

Strenge Kriterien für moderne Schmierstoffe

Patrick Lämmle und Peter Rohrbach

Sonderdruck aus der

VDBUM



Verband der
Baumaschinen-
Ingenieure
und -Meister e.V.

INFORMATION 1-05
Februar - 33. Jahrgang

Prüfung der Sedimentationsstabilität
Selbstverdichtender Betone

Hochwertige Schmierstoffe für
ungestörten Maschinenbetrieb

Gefährdungspotenziale durch
regelmäßige Inspektionen erkennen

Betontechnik:
Moderne
Technologie
nicht nur für
kühne Entwürfe



Leistungsstarke Mischtechnik
für riesigen Staudamm



Verkleinerte Bauteile und
Lagerer auf



Direkte Verbindung für
digitale Bauteile

www.vdbum.de

Strenge Kriterien für moderne Schmierstoffe

Patrick Lämmle und Peter Rohrbach

Umweltschonende Schmierstoffe müssen neben den Leistungsanforderungen, wie Verschleißschutz und thermo-oxidative Stabilität, die von Maschinenherstellern (OEM) definiert werden, auch solche bezüglich eines minimalen Schadenpotenzials auf die Umwelt erfüllen. Mit Hilfe von Toxizitäts- und Ökotoxizitätstests werden mögliche negative Auswirkungen auf Säugetiere, im Wasser lebende Mikroorganismen und Pflanzen ermittelt.

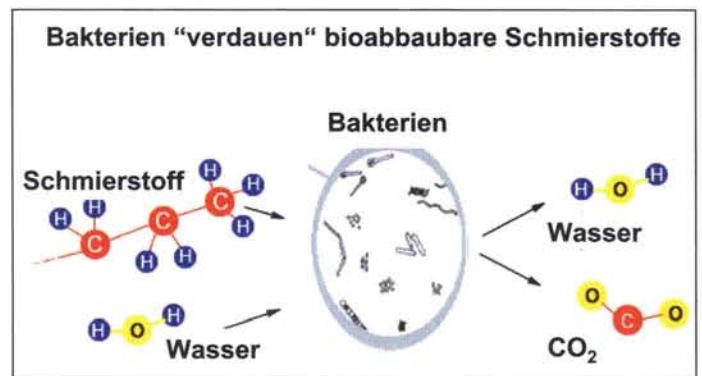
Die Wirkung eines Schmierstoffes in der Umwelt wird durch biologische Abbaubarkeitstests simuliert. Mikroorganismen sind stets in der Umwelt vorhanden und bauen umweltschonende Schmierstoffe schnell ab. Nicht biologisch abbaubare Produkte verbleiben lange Zeit in der Natur und schädigen das Ökosystem.

Die Verwendung umweltschonender Schmierstoffe wird empfohlen, in einigen Ländern von den Behörden sogar gefordert, um mögliche Umweltschäden, die durch Leckagen (Ölunfälle) oder Tropfverluste entstehen, minimal zu halten.

Im Boden oder Wasser lebende Mikroorganismen und Kleinsttiere können abgetötet werden, wenn sie mit Schmierstoffen, die giftige Substanzen enthalten, in Berührung kommen. Auch nichttoxische Schmierstoffe, die ins Wasser gelangen, können Fische oder Daphnien töten, weil sie deren Atemwege blockieren. Dieser Umstand macht es notwendig, dass in die Biosphäre eintretende Schmierstoffe so schnell wie möglich entfernt werden, damit sich das Ökosystem rasch erholen kann. Ein solches Ziel wird am besten mit Produkten erreicht, die durch Mikroorganismen rasch zu nichtgiftigen Endprodukten wie Kohlendioxid und Wasser umgewandelt werden.

In den vergangenen 30 bis 50 Jahren entwickelten sich die Ökologie- und Toxikologiewissenschaften weiter. Dank

Beim ultimativen biologischen Abbau werden biologisch abbaubare Schmierstoffe größtenteils zu Wasser und Kohlendioxid umgewandelt [1].



deren Anstrengungen kann sich die Industrie heute auf klar definierte und standardisierte Tests stützen, die alle ökotoxikologischen Facetten von Schmierstoffen erfassen.

Der Begriff „biologisch abbaubar“ ist nicht klar definiert und beschreibt die ökotoxikologischen Eigenschaften von Schmierstoffen nicht eindeutig. Der biologische Abbau geht in der Natur schrittweise vor sich. In einem ersten Schritt, dem primären Abbau, entstehen Bruchstücke, die für die Umwelt oft immer noch schädlich sein können. Beim endgültigen Bioabbau (ultimate biodegradability) sind die Endprodukte ungiftig und bestehen hauptsächlich aus Kohlendioxid und Wasser. Die Bezeichnung „biologisch abbaubar“ kann sich sowohl auf den primären als auch auf den vollständigen Abbau beziehen. Deshalb ist es wichtig zu beachten, auf welchen Abbau sich die Aussage „biologisch abbaubar“ bezieht.

In den frühen 1980er Jahren wurden Tests zur Bestimmung des Primärabbaus entwickelt, heute noch bekannt ist vor allem der CEC L-33-A-93-Test (vormals T 84-Test). International anerkannte Spezifikationen für umweltschonende Schmierstoffe oder Ökolabels wie der deutsche Blaue Engel oder der neue Eurolabel akzeptieren Primärabbautests

nicht, da ihre Aussagefähigkeit zu gering ist. Insbesondere berücksichtigen diese Tests nicht den Sachverhalt, dass in den ersten Abbauschritten Produkte entstehen können, die sogar umweltbelastender sein können als das ursprüngliche Ausgangsprodukt, weil die kleineren Bruchstücke eine bessere Bioverfügbarkeit aufweisen und so z.B. durch Resorption durch die Haut in den Körper gelangen können.

Moderne Spezifikationen für umweltschonende Schmierstoffe fordern immer einen raschen, vollständigen biologischen Abbau, weil nur dadurch sichergestellt ist, dass potenziell schädliche Komponenten eine solche Wirkung nicht entfalten können. Der Endabbau von Schmierstoffen wird heute mit standardisierten Tests der OECD-Reihe, vor allem mit OECD 301 B ermittelt.

In der Literatur [3] werden Vergleichsdaten für Grundflüssigkeiten aufgeführt (siehe Tabelle). Aus den Daten geht her-

vor, dass Ester, Mineralöl und Poly- α -olefin sehr unterschiedliche Abbauperhalten zeigen. Esterbasierte Schmierstoffe erfüllen die Anforderungen an die Bioabbaubarkeit wichtiger Eco-Labels (60 % im OECD 301B-Test). Bei den PAOs ist die Spannweite groß. Es ist bekannt, dass die kurzkettigen, niedrig viskosen PAOs gute Abbauwerte aufweisen, jedoch höher viskose PAOs, wie sie z.B. in Motoren- oder auch in Hydraulikölen eingesetzt werden, erfüllen die Anforderung 60 % im OECD 301B-Test nicht.

Orientierungshilfen für den Anwender

Damit trotzdem ohne großen Aufwand die richtigen Kaufentscheidungen getroffen werden können, wurden von verschiedenen Organisationen die so genannten

Bioabbaubarkeitstest	Mineralöl	Poly- α -olefine (PAO)	Synthetische Ester (ESTER)	Natürliche Ester (RAPS)	Anforderung der Eco-Labels*
Primäre Bioabbaubarkeit CEC L-33-A-93	20-30%	25-35%	85-95%	>95%	Test ist nicht akzeptiert
Vollständige Bioabbaubarkeit OECD 301 B	20-35%	30-70%	85-95%	>95%	> 60%

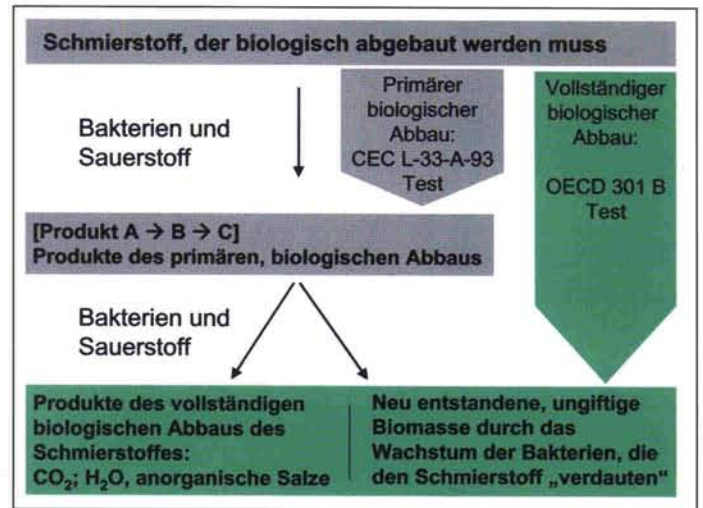
Bioabbaubarkeit in % in Abhängigkeit des Grundöls und der Testmethode (*z.B. Blauer Engel, European Eco-Label).

„Eco-Labels für umweltfreundliche Schmierstoffe“ geschaffen, zu erwähnen insbesondere der Blaue Engel in Deutschland und der erst kürzlich neu eingeführte „European Eco-Label für Schmierstoffe“ der EU. Produkte, die eine dieser Kennzeichnungen tragen, erfüllen die Anforderungen, die heute an einen modernen umweltfreundlichen



Mineralöl und Poly- α -olefin bilden auf der Wasseroberfläche regenbogenfarbene Ringe.

Vergleich von Primärabbau und Endabbau [2].



Schmierstoff gestellt werden müssen. Es wird davon abgeraten, Produkte einzusetzen, die nicht alle Anforderungen eines Eco-Labels erfüllen und z.B. nur mit einem Testergebnis, meistens der Bioabbaubarkeit, angepriesen werden. Um-

weltfreundlich ist mehr als nur primär biologisch abbaubar; Toxizität gegen Tiere im Wasser und im Erdreich ist ein ebenso wichtiger Aspekt.

Leistungsfähigkeit von Ester- und PAO-basierenden Hydraulikölen

Die wichtigsten Kriterien für eine kostengünstige Schmierung sind der Schutz der Maschinenkomponenten, die Ölwechselintervalle/Menge Schmierstoff, die eingekauft werden muss, die Auswirkungen auf die Umwelt, die Unterhaltskosten sowie die Gesamtkosten über die Lebensdauer der Maschine.

Umweltschonende Schmierstoffe werden eingesetzt, um schädliche Auswirkungen auf die Umwelt und auch Beseitigungskosten zu minimieren, wenn durch eine Panne größere Mengen in die Umwelt gelangen. Mögliche Limits bezüglich der Bioabbaubarkeit PAO-

basierter Schmierstoffe im Vergleich zu Ester-basierenden Alternativen wurden bereits erläutert.

Eine PAO-Verschmutzung wird im Wasser einfach erkannt, weil diese wie Mineralöl die auf der Wasseroberfläche bekannten, regenbogenfarbenen Ringe bilden. Eine Verschmutzung des Wassers durch PAO kann optisch nicht von einer durch Mineralöl unterschieden werden. PAOs bieten hinsichtlich dieses Aspekts keinen Vorteil gegenüber Mineralöl.

Um Maschinen und deren Komponenten unter allen Arbeitsbedingungen zu schützen, und zwar vom Kaltstart bis zum Dauerbetrieb bei hohen Temperaturen, ist das Viskositätsverhalten des Schmierstoffes über den ganzen Temperaturbereich von entscheidender Bedeutung. Moderne, optimierte Esterformulierungen zeigen dieses wichtige Viskositätsverhalten.

Ein sehr tiefer Pour Point gewährleistet die Pumpbarkeit und die Ausbildung eines Schmierfilms in der Kälte; der ▶



Ester-basierende Schmierstoffe bilden keine regenbogenfarbene Ringe.

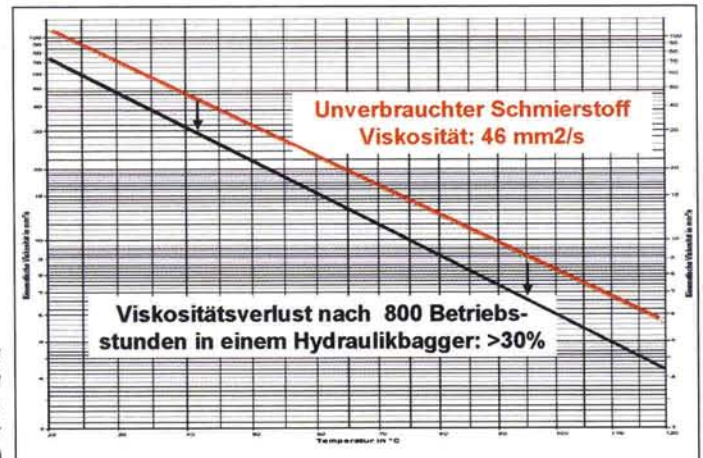
hohe Viskositätsindex und dementsprechend die relativ hohe Viskosität bei hohen Temperaturen garantieren die Bildung eines kompakten und schützenden Schmierfilms auch bei diesen Bedingungen.

Niederviskose PAO-Grundöle (15 bis 22 mm²/s) sind biologisch abbaubar. Zur Erreichung der notwendig höheren Viskosität werden Zusatzstoffe, so genannte Aufdicker, eingesetzt. Es ist aus der Literatur bekannt, dass Aufdicker den starken Scherkräften, die in Hydrauliksystemen oder Getrieben auftreten, nicht widerstehen können und rein mechanisch in niedermolekulare Produkte gespalten werden. Durch diesen mechanischen Abbau verlieren die Aufdicker ihre positive Wirkung auf die Viskosität – der Schmierfilm wird geschwächt, was im Extremfall zu einer Schädigung der Maschine führen kann.

Zusammenfassung

Umweltfreundliche Schmierstoffe sind im Markt einfach zu erkennen, wenn sie einen oder mehrere Eco-Labels auf den Etiketten tragen und entsprechende international akzeptierte Spezifikationen erfüllen; Beispiele sind von den Organisationen Blauer Engel oder Swedish Standard zertifizierte Schmierstoffe. Diese erfüllen alle Anforderungen, die an

Viskositätsverlust durch Scherung in einem Hydraulik-Bagger. (Tabellen und Fotos: Kleenoil)



ein umweltfreundliches Produkt gestellt werden müssen und besitzen zudem die technischen Voraussetzungen, die einen sicheren Betrieb ermöglichen. Produkte, die so gekennzeichnet sind, gelten als moderne, umweltfreundliche Schmierstoffe. Dagegen erfüllen Produkte, die nur als biologisch abbaubar gekennzeichnet sind, möglicherweise nicht alle diese Anforderungen. Insbesondere kann es sein, dass sie in der Umwelt nicht rasch vollständig abgebaut werden.

Ester und PAO werden zur Formulierung von Schmierstoffen verwendet. Für hochanspruchsvolle Anwendungen sind Esterformulierungen besonders geeignet, da sie über den ganzen Temperaturbereich und auch unter hoher mechanischer Belastung einen Schmierfilm aus-

bilden und so die Anlagen optimal schützen.

Schmierstoffe, deren Viskosität durch Aufdicker eingestellt wurde, können unter hoher thermischer und mechanischer Belastung dünnflüssiger werden, was zu einer Schwächung des Schmierfilms und somit zu einer Schädigung der Maschine durch Verschleiß führen kann. Info: www.kleenoilpanolin.com

Literatur:

- [1] Biodegradation: www.clean3.com/D/lbbio2.htm
- [2] Dr. Josef Steber, Henkel informiert, Henkel Waschmittel GmbH, 7/2000
- [3] Lubrication in Inland and Coastal Water Activities; LLINCWA report 2003
- [4] Shear stability of multigrade oils: www.bobistheoilguy.com/oilsshear.htm