

**WEAR** ✓ **CHECK**<sup>®</sup>  
SCHMIERSTOFF-ANALYSEN

# Öl Checker

INSIDER-INFO • PARTNER-FORUM • TECHNIK-FOKUS



## INHALT

- ✓ Der Probenbegleitschein reist jetzt huckepack .....S. 3
- ✓ OELCHECK statt WEARCHECK.....S. 3
- ✓ Als Team Grenzen überschreiten .....S. 3
- ✓ Atlas Copco – Richtiger Öleinsatz zahlt sich aus.....S. 4
- ✓ Vermischung von Schmierstoffen im Industriebereich.....S. 6
- ✓ Die Infrarot-Spektroskopie – Schlüsselement moderner Ölanalytik .....S. 7
- ✓ Nachgefragt – Oxidation in Getriebeölen.....S. 8
- ✓ Aktuelle Seminartermine.....S. 8

## Wer mit Herrenknecht bohrt, schafft perfekte Verbindungen



Endmontage der Tunnelbohrmaschine mit 15,43 m Durchmesser in Shanghai

Vierorts, wo Tunnel mit maschineller Vortriebs-technik gebaut werden, kommen Maschinen und Anlagen von Herrenknecht zum Einsatz. Ob unter der Erde, unter Wasser oder tief im Berg, ob Straßen-, Eisenbahn-, Metro-, Ver- und Entsorgungstunnel: Herrenknecht schafft rund um die Welt kurze Verbindungswege. Das Unternehmen entwickelt, baut und vertreibt mobile Tunnelvortriebsanlagen mit Durchmessern von 0,10 bis 19 Meter. 49 Tochter-

und Beteiligungsgesellschaften im In- und Ausland gehören zum Konzern, der über 2.500 Mitarbeiter beschäftigt. Er wird zentral über die operativ tätige Herrenknecht AG mit Sitz in Schwanau/Allmannsweier geführt.

Jede Tunnelbohrmaschine (TBM) wird individuell auf ihren Einsatzort hin ausgelegt. Dabei spielt die Geologie eine ganz entscheidende Rolle. Entsprechend der voraussichtlich vorzufindenden Boden-

verhältnissen wird das Schneidrad am Kopf der Vortriebseinheit bestückt. Bei eher sandigem, lockerem Erdreich kommen eher Räumer zum Einsatz. Rollmeißel, im Fachjargon Disken, übernehmen die Arbeit, wenn es in felsigen Untergrund geht.

Herrenknecht setzt ständig neue Maßstäbe in der Vortriebstechnik. Erst im Mai bzw. September 2008 schlossen zwei Tunnelbohrmaschinen, mit einem Durchmesser von 15,43 m die größten der Welt, erfolgreich die Unterquerung des Jangtse-Flusses in Shanghai ab. Nach nur 20 Monaten Dauereinsatz trafen sich die beiden je 2.300 Tonnen schweren und 125 Meter langen Kolosse auf der Flussinsel Changxing im Mündungsdelta des Jangtse. Vorher gruben sich die Maschinen durch Sand, Ton und Grundwasser bei Wasserdrücken von bis zu 6,5 bar. Pro Woche wurden Vortriebsleistungen von bis zu 142 Metern gebauter Tunnelröhre erreicht, pro Tag bis zu 26 Meter. Die Steuerung erfolgte mit höchster Präzision. Auf einer Strecke von 7,5 Kilometern wichen die Vortriebsmaschinen lediglich 2,7 Zentimetern von der Ideallinie ab. Der „Shanghai Yangtze Under River Tunnel“ ist ein kombinierter Straßen- und Metro-Tunnel und soll pünktlich zu WorldExpo 2010 in Shanghai in Betrieb gehen.

Mehr als 140 Traffic Tunnelling Maschinen von Herrenknecht sind weltweit beim Bau von Verkehrstunneln im Einsatz. Daneben leisten weltweit über 600 Utility-Tunnelling-Maschinen von Herren-

# Check-up

**W**EARCHECK ist ständig auf Expansionskurs. Laufend investieren wir in innovative, meist robotergesteuerte, Testgeräte. Die von unseren Mitarbeitern selbst entwickelte intelligente Labor- und Auswertesoftware wird kontinuierlich optimiert und erleichtert uns bei steigendem Probenaufkommen die Arbeit. Bereits seit Jahren bieten wir zusätzlich zu den bekannten WEARCHECK-Schmierstoffanalysen und den entsprechenden Diagnosen ein umfangreiches Seminar-Programm an. Außerdem beraten wir bei der richtigen Auswahl von Schmierstoffen und unterstützen Sie als Sachverständige bei der Aufklärung von Schadensfällen.



**U**nsere Angebot ist aus unserer Sicht vielfältig und kompakt. Aber wir wissen: Niemand ist perfekt. Für unsere Kunden möchten wir die Serviceleistungen auch zukünftig kontinuierlich weiter ausbauen und verbessern. Doch dabei sind wir auf Ihre Mithilfe angewiesen.

**Z**u Beginn des nächsten Jahres wollen wir daher in einem für Sie vorbereiteten Fragebogen von Ihnen wissen: Erfüllen wir als Schmierstoffexperten wirklich alle Ihre Erwartungen und Anforderungen? Was fehlt in unserem Sortiment? Können wir die Darstellung unserer Ergebnisse verbessern? Lassen sich externe Abläufe vereinfachen oder beschleunigen? Was fehlt in unserem Web-Portal? Ihre konstruktive Kritik und Anregungen sind uns immer willkommen!

**U**nsere letzte Kundenbefragung haben wir 2005 durchgeführt. Die Resonanz war erfreulich groß. Wir haben seit damals viele wertvolle Vorschläge zum Nutzen aller Kunden meist kurzfristig umsetzen können. Wir werden unsere Fragen so formulieren, dass sich der zeitliche Aufwand für Sie in Grenzen hält und unkompliziert über das Internet erfolgen kann. Außerdem wird jeder Einsender als Dankeschön eine kleine Überraschung von uns erhalten. Unser Fragebogen wird im Frühjahr 2009 verschickt. Wir freuen uns schon jetzt auf alle Ihre Anregungen!

*Barbara Weismann*  
Ihre Barbara Weismann

knecht ihren Beitrag beim Bau oder der Erneuerung von modernen Wasser- und Abwassersystemen, Gas- und Ölpipelines sowie bei der Verlegung von Rohrleitungen für Strom, Internet und Telefon. Die im Durchmesser kleineren Anlagen sind ähnlich aufgebaut wie die Vortriebsmaschinen für die Verkehrstunnel. Oft müssen sie sich unter beengten Platzverhältnissen, wie z.B. in Innenstädten bewähren. 85 Prozent der maschinellen Tunnelvortriebe erfolgt in städtischen Untergrund – ein Beitrag zur nachhaltigen Urbanisierung. Tunnelbohrmaschinen von Herrenknecht fahren Tunnel nahezu ohne störende Einflüsse für die Umwelt auf: Während unter der Erde gearbeitet wird, geht das Leben an der Oberfläche wie gewohnt weiter. Die Anlagen sind projektspezifisch auf die jeweiligen Bodenverhältnisse abgestimmt.



Durchbruch der derzeit weltweit größten Tunnelbohrmaschine bei der Yangtse-Unterquerung

Sie kommen sowohl in Hartgestein, im Softground, in wasserführenden Bodenschichten oder auch in gemischten Geologien zum Einsatz. Beispielsweise müssen sich eine Herrenknecht Schachtabsenkanlage (Vertical Shaft Sinking Machine) zum Abteufen von 17 Start- und Zielschächte, sowie vier Herrenknecht-Microtunnelling-Maschinen für ein neues Abwassersystem in der saudi-arabischen Hafenstadt Jeddah durch aggressiven Korallenstein, festen Sandstein, Grundwasser und Meerwasser fräsen.

Vor allem bei kleineren Durchmessern wird überwiegend im automatischen, ferngesteuerten Vortriebsverfahren mit Nassförderung gearbeitet. Hinter dem Schneidrad wird eine Bentonitsuspension zugeführt. Sie dringt in den Boden ein, versiegelt diesen und bildet einen Filterkuchen. Gleichzeitig stellt die Flüssigkeit das Transportmedium für den abgebauten Boden dar. Dieser vermischt sich mit der Suspension und wird in einer separaten Leitung nach außen gepumpt. In einer Separationsanlage werden Flüssigkeit und abgebautes Material sorgfältig getrennt. Ist ein Tunnel erstellt, werden die Maschinen von Herrenknecht in der Regel durch den Zielschacht geborgen.

Versorgt wird die Utility Tunnelling Maschine mit bis zu 2.500 l Hydrauliköl. Mit diesem bewegen sich beispielsweise bei Segmental-Lining-Maschinen die Hydraulikzylinder des Erektors für den Einbau

der Tübbinge, Betonformteile, die als Ringe den Tunnel auskleiden, gegen die sich dann die gesamte Maschine so abstützt, dass sie sich mit Hilfe der Vortriebspressen hydraulisch vorwärts schieben lässt. Verschiedene Untersetzungsgetriebe, ebenso wie das Antriebsgetriebe für den rotierenden Bohrkopf, sind mit CLP-Industriegetriebeölen befüllt, die zum Teil noch Festschmierstoffe enthalten.



Montage von Microtunnelling-Maschinen

Das Schneidrad, wird mit biologisch schneller abbaubarem Fett versorgt. Dieses muss resistent gegen Wasser sein, weil es die eigentliche Antriebseinheit gegen Wasser und Erdreich abdichten und effektiv vor dem Eindringen der Verunreinigungen schützen soll. Es wird mit einer Zentralschmieranlage kontinuierlich als Verlustschmierstoff zugeführt. Verunreinigungen durch Erde, Gestein oder Wasser können Ursachen für etwaige Störungen der Anlage sein. Schwachstellen können auftreten, wenn Dichtungen verschleifen oder wenn zu wenig Fett das Schneidrad abdichtet. Da Getriebe mit einer Druckausgleichsbohrung versehen sind, können Verschmutzungen bei defekten Filtern auch hier eindringen.

Deshalb werden u.a. ölgefüllte Komponenten sorgfältig überwacht. Hydraulik- und Getriebeöle werden teilweise mit Hilfe von Nebenstromfiltern filtriert. Ölfüllungen werden in festgelegten Abständen durch Ölanalysen im Hinblick auf ungewöhnlichen Verschleiß und nicht tolerierbare Verunreinigungen kontrolliert. Hier kann durch den Austausch von Filterelementen oder Komponenten größeren Schäden vorgebeugt werden.

Unter den extremen Einsatzbedingungen unter Tage treten in Einzelfällen nicht nur Verschmutzungen, sondern auch ungewöhnliche Vermischungen der Öle auf. So kann es passieren, dass Fett in das Getriebeöl gelangt. Bei einem Getriebe, das direkt über angeflanschte Hydromotoren angetrieben wird, kann es durch erhöhten Lecköl Druck passieren, dass sich das Hydrauliköl mit dem Getriebeöl vermischt. Durch eine solche Vermischung fällt die Viskosität des Getriebeöls ab. Bei einem Hydraulikölanteil von über 10% würde es für das Getriebe kritisch. Im Betrieb überwachen Servicetechniker von Herrenknecht oder speziell geschulte Mitarbeiter des Kunden die Anlagen. WEARCHECK-Schmierstoffanalysen sind ein Bestandteil der kontinuierlichen Überwachung. Sie spüren Verschmutzungen und Vermischungen auf und tragen entscheidend zur permanenten hohen Verfügbarkeit der Vortriebsmaschinen von Herrenknecht bei.

# Der Probenbegleitschein reist jetzt huckepack

Unsere neuen Versandtaschen für den Versand Ihrer Ölproben ins Labor sind ab sofort aus ölundurchlässiger PE-Folie. Sie lösen die bisherigen gefütterten Papiertaschen ab und bringen einige Vorteile mit sich. Vor allem sind die neuen Taschen auslaufsicher. Es kommt in wenigen Fällen vor, dass der Deckel nicht fest angezogen ist oder dass ein Probengefäß beim Transport beschädigt wird. Bisher wurde ausgelaufenes Öl fast vollständig durch Altpapier aufgesogen. Doch jetzt kann kein austretendes Öl mehr andere Poststücke verschmutzen. Richtig verschlossen, fängt die PE-Tasche den kompletten Inhalt einer Probenflasche auf. Die Ölprobe wird dabei noch nicht einmal völlig unbrauchbar, das ausgelaufene Öl kann aus der

Tasche direkt in ein Probengefäß zurückgegossen und analysiert werden.

## Der Probenbegleitschein reist jetzt übrigens huckepack!

Bitte stecken Sie ihn nicht mit dem Probenbehälter zusammen in die Versandtasche. Er gehört in das „Känguru-Abteil“ auf der Rückseite der Plastiktasche. Hier ist er sicher untergebracht und kann nach dem Auspacken sofort eingescannt werden, ohne dass er von eventuell ausgetretenem Öl gesäubert werden muss. Die Aufreißeinschnitte, der separat reisende Begleitschein und Ihre Angabe, aus welchem Anlagentyp die Probe stammt, erleichtern uns die tägliche Arbeit beim Auspacken hunderter Proben.



So können wir Ihre Proben schneller zuordnen und unmittelbar mit dem Analysieren beginnen.

## OEL✓CHECK® OELCHECK statt WEARCHECK OEL✓CHECK®

OELCHECK – ein Name, der für sich spricht! Unter dieser Firmierung, die wir international exklusiv für uns schützen konnten, sind wir bereits seit 5 Jahren im Ausland aktiv. Die WEARCHECK GmbH, deren Name für uns nur in einigen europäischen Ländern registriert werden konnte, ist dagegen seit 1991 für unsere deutschen Kunden zuständig. Wobei die Namenswahl immer wieder erklärungsbedürftig war, denn das englische Wort „wear“ hat nun einmal neben „Verschleiß“ noch weitere Bedeutungen.

Doch ein Namensschutz für OELCHECK war in Deutschland erst nach dem internationalen Eintrag der Marke möglich. Nun ist es endlich so weit – die beiden Firmen OELCHECK und WEARCHECK werden verschmolzen. Bei unseren Analysensets, unserer neuen Firmenbroschüre, unseren Laborberichten etc. haben wir diese Änderung schon im Laufe dieses Jahres umgesetzt.

Auch wenn wir ab 01.01.2009 nur noch unter OELCHECK firmieren, ändert sich an unseren

Serviceleistungen nichts. Wir sind nach wie vor das gleiche Familienunternehmen unter der gleichen Leitung. Wir führen mit dem gleichen, eingespielten Team auf gleichem hohem Qualitätsniveau die Ölanalysen durch. Für unsere Kunden außerhalb Deutschlands ändert sich nichts. Für unsere deutschen Kunden ändern sich neben dem Firmennamen, der unser Motto: „Öl kann sprechen“ besser trifft, nur die Konto- und Steuernummern.

**Willkommen bei OELCHECK!**

## Als Team Grenzen überschreiten

Auch in diesem Jahr waren unsere Mitarbeiter bei einem Betriebsausflug der besonderen Art dabei. Am Freitag, dem 10. Oktober, ging es mit dem Bus in den Robinson-Club Ampflwang in Oberösterreich. Nach dem Mittagessen standen Wandern, Radeln und Nordic-Walking im Hausruckwald (Oberöster-

reich) auf dem Programm. Am Abend konnten wir im Wellnessbereich relaxen und uns beim Abendessen mit anschließendem Ausklang an der Bar auf die Herausforderungen des kommenden Tages vorbereiten.



Die ersten Outdoor-Übungen am Samstagvormittag hörten sich eigentlich verblüffend einfach an, aber meist erforderten sie Teamgeist und schon ziemlich viel Mut. Doch der Höhepunkt war die Durchquerung eines Hochseilgartens am Nachmittag, der bis auf 15 Meter über dem Boden zwischen den Fichten des Bergwaldes gespannt



war. Mit Schutzhelmen ausgerüstet und angesiebt an Sitzgurten balancierten wir unter fachkundiger Leitung, auf dem Parcours in luftiger Höhe. Was auf den ersten Blick ganz leicht aussah, entpuppte sich mehr und mehr als äußerst wacklige Angelegenheit und war zum Schluss ein kräftezehrender echter Balanceakt. Gemeinsam meisterten wir auch diese Herausforderung, nachdem jeder schon bei einer der vorherigen Stationen im freien Fall seine eigenen Grenzen überschreiten musste. Den erlebnisreichen Tag und unseren Erfolg feierten wir dann am Abend bei einem tollen Showprogramm im Club, bevor es am sonnigen Herbstsonntag dann wieder heimwärts ging.

# Atlas Copco – Richtiger Öleinsatz zahlt sich aus



3-stufiger Getriebe-Turbokompressor

Die Atlas Copco Energas GmbH zählt zu den internationalen Marktführern in der Turbo-Kompressoren- und -Expander-Technologie, vor allem in Bezug auf innovative Produktentwicklung und Kundenservice. Das Unternehmen gehört unter dem Dach der Atlas Copco Holding GmbH zur Division „Gas and Process“. Am Standort Köln werden vorrangig radiale Getriebe-Turbokompressoren und Turboexpander für Luft und Prozessgase konstruiert und für den internationalen Einsatz gefertigt. Diese kommen z.B. bei kryogenen Applikationen und Erdgasanwendungen zum Einsatz.

Große Bedeutung haben die Turboverdichter in der Luftzerlegungsindustrie. Kaum ein industrieller Produktionsprozess kommt ganz ohne Sauerstoff, Stickstoff oder Edelgase aus. Gewonnen werden diese Gase durch diverse Luftzerlegungsprozesse in großen Anlagen führender Unternehmen wie Linde, Messer Griesheim, Air Liquide, Air Products oder Praxair, die dann die Gase in Gasflaschen, Druckbehältern und durch Pipelines zum Verbraucher transportieren.

Die Luft wird vor und während der Zerlegung in speziellen Luftwäschern von Wasser und einigen störenden Schadstoffen befreit. Mittels Turbomaschinen wird die angesaugte Umgebungsluft in den meisten Luftzerlegungsprozessen im Hauptverdichter (MAC) auf ca. 6 bar komprimiert. Anschließend wird das Gasgemisch nach dem Luftwäscher mit Hilfe von Expansionsturbinen in Wärmeaustauschern bis zur Verflüssigung abgekühlt. Dies geschieht bei extrem tiefen Temperaturen von -180°C bis zu -196°C. Da die Luftbestandteile bei unterschiedlichen Temperaturen verdampfen und auch wieder kondensieren, können sie in turmhohen Trennkolonnen separiert und in reiner Form gewonnen werden. Dies ist ein rein physikalischer Vorgang, bei dem keine chemischen Reaktionen ablaufen. Das flüssige Produktgemisch rieselt dem aufsteigenden Gasstrom entgegen. Die Flüssigkeit wird auf den Siebböden der Kolonne gestaut und von den Dampfblasen durchströmt. Aus dem Gas-

strom kondensiert (verflüssigt sich) dabei vor allem der höher siedende Sauerstoff (Siedepunkt -183°C). Aus den Flüssigkeitströpfchen verdampft bevorzugt der tiefer siedende Stickstoff (Siedepunkt -196°C). Am Kopf der Trennsäule sammelt sich gasförmiger Stickstoff, im „Sumpf“ flüssiger Sauerstoff. Beide Gase können, ebenso wie die dazwischen liegenden Edelgase separat abgezogen werden.

Die Dimensionen einer Luftzerlegungsanlage im Werk eines Gase produzierenden Unternehmens sind riesig. Pro Stunde kann eine Anlage bis zu 400.000 m<sup>3</sup> Luft in Einzelgase zerlegen. Der Energiebedarf für den Antrieb der Verdichtungs- und Expansionsturbinen, Kältemaschinen Pumpen etc. kann bis zu 30 MW betragen. Die in solchen Anlagen integrierten Atlas Copco Turbokompressoren und Expansionsturbinen werden über eine Ömlaufanlage mit bis zu 6.500 Liter Turbinenöl der Viskositätsklassen ISO VG 32 oder 46 versorgt. Neben der Schmierung und Kühlung der Gleitlager der Turbinen muss es unter anderem die Stirnradgetriebe in diesen Komponenten vor Verschleiß schützen. In einigen Anlagen werden auch noch die elektrischen Antriebsmotoren mit dem Öl aus dem gleichen Kreislauf geschmiert und gekühlt. Atlas Copco ist sich der entscheidenden Rolle, die der Schmierstoff als ein wesentliches Maschinenelement spielt, bewusst und hat sich daher ein exklusiv auf seine Erzeugnisse hin abgestimmtes Turbinenöl entwickeln lassen. Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass allein dieses für den Einsatz vorgeschriebene und bei der Erstbefüllung eingesetzte Öl die optimale Funktion eines jeden einzelnen Bauteils über einen langen Zeitraum hin garantiert.

Die Ölstandzeit beträgt etwa 2 Jahre bzw. 16.000 Betriebsstunden. Ob und wann ein Ölwechsel definitiv erfolgen soll, wird von Endverbrauchern oder dem Atlas Copco Service Team in vielen Fällen auf der Basis einer WEARCHECK-Schmierstoffanalyse bestimmt. Alleine am Standort Köln sind etwa 50 Mitarbeiter für den After Market Service zuständig. Sie entnehmen die Ölproben während ihrer Servicetermine vor Ort sogar teilweise persönlich. Zur Vorbereitung eines Service-Calls stehen ihnen sämtliche Daten aller für Atlas Copco analysierten Ölproben als Trendanalysen online unter [www.laborberichte.com](http://www.laborberichte.com) zur Verfügung. Die aktuellen Laborberichte können so von Atlas Copco mit den Werten vergleichbarer Anlagen abgeglichen und dann schnell und mit den entsprechenden eigenen Empfehlungen an den Kunden gemailt werden. Spätestens nach Ablauf der Garantiezeit tragen die Betreiber selbst die Verantwortung für die in die großen Luftzerlegungsanlagen integrierten Turbo-Kompressoren und Expansionsturbinen. Dies be-

trifft natürlich auch die Einhaltung der Schmierstoff-Vorschriften. Die von Atlas Copco empfohlenen und vertriebenen Turbinenöle sind zwar nur mild legiert, haben aber genau den richtigen Additivgehalt, um Verschleiß über einen Langzeiteinsatz zu verhindern. Wird nun Öl eines anderen Herstellers eingesetzt oder mit dem Atlas Copco Spezialöl vermischt, kann dies gravierende Auswirkungen haben. Wenn der alternative Schmierstoff scheinbar besser ist, weil er einen höheren Wirkstoffgehalt enthält, können zu hohe Konzentrationen von z.B. phosphor- oder zinkhaltigen Additiven die Gleitlager angreifen oder zu Ablagerungen in den Lagern führen, die den Wärmeübergang stören. Werden solche Hinweise von den Materialspezialisten erkannt, werden sofort Proben des eingesetzten Schmierstoffs zur Beurteilung an WEARCHECK geschickt. Im Labor können die Experten Hinweise dazu geben, ob ein falscher Schmierstoff oder die Vermischung damit Ursache als für die Probleme in Frage kommt.

Falls ein Lager durch den Einsatz eines nicht zugelassenen Turbinenöls geschädigt wurde, kann dies dramatische Folgen und einen langen Produktionsausfall nach sich ziehen. Auch, wenn der Betreiber einer Anlage ein Ersatzlager vor Ort hat, ist das Hauptproblem nicht der Lagertausch an sich. Die Turbinen sind so in die Gesamtanlage integriert, dass die Lager nur mit Hilfe eines Krans aufwändig getauscht werden können.

Atlas Copco nutzt WEARCHECK-Schmierstoffanalysen regelmäßig für die Steuerung zustandsabhängiger Ölwechsel und gezielt bei Schadensverdacht. Auch bei der Untersuchung von Schäden kann die Ölanalyse klären, ob sie durch falsche bzw. vermischte Turbinenöle hervorgerufen wurden. Darüber hinaus sind die Analysen wertvolle Indikatoren für eventuell zu verbessernde Ölpflegemaßnahmen. Zur Trendbeobachtung eingesetzt, warnen sie immer wieder frühzeitig vor Ablagerungen und Lagerschäden, die eher durch zu lange eingesetztes, verschmutztes Öl als durch menschliches Fehlverhalten verursacht werden.

## Hauptbestandteile der Luft Angaben in Vol.-%

78,108000 %	Stickstoff
20,932000 %	Sauerstoff
0,917000 %	Argon
0,040000 %	Kohlendioxid
0,001820 %	Neon
0,000525 %	Helium
0,000114 %	Krypton
0,000050 %	Wasserstoff
0,000009 %	Xenon

# Vermischung von Schmierstoffen im Industriebereich

**Die Formulierung eines Schmierstoffes ist vergleichbar mit der Zubereitung eines guten Cocktails. Aus ausgewählten Zutaten entsteht ein Pina Colada, mit anderen, zum Teil gleichen oder ähnlichen Ausgangsmaterialien eine Bloody Mary. Jeder Cocktail ist ein Genuss für sich. Doch niemand würde auf die Idee kommen, die beiden zu vermischen. Das Ergebnis wäre ungenießbar. Ähnliche Resultate können auch beim Vermischen von Schmierstoffen auftreten.**

## Grundöl und Additive

Moderne Schmierstoffe werden aus einer Vielzahl von „Zutaten“ hergestellt. Die Basis bildet ein Grundöl, das mit weit mehr als 50% im Endprodukt enthalten ist. Am häufigsten werden paraffinbasierte Öle auf Mineralölbasis verwendet, die in einer Schmierö Raffinerie aus Rohöldestillaten gewonnen werden. Besonders wenn Eigenschaften wie z.B. biologische Abbaubarkeit, hohe Alterungsstabilität oder ein verbessertes Viskositäts-temperaturverhalten gefragt sind, wird auf synthetische Grundflüssigkeiten zurückgegriffen.

### Übersicht Grundöle

Mineralölraffinat	Vakuumdestillat des Rohöles
Hydrocrack-Öl	„Wärmebehandeltes“ Mineralöl mit optimierter Molekülstruktur
Poly- $\alpha$ -Olefin (PAO) Polyisobuten (PIB)	Synthetisches Grundöl mit paraffinischer Grundstruktur
Ester	Aus Alkohol und Säure gewonnene synthetische und natürliche Flüssigkeiten
Glykole	Aus Erdöl oder Kohle synthetisch gewonnener mehrwertiger Alkohol
Silikonöl	Synthetische Flüssigkeit (Polydimethylsiloxan PDMS)
Perfluorierte Kohlenwasserstoffe	Syntheseöl auf der Basis perfluorierter Polyetheröle (PFPE, Fluorpolymere)
Alkylbenzol	Syntheseöl auf der Basis aromatischer Kohlenwasserstoffe
Knochenöl	Aus Knochen gewonnenes Schmieröl für feinmechanische Antriebe

In den meisten Fällen reicht das Grundöl alleine nicht aus, um die vielfältigen Aufgaben, die ein Öl für die jeweilige Anwendung zu erfüllen hat, abzudecken. Für eine zuverlässige Schmierung und zur Gewährleistung eines langfristigen und reibungslosen Betriebs werden den Grundölen einzelne Zusätze oder auch komplexe Wirkstoffkombinationen, sogenannte Additive, zugegeben. Diese „Legierung“ des Öles kann bereits vorhandene Eigenschaften des Grundöles verstärken oder dem Endprodukt komplett neue Eigenschaften verleihen. Die Liste der unterschiedlichen Additivkomponenten ist lang.

### Übersicht Additive

Korrosionsschutz-Additive	Schutz der metallischen Oberflächen vor Angriffen durch Feuchtigkeit und Säuren bzw. Laugen
Verschleißschutz-Additive	Vermeiden des direkten Kontaktes der metallischen Oberflächen im Misch- und Grenzreibungsgebiet
Oxidationsschutz-Additive	Verhindern bzw. bremsen die Öloxidation. Sie zögern damit die Ölalterung hinaus und verlängern die Standzeit des Öles.
Detergents / Dispersants	Erreichen eines Schmutzlöse- und Schmutztrage-Vermögens (z.B. Ruß, Schlamm, Wasser)
VI-Verbesserer	Optimierung der Viskositäts-Temperatur-Abhängigkeit
Anti-Schaum-Zusatz	Verbesserung der Schäumungseigenschaften
Swell Agents	Das Verhalten des Öles gegenüber Dichtungswerkstoffen wird genau eingestellt.
Reibwertveränderer	Gezieltes Einstellen einer benötigten Reibwertcharakteristik

Die einzelnen Additivkomponenten werden, je nach Anforderung, meist zu einem Additiv-Package zusammengestellt. Beim Blenden werden die Wirkstoffe und Additivpakete dem auf 40°C bis 60°C erwärmten Grundöl beigemischt und so lange intensiv gerührt oder verwirbelt, bis sie vollständig im Öl gelöst sind. Bei Motorenölen kann der Gehalt an Additiven bis zu 20%, bei Hydraulikölen weniger als 1 % betragen.

## Das Mischen unterschiedlicher Öle

Das Mischen unterschiedlicher Öltypen wie Motorenöl mit Hydrauliköl oder Kompressorenöl mit Getriebeöl ist, auch bei gleicher Grundölbasis und ähnlicher Viskosität, nicht zulässig. Im Industriebereich sollten auch Mischungen von gleichen Öltypen wie z.B. CLP-Getriebeölen von verschiedenen Ölherstellern vermieden werden, wenn die Additivierung oder die Grundölbasis dieser Öle unbekannt ist.

Die Diagnoseingenieure von WEARCHECK werden in ihrer täglichen Arbeit immer wieder mit den geschilderten Problemen und Fragen konfrontiert. Nicht zuletzt durch die Erfahrungen, die durch die Beurteilung tausender Proben gewonnen wurden, wissen sie, dass die Vermischung bzw. Verunreinigung eines Schmierstoffes mit dem Öl eines anderen Herstellers oder mit einem anderen Öltyp eine der Hauptursachen für Anlagenprobleme darstellt. Dabei ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Mischbarkeit und Verträglichkeit. Öle mit gleicher Grundölbasis, ähnlicher Viskosität, vergleichbarer Dichte sind zwar grundsätzlich miteinander mischbar. Ob sie aber auch miteinander verträglich sind, hängt im Wesentlichen von ihrer Additivierung ab.



*Nicht mischbare und mischbare Öle im Vergleich*

**Mischbarkeit** beschreibt eine chemische Eigenschaft. Zwei Flüssigkeiten sind dann wirklich mischbar, wenn sie sich leicht vollständig ineinander lösen.

**Verträglichkeit** bedeutet, dass sich zwei Öle zwar miteinander mischen lassen, sie aber dennoch ihre individuellen Eigenschaften beibehalten.

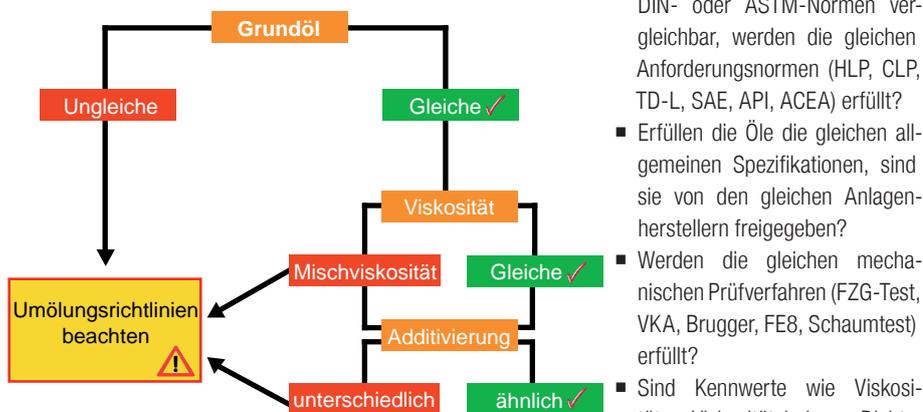
Mischbarkeit ist meist die Eigenschaft, die gerne vom Lieferanten bestätigt wird und die als Grundvoraussetzung relativ leicht zu erfüllen ist. Informationen über die Verträglichkeit von Schmierstoffen sind nicht so leicht zu erhalten. Vor dem Mischen von Ölen mit unterschiedlicher Bezeichnung sollte geklärt werden, ob neben gleicher Grundölbasis auch gleiche oder ähnliche Additivpakete zum Einsatz kommen. So sind HLP-Hydrauliköle gemäß DIN 51524, deren Formulierung mit zinkhaltigen

oder zinkfreien Additivkombinationen erfolgen kann, zwar immer miteinander mischbar, aber nur in den seltensten Fällen miteinander verträglich.

Werden z.B. beim unvollständig durchgeführten Ölwechsel miteinander unverträgliche Öle gemischt, können folgende Probleme auftreten:

- Erhöhte Bildung von Oberflächenschäum
- Verschlechtertes Luftabscheidevermögen
- Erhöhte Kavitationsgefahr
- Dichtungsverschleiß
- Verändertes Verhalten gegenüber Wasser
- Beeinflusste Demulgier- oder Emulgierereigenschaften
- Veränderte Reibcharakteristik
- Verändertes Verschleißschutzverhalten
- Stärkere Systemverschmutzung durch gelöste Ablagerungen
- Schlechtere Filtrierbarkeit oder Rückgang von Filterstandzeiten
- Vermehrte Bildung von Ablagerungen wegen Additivreaktionen

Bei einer Umstellung sollten einige Grundregeln gemäß folgendem Prüfschema beachtet werden. So können etwaige Probleme durch nicht verträgliche Öle reduziert werden.



#### Prüfschema Vermischung

**1. Ebene:** Zuerst wird geprüft, ob die zu mischenden Produkte mit gleichartigen Grundölen hergestellt wurden. Ist dies der Fall, sind noch Viskosität und Additivierung zu prüfen.

Sind die Grundölytypen unterschiedlich, müssen Umölnungsrichtlinien beachtet werden, die sicherstellen, dass der im System verbleibende Fremddölgehalt weniger als 2% beträgt.

**Hinweis:** Eine Vermischung von Ölen mit unterschiedlichen Grundölen ist möglichst zu vermeiden.

**2. Ebene:** Stimmen die Öle in Bezug auf den Grundölytyp überein, ist ein Vergleich der Viskositäten z.B. bei 40°C angebracht. Sie ist eine der wichtigsten Öleigenschaften und maßgeblich für die Schmierfilmbildung verantwortlich.

Bei Ölen mit unterschiedlichen Viskositäten verändert sich die Viskosität allerdings nicht linear mit dem Verhältnis der Mischungskomponenten. Die durch das Mischen erwartete Viskosität ist mit einem speziellen Programm (Viscosity Manager, MobilCalc) zu errechnen. Danach ist zu entscheiden, ob die durch die Mischung zu erwartende Viskosität toleriert werden kann.

**3. Ebene:** Den schwierigsten Punkt stellt der Vergleich der Additiv-Pakete dar. Hier ist oft Spezialwissen über den genauen Aufbau der Formulierung notwendig. Ein Vergleich der vom Ölhersteller in Sicherheitsdatenblättern oder Produktinformationen gemachten Angaben reicht dafür meist nicht aus. Neben der Analyse der beiden Vergleichsprodukte mit der Fragestellung „Verträglichkeitsprüfung“ erhalten Sie vom Diagnoseingenieur von WEARCHECK einen Laborbericht, in dem die Additive quantifiziert werden und eine mögliche Unverträglichkeit kommentiert wird.

Es gibt auch einige allgemeingültige Hinweise, z.B. in Produktinformationen, die zu einer ersten Abschätzung herangezogen werden können:

- Sind Kennzeichnungen nach DIN- oder ASTM-Normen vergleichbar, werden die gleichen Anforderungsnormen (HLP, CLP, TD-L, SAE, API, ACEA) erfüllt?
- Erfüllen die Öle die gleichen allgemeinen Spezifikationen, sind sie von den gleichen Anlagenherstellern freigegeben?
- Werden die gleichen mechanischen Prüfverfahren (FZG-Test, VKA, Brugger, FE8, Schaumtest) erfüllt?
- Sind Kennwerte wie Viskosität, Viskositätsindex, Dichte, Aschegehalt oder Flammpunkt vergleichbar?

#### Folgende Öle sollten nicht vermischt werden:

- Zinkfreie und zinkhaltige Hydraulik- und Umlauföle
- Öle mit detergierenden und nicht detergierenden Eigenschaften
- Syntheseöle auf Glykolbasis mit allen anderen Syntheseölen

Für eine detaillierte Verträglichkeits-Beurteilung steht meist der Technische Dienst des Ölherstellers zur (hoffentlich schriftlichen) Auskunft bereit.

#### So vermeiden Sie Vermischungen

Das Risiko für ungewollte Vermischungen beim alltäglichen Umgang mit Ölen können Sie gezielt reduzieren.

Leider unterscheiden sich die langen Namen von unterschiedlichen Schmierstoffsorten des gleichen Ölherstellers oft nur unwesentlich durch einen Buchstaben oder Zahl. Eine genaue Wareneingangskontrolle erkennt rechtzeitig fehlerhafte Lieferungen.

- Ein organisiertes Öllager mit gekennzeichneten Lagerungsorten für die einzelnen Schmierstoffsorten minimiert die Verwechslungsgefahr.
- Für jede Ölart sollte eine eigene, mit anderer Farbe gekennzeichnete, Ölnachfüllkanne verwendet werden. Auch der Öleinfüllstutzen sollte die gleiche Farbe haben.
- Jede geschmierte Stelle sollte in einem Schmierplan mit der Sortenbezeichnung des Öles aufgeführt sein.

Immer wieder kommt es zu Ölverschleppungen, weil mobile Anbaugeräte zum Einsatz kommen. Auch wenn mobile Nebenstromfilter an Aggregate angeschlossen werden, die mit unterschiedlichen Ölen befüllt sind, verbleiben, selbst bei einem Wechsel der Filterpatronen, noch Restmengen im Filtersystem, die zu Unverträglichkeiten führen können. Um aufwändige und fehleranfällige Spülprozeduren zu vermeiden, sollten zumindest für unterschiedliche Ölytypen jeweils eigene Filtercards verwendet werden. So können Sie beispielsweise vermeiden, zinkfreie mit zinkhaltigen Hydraulikölen zu mischen.

#### Extra-Tipps:

- **Ölanalysen zeigen das Verträglichkeitsrisiko**  
WEARCHECK kann auf der Basis von Ölanalysen die für den Verbraucher oft undurchschaubaren Leistungsprofile der Schmierstoffe miteinander vergleichen und Aussagen über ihre Verträglichkeit machen.
- **Der WEARCHECK-Beratungsservice**  
Die in tribologischen Fragen bewanderten Diagnoseingenieure können Sie gezielt und individuell bei der Umstellung von Schmierstoffen beraten, Sie geben u.a. an, ob genügend Erfahrungen mit den in Frage kommenden Schmierstoffen vorliegen oder ob zur Einschätzung der Verträglichkeit eine vorherige Ölanalyse erforderlich ist.
- **Mehr zum Thema**  
Bei der Lagerung und dem Handling von Schmierstoffen können Sie die Gefahr von Vermischungen und viele andere Fehlerquellen im Vorhinein eliminieren. Im ÖIChecker Ausgabe Winter 2007 haben wir dazu den Artikel „So machen es die Profis – Lagerung und Handling von Schmierstoffen“ veröffentlicht. Der ÖIChecker steht auf unserer Website zum Download bereit. Außerdem wird diese Thematik detailliert in unserem OilDoc-Seminar „Optimales Schmierstoffmanagement“ behandelt.

# Die Infrarot-Spektroskopie – Schlüsselelement moderner Ölanalytik

**Ganz gleich, ob es um eine Identitätsprüfung geht oder um die Beurteilung der weiteren Gebrauchsfähigkeit von Schmierstoffen, die Infrarotspektroskopie ist eines der wichtigsten Elemente der modernen Ölanalytik. Sie ist in jedem WEARCHECK Ölanalysen-Set enthalten.**

Das Messprinzip, einige der damit ermittelten Kennwerte und deren Rolle in der Gebrauchttölbeurteilung wurden bereits im ÖlChecker „Frühjahr 2000“ (Download auf [www.wearcheck.de](http://www.wearcheck.de)) erläutert. Wegen der großen Bedeutung dieser mittlerweile auf ca. 70 Parameter erweiterten FT-IR-Methode werden, wenn möglich, Proben- und Referenzspektren auf jedem Laborbericht ausgedruckt. Um das grundsätzliche Verständnis zu vertiefen, werden hier die wichtigsten Grundlagen der Bewertung von Infrarot-Spektren vorgestellt.

Von einem „FT“-IR-Diagramm ist die Rede, weil das Diagramm mittels der Fourier-Transformation in eine besser lesbare Form gebracht wird. Im Diagramm wird auf der senkrechten Y-Achse die Transmission des Lichtes angezeigt, auf der waagrechten X-Achse die in Wellenzahlen angegebene Wellenlänge des Infrarotlichts. So wird dargestellt, wie viel des in die Messzelle eingebrachten Lichtes nach dem Verlassen dieser Zelle noch detektiert wird. Das IR-Diagramm wird oft auch als „Fingerabdruck“ des jeweiligen Öltyps bezeichnet.

Ein FT-IR-Diagramm kann in zwei unterschiedliche Bereiche unterteilt werden:

- Der Bereich der Wellenzahlen oberhalb von  $1.500\text{ cm}^{-1}$  identifiziert funktionelle Gruppen chemischer Verbindungen wie z.B. von Estern, Glykolen oder Mineralölen
- Der Bereich der Wellenzahlen unterhalb von  $1.500\text{ cm}^{-1}$  gibt Aufschluss über die „Gerüstschwingungen“, d.h. den Aufbau der Moleküle als Ganzes. Dieser Bereich wird auch „Finger-Print-Bereich“ genannt.

Bereits anhand des auf dem WEARCHECK-Laborbericht ausgedruckten IR-Diagramms kann der Betrachter mit etwas Übung erkennen, ob es sich um ein Mineralöl, Esteröl oder ein glykolbasiertes Syntheseöl handelt. Außerdem sind im IR-Spektrum wesentliche Additivverbindungen nachweisbar, deren Veränderungen auf Additivabbau, Vermischung oder ein anderes Öl hinweisen.

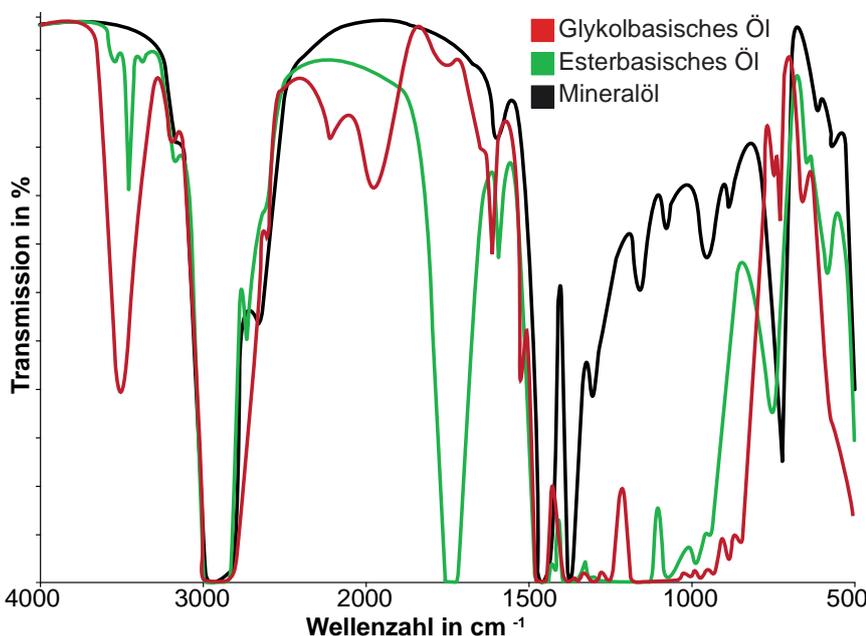
Grundsätzlich gilt, dass Verbindungen, die den „natürlichen“ Bestandteilen des Öles zugerechnet werden, in dem Diagramm als eher breite, oft bis an den „Boden“ reichende Einschnitte sichtbar sind. Das gilt z.B. für die in jedem Kohlenwasserstoff enthaltenen „C-C“- oder „C-H“-Bindungen oder auch für die in einem esterbasischen Öl enthaltenen „C=O“-Bindungen. Die oft nur in geringen Mengen vorhandenen Additive dagegen zeigen im Diagramm eher ein „nadelstichtartiges“ Aussehen. Diese „Peaks“ haben nur eine relativ kleine Ausdehnung. Das gilt

z.B. für phenolische Antioxidantien, oder auch für Additive, die das Viskositäts-Temperatur-Verhalten verändern (VI-Verbesserer).

Zur präzisen Auswertung ist das Diagramm auf dem Laborbericht, das unter [www.laborberichte.com](http://www.laborberichte.com) vergrößert dargestellt werden kann, allerdings nicht geeignet. Zur Angabe genauer Werte sind eine hochauflösende Grafik und eine spezielle Auswertungssoftware notwendig, die das Spektrum des Frischöles mit dem des Gebrauchttöles vergleicht. Der beurteilende Ingenieur muss über ein profundes Fachwissen über den Aufbau verschiedener Öltypen, deren Additivierung und den Einfluss der Alterung auf das Öl verfügen, wenn er alle Parameter einzeln kommentieren möchte.

In der Praxis kommt es nicht selten zu Vermischungen unterschiedlicher Öltypen. Manchmal wird eine andere als die vom Kunden im guten Glauben angegebene Ölsorte eingesetzt, oder es bleiben bei einem Ölwechsel noch Restmengen des vorherigen Öles im System. Das Spektrum einer jeden einzelnen Ölprobe inklusive Referenzspektrum steht dem Diagnoseingenieur beim Aufrufen der Probandaten sofort am Bildschirm zur Verfügung. Er kann so auf den ersten Blick sehen, ob das IR-Gebrauchttölspektrum überhaupt mit dem Frischöl-spektrum der vom Kunden angegebenen Ölsorte übereinstimmt. Dazu legt die Software die beiden Spektren übereinander und zeigt an, ob diese an den entscheidenden Stellen deckungsgleich sind. Ist auf dem Probenbegleitschein keine Ölbezeichnung angegeben, muss anhand der umfangreichen WEARCHECK-Datenbasis nach dem „Best-Match-Prinzip“ das am besten passende Referenzspektrum herausgesucht werden.

Zum Vergleich kann dabei sofort auf eine umfangreiche Datenbank mit hunderten von Frischölproben zurückgegriffen werden. Erst, wenn der Öltyp identifiziert ist, beginnt der Ingenieur mit der Bewertung der an bestimmten „Bandenbereichen“ des IRs ermittelten Kennzahlen. Bei synthetischen Grundölen oder Ölen, die bestimmte Additive enthalten, kann es allerdings vorkommen, dass ein mit der IR-Methode ermittelter Wert für diesen Öltyp nicht relevant ist. Weil z.B. esterbasische Bestandteile verhindern, den nur für reine Mineralöle gültigen Oxidationswert zu ermitteln. Wann und warum im Laborbericht kein Wert für die Oxidation ausgedruckt wird, haben wir in dieser Ausgabe auf der Seite 8 ausführlich beantwortet.



**Öl Checker – eine Zeitschrift der WEARCHECK GmbH**

Kerschelweg 28 · 83098 Brannenburg · Deutschland  
 Tel. 0 80 34/90 47-0 · Fax 0 80 34/9047-47  
 info@wearcheck.de · www.wearcheck.de

**Konzept und Text:**

Astrid Hackländer, Marketing & PR, A-4600 Thalheim  
 www.astridhacklaender.com

**Satz und Gestaltung:**

Agentur Segel Setzen, Petra Bots, www.segel-setzen.com

**Fotos:**

WEARCHECK GmbH · Atlas Copco Deutschland ·  
 Herrenknecht AG

## NACHGEFRAGT

### Warum werden in manchen Laborberichten keine Werte für die Oxidation angegeben?

**In Ihren Laborberichten für unsere Hydraulikanlagen führen Sie unter der Rubrik „Ölzustand“ auch die Oxidation auf. In einigen Berichten über Industriegetriebeöle fehlt die Angabe, die auf die Ölalterung hinweist aber. Hat das einen bestimmten Grund?**

**WEARCHECK:**

Ob die Zeile mit der Angabe für die Oxidation im Laborbericht ausgedruckt wird, hängt nicht vom Typ der Komponente ab, aus der die Ölprobe stammt, sondern von dem Grundöltyp, der für den jeweiligen Schmierstoff verwendet wird. Werden zur Formulierung der Öle Rohstoffe eingesetzt, die eine Bestimmung der Öloxidation mittels der FT-Infrarot-Technologie nicht erlauben, kann kein Wert gemessen werden. Deswegen können u.a. für Syntheseöle auf Esterbasis, wie sie z.B. als Ausgangsbasis für biologisch schneller abbaubare Produkte genutzt werden, keine Oxidationswerte angegeben werden. Aber auch bei modernen Getriebeölen, wie sie z.B. in Windkraftanlagen eingesetzt werden, kann der Oxidationswert fehlen, wenn neben dem Syntheseöl auf PAO (Poly-Alfa-

Olefin) Basis auch esterbasische Grundöle oder in Esteröl gelöste Additive verwendet werden. Der in PAO-Ölen enthaltene Ester, der mehrere Prozent betragen kann, bewirkt eine bessere Dichtungsverträglichkeit des Endproduktes und fördert ein leichteres Auflösen der Additive bei der Ölherstellung. Allerdings machen Ester die Bestimmung des Oxidationswertes unmöglich.

Bei der Alterung von Mineral- und Syntheseölen bilden sich, in Abhängigkeit von Zeit, Beanspruchung und Temperatur, Alterungsprodukte. Bei diesem Vorgang lagert sich Sauerstoff an die Molekülketten der aus Kohlenwasserstoffen bestehenden Öle an. Es bilden sich dabei Molekülketten, die Kohlenstoff-Sauerstoff-Doppelbindungen (Carbonylgruppen) enthalten. Werden diese Molekülketten nun mit Infrarotlicht beaufschlagt, absorbieren die durch Oxidationsvorgänge veränderten Moleküle im Infrarot-Bereich das Licht anders, als die zum Vergleich herangezogenen Frischöle. Diese abweichende Absorption, die durch die Ölalterung entsteht, wird für Mineralöle im IR-Spektrum als Peak angezeigt. Durch ein Subtrahieren von Gebrauchtl- und Frischöl-Spektrum kann für Mineralöle ein Zahlenwert für die Absorption der IR-Strahlung bezogen auf einen Zentimeter Ölschichtstärke gemäß DIN 1453 in A/cm angegeben werden.

Die oxidationsbedingten Veränderungen absorbieren im IR-Spektrum bei der Wellenzahl 1.710 cm<sup>-1</sup>. Im gleichen Wellenzahlenbereich absorbieren aber auch die Carbonylverbindungen, die in Esterölen als natürliche Bestandteile in ausgeprägter Form vorhanden sind. In frischen Mineralölen kommen Sauerstoffverbindungen meist nicht vor. Hier kann ein relativ kleiner Peak, der im Gebrauchtl-Spektrum kontinuierlich ansteigt, als deutliches Zeichen für eine zunehmende Öloxidation interpretiert werden. Bei Syntheseölen auf Esterbasis oder mit Anteilen von Ester bildet sich aber bereits im Frischöl ein so großer Peak aus, dass eine Veränderung dieses riesigen Peaks aufgrund von zusätzlicher Öloxidation nicht mehr berechnet werden kann und somit auch nicht interpretierbar ist.

Falls keine Angabe der Oxidation eines Öles in A/cm aus dem IR-Spektrum möglich ist, ziehen die WEARCHECK-Ingenieure allerdings andere Kriterien heran, um über die weiter verbleibende Lebensdauer für das Öl zuverlässig zu informieren. So ermöglichen der Abbau von Antioxidantien, der auch für Syntheseöle mittels der IR-Technologie gemessen werden kann, eine Veränderung der Viskosität oder eine Verringerung von Additivgehalten (Bestimmung mittels ICP) zusätzliche Rückschlüsse auf die Oxidation des Öles und damit auf seine weitere Verwendbarkeit.

**WEARCHECK beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen Tribologie und Schmierstoff-Analysen. Fragen Sie uns per E-Mail (info@wearcheck.de) oder Fax +49 8034/9047-47.**

## SEMINARE

In unseren OilDoc-Seminaren im Frühjahr 2009 dreht sich alles um die Maschinenüberwachung durch Ölanalytik für Hydrauliken, Motoren und Anlagen im Industriebereich. Auf vielfachen Wunsch führen wir wieder eine Veranstaltung zum Thema „Optimales Schmierstoff-Management und Maschinenüberwachung durch Ölanalytik“ durch. In diesem Seminar erfahren Sie alles Wissenswerte zur Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit sowie der Verlängerung der Ölwechselzeiten und wie Sie damit direkt zur Senkung Ihrer Betriebskosten beitragen.

Für die Themenschwerpunkte Hydrauliken, Motoren und Industriebereich bieten wir Basis-Veranstaltungen und Aufbauitage an. Damit gibt es für Newcomer und Experten das passende Seminar.



Die OilDoc-Seminare finden im WEARCHECK-Haus im oberbayerischen Brannenburg, 60 km südöstlich von München statt. Zusätzlich bieten wir die Möglichkeit von Seminaren mit maßgeschneiderten Inhalten auch bei Ihnen vor Ort.

**Seminartermine 2009**

- 02.-04.03. Maschinenüberwachung durch Ölanalytik für Hydrauliken
- 05.03. Aufbauitag Hydrauliken
- 16.-18.03. Maschinenüberwachung durch Ölanalytik im Industriebereich
- 19.03. Aufbauitag Industrie
- 23.-25.03. Maschinenüberwachung durch Ölanalytik für Motoren
- 26.03. Aufbauitag Motoren
- 30.03-01.04. Optimales Schmierstoffmanagement

**Ausführliche Informationen und Anmeldeformulare finden auf unserer Homepage [www.wearcheck.de](http://www.wearcheck.de). Für eine Beratung steht Ihnen Herr Rüdiger Krethe (rk@wearcheck.de, Tel. 08034/9047-210) zur Verfügung.**