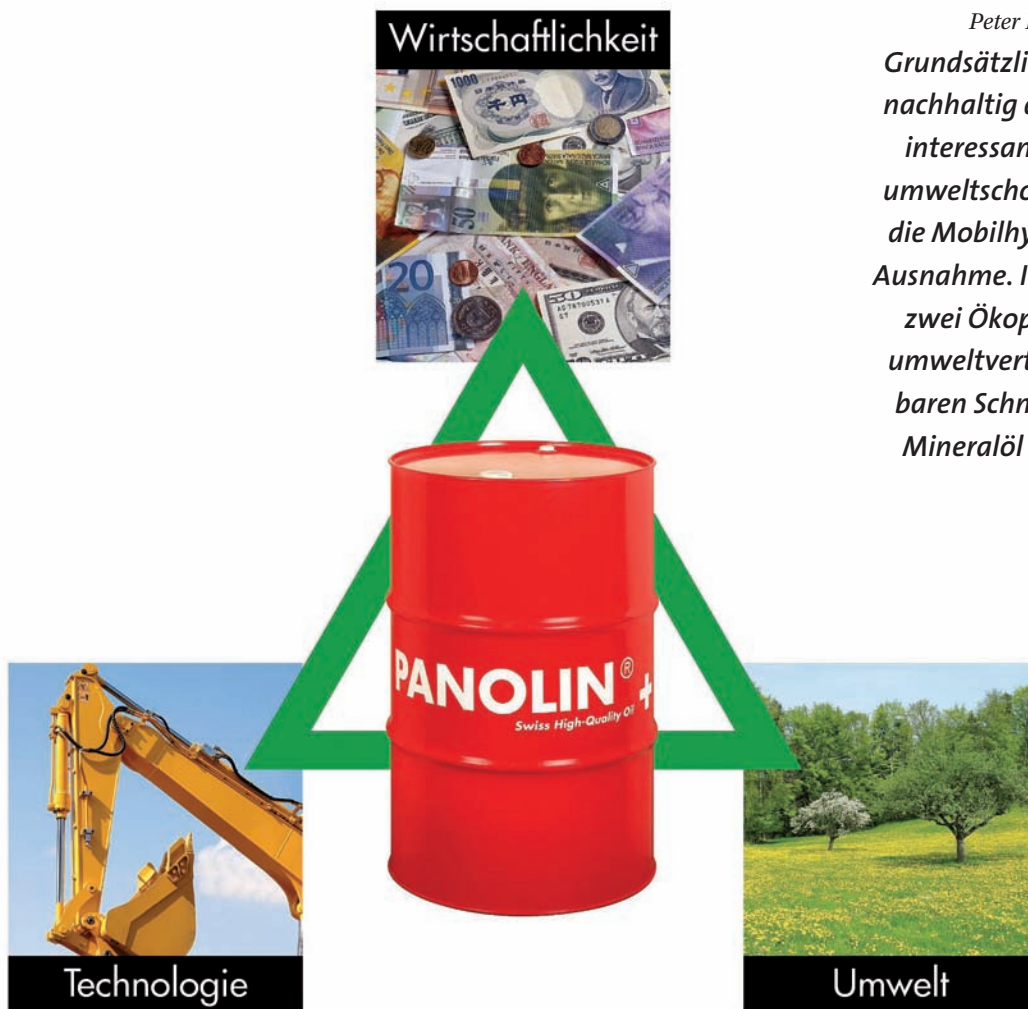
Die Ökobilanz von Schmierstoffen für mobile Hydrauliken

Nachhaltigkeit setzt sich durch!

Die Ökobilanz von Schmierstoffen für mobile Hydrauliken

Peter Rohrbach, Patrick Lämmle

Grundsätzlich werden sich nur Konzepte nachhaltig durchsetzen, die ökonomisch interessant, technisch ausgereift und umweltschonend sind. Schmierstoffe für die Mobilhydraulik machen dabei keine Ausnahme. In diesem Fachbeitrag werden zwei Ökopprofile verglichen: das eines umweltverträglichen biologisch abbaubaren Schmierstoffs mit dem eines auf Mineralöl basierenden Schmierstoffs.



Seit der zweiten Hälfte des vorletzten Jahrhunderts haben mobile Hydrauliken dem Menschen schwere körperlich Arbeitsgänge abgenommen, insbesondere auf den Gebieten der Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Minensektor oder Baugewerbe. Die Ziele der Maschinenhersteller waren, die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen zu erhöhen und gleichzeitig die Menge des benötigten Schmierstoffs, also die Tankgröße zu reduzieren. Eine Konsequenz dieser Ent-

wicklungen ist, dass in modernen Hydrauliken die Schmierstoffe viel höhere Anforderungen bezüglich thermo-oxidativer Stabilität und Verschleißschutz (Festigkeit des Schmierfilms) erfüllen müssen [1].

Seit den späten 80er Jahren des vorletzten Jahrhunderts sind mögliche negative Auswirkungen der Schmierstoffe in mobilen Maschinen auf die Umwelt ein Thema geworden. Viele Organisationen und Länder haben in der Folge so genannte Eco-Labels entwickelt; die bekanntesten sind RAL in Deutschland [2], Schwedischer Standard [3], Europäisches EcoLabel [4] und BioPreferred® in den USA [5]. Die meisten dieser Eco-Label setzen Grenzwerte fest für die Wasser-Toxizität (z. B. Algen - OECD 201, Daphnia - OECD 202, Fische - OECD 202) und fordern eine komplette biologische Abbaubarkeit (OECD 301 B) in kurzer Zeit.

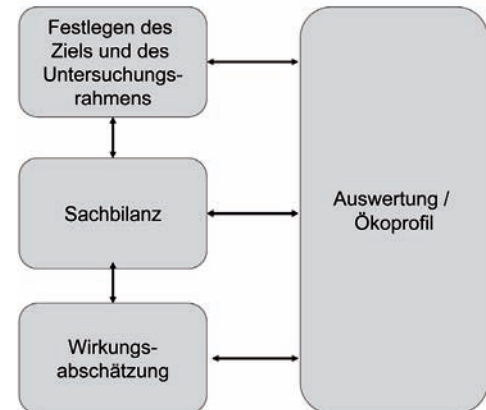
Nachhaltigkeitsdreieck für umweltschonende Schmierstoffe

Lange Zeit herrschte die Meinung vor, dass sich Wirtschaftlichkeit, technologischer Fortschritt und Umweltschutz gegenseitig ausschließen würden. Die seit Jahren verfügbaren modernen umweltverträglichen Schmierstoffe, die sowohl die Anforderungen der wichtigsten Eco-Labels als auch die der Maschinenhersteller erfüllen, beweisen, dass dies nicht mehr zutrifft. Heute stehen für alle Anwendungsbereiche Schmierstoffe zur Verfügung, die die Forderungen des Nachhaltigkeitsdreiecks erfüllen (Bild 1). Langjährige Erfahrungen belegen, dass die Schmierstoffe auf der Basis von wasserunlöslichen Estern der Klasse ISO 6743/4 - HEES, den Anforderungen eines modernen Nachhaltigkeits-Konzeptes gerecht werden.

Autoren: Dr. Peter Rohrbach, PhD in Elektrochemie der Universität Bern;
Patrick Lämmle, Mitglied der Geschäftsleitung PANOLIN AG



1: Das Nachhaltigkeits-Dreieck und die Vorteile der synthetischen Schmierstoffe auf Ester-Basis (ECL)



2: Ermittlungsschema gemäss ISO 14040

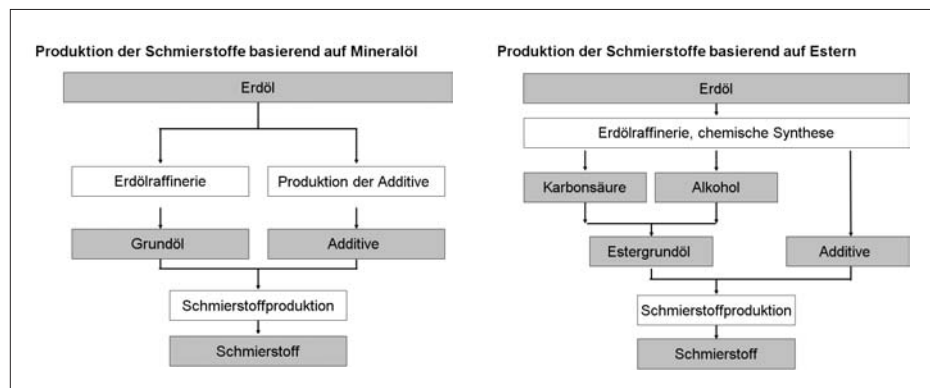
Ökobilanzen für Schmierstoffe

Seit etwa zehn Jahren werden die Auswirkungen der Schmierstoffe auf die Umwelt umfassender bewertet. Seit Neuestem werden alle Belastungen während des ganzen Lebenszyklus in die Bewertung einbezogen. Das Resultat einer solchen Analyse ist eine Ökobilanz (englisch: Life Cycle Analysis, LCA). Die Vorgehensweise für deren Erarbeitung ist in den Normen ISO 14040 und ISO 14044 festgelegt (Bild 2). Ökobilanzen ermöglichen es, die Auswirkungen auf die Umwelt von zwei oder mehreren Schmierstoffklassen miteinander vergleichen zu können, z. B. von Schmierstoffen auf der Basis von Mineralöl bzw. synthetischen Estern.

Die Ökobilanzen wurden von PANOLIN in Zusammenarbeit mit einem international tätigen Institut auf diesem Fachgebiet erarbeitet. Das Ziel ist es, die Umweltverträglichkeit der Schmierstoffe basierend auf synthetischen Estern bzw. Mineralöl miteinander zu vergleichen und aufzeigen zu können, welche Prozesse von der Herstellung bis zur Entsorgung die Umwelt am stärksten beeinflussen. Diese Ökobilanzen erfassen unter anderem die folgenden umweltrelevanten Aspekte:

- Produktion der Rohstoffe,
- Produktion der Energie-Träger,
- Produktion des Hydrauliköls.

Die Ökopprofile geben einen Hinweis auf die Umweltbelastung für 1 kg Hydrauliköl (funktionelle Maßeinheit). Wie bei solchen Ökobilanzen üblich, wurden die Transporte der Rohmaterialien und indirekt verbundene Prozesse wie das Errichten von Gebäuden, Produktion von Gerätschaften oder Transportmittel etc. nicht in die Untersuchungen einbezogen.



3: Fließschema der Produktionen der Schmierstoffe basierend auf Mineralöl bzw. Estern

Für die korrekte Ermittlung der Ökobilanz eines Schmierstoffes müssen die Materialflüsse (Inputs, Outputs) der wichtigen Prozesse berücksichtigt werden, insbesondere der Einsatz von Rohmaterialien, von fossilen Brennstoffen, Produkten, Emissionen in Luft, Wasser, Boden und Abfällen. Umfassende Datenbanken erleichtern heute das Zusammentragen dieser Informationen [7 bis 14].

Wirkungskategorien – Ermitteln der Wirkungsindikatoren

Die Auswirkungen der Prozesse auf die Umwelt, die von der Herstellung der Schmiermittel bis zu deren Entsorgung notwendig sind, werden in verschiedenen Wirkungskategorien erfasst und quantifiziert. Es wird also pro Prozess und Wirkungskategorie ein Wirkungsindikator ermittelt [9]. Die Wirkungsindikatoren sind Kennzahlen; je größer diese ist, desto größer sind die negativen Auswirkungen auf die Umwelt.

Ökopprofil eines Schmierstoffes

Die Kennzahlen der einzelnen Wirkungskategorien werden nicht weiter zusammengefasst. Deshalb ist das Ökopprofil eines Schmierstoffes nicht eine Zahl, sondern eine Tabelle oder Grafik, die den Einfluss auf alle Wirkungskategorien aufzeigt (Bild 3).

Wirkungskategorien

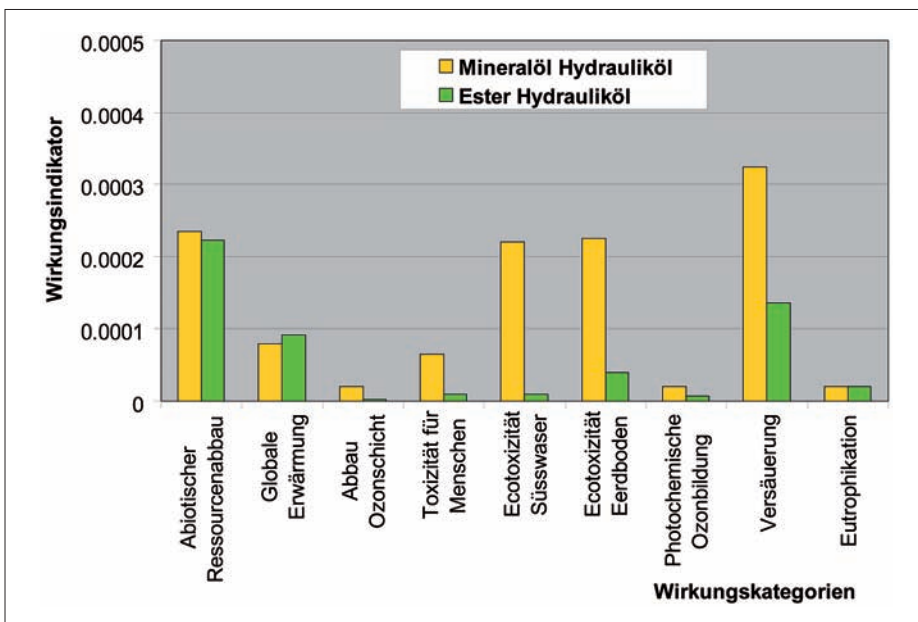
In dieser Studie wird die CML-LCA2-Methode angewandt und die folgenden Wirkungskategorien berücksichtigt (Tabelle 1).

Ökopprofile der zwei Schmierstofftechnologien

Werden die Ökopprofile von zwei Schmierstoffen einander gegenübergestellt, so muss auch die Verbrauchsdauer berücksichtigt werden. Ist die des einen Schmierstoffes im Vergleich zum anderen doppelt so lang, dann reduzieren sich die Auswirkungen auf

Wirkungskategorien	Beschreibung [15]
abiotischer Ressourcenabbau	Dieser Indikator betrifft die Gewinnung von knappen Mineralien und fossilen Brennstoffen. Der abiotische Ressourcenabbau-Faktor (ADF) wird für die Gewinnung/Abbau von nur in begrenzten Mengen vorhandenen Mineralien und fossilen Brennstoffen ermittelt und basiert auf den verbleibenden Reserven und der Menge der Gewinnung.
globale Erwärmung	Klimaveränderungen werden durch den Ausstoss von "Treibhaus-Gasen" wie z. B. Kohlendioxyd (CO2) ausgelöst. Das Globale-Erwärmungs-Potenzial wird über einen Zeitraum von 100 Jahren (GWP100) ermittelt und in kg CO2 -Äquivalenten angegeben.
Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre	Die Beschädigung der Ozonschicht durch Chemikalien bedingt, dass immer mehr schädliches UV-Licht auf die Erdoberfläche trifft. Das Potenzial eines Gases zur Reduktion der Ozonschicht wird ausgewiesen in kg CFC-11-Äquivalenten (Chlorofluor-Kohlenstoff-11-Äquivalente).
Toxizität für Menschen	Viele chemische Substanzen wirken sich negativ auf die Gesundheit der Menschen aus. Das toxische Potenzial einer Substanz für Menschen wird in kg 1,4-Dichlorobenzene-Äquivalenten (1,4-DB-Äquivalente) ausgewiesen.
Ecotoxizität für Lebewesen im Süßwasser	Die Emissionen mancher Substanzen haben negative Auswirkungen auf die Ökosysteme im Süßwasser und Erdboden.
Ecotoxizität für Lebewesen im Erdreich	Diese Auswirkungen werden von jeder Substanz ermittelt und in kg 1,4-Dichlorobenzene Äquivalenten (1,4-DB-Äquivalente) für die beiden Ökosysteme Süßwasser und Erdreich separat ausgewiesen.
photochemische Ozonbildung (Sommersmog)	Stickoxyde (ein verbreiteter Schadstoff) und flüchtige organische Verbindungen (VOC) in der Umgebungsluft führen bei Einstrahlung von Sonnenlicht zur Bildung von Ozon. Das Potenzial für die photochemische Ozon-Bildung wird in kg Ethylen-Äquivalente ausgewiesen.
Versäuerung	Saure Gase wie z. B. Schwefeldioxyd reagieren in der Atmosphäre mit Wasser und erzeugen „sauren Regen“, der das Ökosystem schwächen kann. Das Säurebildungs-Potenzial wird in kg Schwefeldioxyd-Äquivalenten (kg SO2-Äquivalenten) ausgewiesen.
Eutrophikation	Nitrate und Phosphate sind essentielle Substanzen für das Leben. Zu hohe Konzentrationen im Wasser bewirken ein exzessives Algenwachstum, wodurch der Sauerstoffgehalt drastisch sinkt und so das ganze Ecosystem geschädigt wird. Das Eutrophikations-Potenzial wird in kg PO4 -Äquivalenten ausgewiesen.

Tabelle 1: Wirkungskategorien dieser Studie



4: Vergleichende Wirkungsabschätzung eines synthetischen umweltfreundlichen Schmierstoffes auf Esterbasis (ECL) und eines auf Mineralölbasis

die Umwelt, und somit die Wirkungspotenziale pro kg auf die Hälfte.

Zusammenfassung

In dieser Studie werden zwei Ökopprofile verglichen, nämlich dasjenige eines umweltverträglichen biologisch abbaubaren mit demjenigen eines auf Mineralöl basierenden Schmierstoffes. Die Ermittlung der Wirkungspotenziale der einzelnen Wirkungskategorien erfolgte nach der CML-LCA2-Methode. Beim synthetischen Schmierstoff hat die Veresterung, also die Herstellung des Grundöls aus den beiden Rohstoffen Alkohol und Karbonsäure den größten negativen Effekt auf die Umwelt; bei der Mineralöl basierenden Alternative ist es die Herstellung des Grundöls. Werden alle Aspekte eines Schmierstoffes in mobilen Hydrauliken gemäß dem Nachhaltigkeitsdreieck berücksichtigt, insbesondere neben dem Ökopprofil auch der Anwendungsnutzen, dann ergeben sich im Vergleich zu der Mineralöl basierenden Alternative für den umweltfreundlichen, biologisch abbaubaren Schmierstoff langfristig betrachtete klare Vorteile.

Literaturhinweise

[1] Machinery Lubrication (1/2008) Internet 05/11: Brendan Casey: Mobile Hydraulic Equipment, Increasing the Pressure: <http://www.machinerylubrication.com/Read/1287/mobile-hydraulic-equipment>

[2] RAL: <http://www.blauer-engel.de/de/produkte/marken/vergabegrundlage.php?id=88>

[3] Swedish Standard: <http://www.sis.se/en/petroleum-and-related-technologies/lubricants-industrial-oils-and-related-products/ss-155454>

[4] Establishing ecological criteria and the related assessment and verification requirements for the award of the Community Eco-label to lubricants (26 April 2005 - 2005/360/EC)

[5] USA/BioPreferred: <http://www.biopreferred.gov/?SMSESSION=NO>

[6] ISO 1643: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26482

[7] Frischknecht, R. et al.: Ökoinventare von Energiesystemen, 3. Auflage, ETH, Zürich, 1996

[8] Bruijn, W. et al.: Karakterisering van raffinaderijen; Lucht 24, Ministerie van VROM, Januari 1984

[9] Pesik, P.J.; van der Ven, B.L.: LCA smeermiddelen, TNO report R95-387, December 1995

[10] Association of Plastics Manufacturers (APME), Ecoprofiles of chemicals and polymers, Published by APME Brussels, 1999

[11] Association of Plastics Manufacturers (APME), Ecoprofiles of the European plastics industry. Report no.14: Polymethyl methacrylate. A report for the Methacrylates Technical Committee, Methacrylates Sector Group, CEFIC, September 1997

[12] Panolin: Information on the Madetswil plant

[13] Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Third Edition, European Environment Agency, Copenhagen, 2001

[14] Guinée, J.B. et al.: Life cycle assessment - an operational guide to the ISO standard, vol. I, II and III, Institute of Environmental Sciences Leiden (CML), University of Leiden, May 2001

[15] <http://www.bre.co.uk/greenguide/files/CharacterisationBriefingDocumentFinal.pdf> (Internet February 2007)

KLEENOIL PANOLIN

www.vfmz.net/1096370

Bildnachweis: Verfasser