



Frühjahr 2021

# OELCHECKER

OELCHECK INSIDE

• PARTNER-FORUM

• TECHNIK-FOKUS

## INHALT

- Check-up – Eigeninitiative in Zeiten der Pandemie ..... 2
- **OELCHECK Inside**
  - OELCHECK-Kundenbefragung 2020 – das Fazit ..... 3
  - 350 Quadratmeter mehr – Umbau des OELCHECK-Labors ..... 3
  - Laura Kukuk – Filmdreharbeiten bei OELCHECK ..... 3
  - OELCHECK-App 4.0 – Maschinensuche jetzt auch ohne QR-Code ..... 4
  - OilDoc Konferenz & Ausstellung – OELCHECK ist aktiv dabei ..... 4
- **OELCHECK Partner-Forum**
  - Getriebeöl im Dauerlauf – Feldversuch trägt zur Kostensenkung bei ..... 5
- **Technik-Fokus**
  - Neu und nur von OELCHECK – Relative Feuchte und Wassersättigung ..... 6
  - Oxidationsindex – er zeigt das Altern moderner Schmierstoffe deutlich ..... 7-8



## Skane Jet – High Speed nach Schweden



Von der Insel Rügen nach Ystad in Schweden: Der „Skane Jet“ startet in die neue Saison.

**Vier starke Dieselmotoren und vier Wasserstrahlantriebe machen es möglich: Der „Skane Jet“ der FRS Baltic GmbH benötigt für die über 100 km lange Fahrt von Sassnitz auf Rügen nach Ystad in Schweden gerade einmal 2 Stunden und 15 Minuten. Eine schnellere Fährverbindung zwischen den beiden Ländern gibt es nicht!**

**Im Frühjahr 2021 beginnt die neue Saison. Das Schiff ist bereits startklar, denn die Winterpause wurde intensiv für Wartungsarbeiten genutzt. Dazu gehörte selbstverständlich die Kontrolle sämtlicher Schmierstoffe durch OELCHECK.**

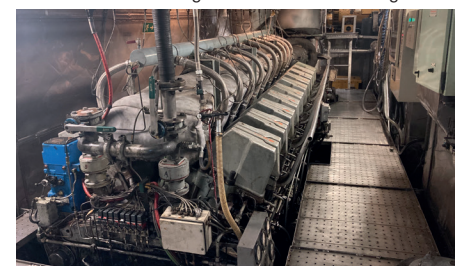
Eine Fahrt mit dem „Skane Jet“ ist ein Erlebnis. Mit einer Geschwindigkeit von bis zu 35 Knoten (64,82 km/h) jagt der 91 m lange und 26 m breite Katamaran über die Ostsee. Dabei transportiert er bis zu 676 Passagiere und 210 Fahrzeuge. Für den Zeitvertreib an Bord sorgen Restaurants, ein Shop, Informationen über die Zielorte oder man lässt sich auf dem Freideck den Fahrtwind um die Nase wehen.

### Ein Katamaran mit Wasserstrahlantrieb

Einen klassischen Propeller, umgangssprachlich auch Schiffsschraube genannt, sucht man am Heck des „Skane Jet“ vergeblich. Er nutzt das Prinzip des Wasserstrahlantriebs. Für seine hohen Geschwindigkeiten sorgen vier Antriebsaggregate mit Rückstoßantrieb. Dabei saugen vier Impeller (ummantelte Propeller) unter

dem Rumpf Wasser an und stoßen es über Düsen am Heck wieder aus. Durch jeden Impeller fließen 18,5 m<sup>3</sup> Wasser pro Sekunde, wobei die Wasseraustrittsrichtung immer konstant ist. Doch hydraulisch gesteuerte Schubumkehrklappen, sogenannte „Buckets“, lenken die gewaltigen Wasserströme um. Damit werden die Wasserstrahlen entweder zum Vortrieb genutzt oder so umgelenkt, dass sie den Jet rückwärts drücken. Ein Stillstand wird durch die Aufteilung in vorwärts- und rückwärtswirkende Kräfte erreicht.

Angetrieben werden die Impeller über Getriebe, die von der Renk AG speziell für Schiffsanwendungen hergestellt werden. Sie werden von schnelllaufenden Viertakt-Schiffsdieselmotoren vom Typ Ruston 20RK 270M MII bewegt und sind zusammen 40.000 PS stark. Die Druckverhältnisse an den Blättern der Impeller sind in etwa mit denen einer Pumpe vergleichbar. Damit sind die Vibrationen geringer als bei einem klassischen Schiffsantrieb mit Propeller, das Fahrempfinden ist ruhiger. Der Schiffsrumpf eines Jets muss jedoch auf den Wasserantrieb abgestimmt sein. In der Regel können Schiffe mit Jet-Antrieb besonders flach gebaut werden und sind selbst bei langsamer Fahrt sehr wendig.



Der Hauptmotor, ein Schwerarbeiter unter Deck.

# Check-up

In Zeiten von Covid-19 zeigt sich, wie schlagkräftig das Risikomanagement eines Unternehmens ist. OELCHECK hat die ständig wechselnden Herausforderungen bisher gut gemeistert und nun einen Schritt Richtung Normalität gemacht. Nach anstrengenden Monaten mit Schichtarbeit haben wir am 22. März den Regelbetrieb wieder aufgenommen – allerdings unter strikten Vorgaben.

Um das Infektionsrisiko weitestgehend auszuschließen, sind von unseren Mitarbeitern nicht nur Abstands- und Hygieneregeln zu beachten, sie alle müssen außerdem die für sie kostenfreien FFP2-Masken und Selbsttests nutzen. Die Beschaffung der 4.500 Selbsttests geschah auf unsere eigene Initiative. Die Umsetzung war alles andere als leicht, ist aber schließlich geglückt. Nun sind für alle Mitarbeiter Selbsttests mehrmals in der Woche nach einem vorgegebenen Rhythmus verpflichtend. Die Tests sind schmerzlos und einfach anzuwenden, eine entsprechende Einweisung ist vorab erfolgt. Durchgeführt werden die Selbsttests daheim, kurz vor Verlassen der Wohnung. Nach 15 Minuten wird das Ergebnis mit einer hohen Genauigkeit (Sensitivität 95 %) auf einer Testkarte sichtbar.

Nur Mitarbeiter mit einem negativen Testergebnis dürfen unser Unternehmen betreten. Am Morgen des 22. März wurden noch vor dem Start in den Normalbetrieb die ersten Kontrollen durchgeführt. In jedem unserer Gebäude sind zwei eigens geschulte Testbeauftragte für die Überprüfung der Testkarten und die Dokumentation der Ergebnisse verantwortlich.

Aktuell bemühen wir uns intensiv um eine baldige Impfkaktion für unsere Mitarbeiter. Wir setzen weiterhin alles daran, auch unter den schwierigen Bedingungen der Pandemie unsere Dienstleistungen und unseren Kundenservice in gewohnter Qualität zu erbringen, schließlich ist OELCHECK nicht nur für die Instandhaltung von Energieerzeugungsanlagen systemrelevant.



Ihre Barbara Weismann



Der „Skane Jet“ im Sassnitzer Stadthafen.

## Weniger Schwefel, Feinstaub und Ruß

Für den „Skane Jet“ verwendet die Reederei ausschließlich Marinediesel (MDO) mit einem Schwefelanteil von unter 0,1 %. Dieses Marine Gasöl ist herkömmlichem Dieselmotorenstoff ähnlich, weist jedoch eine höhere Viskosität und Dichte auf. Es entspricht dem Schwefelemissionsgrenzwert, wie er für den Betrieb in Häfen der EU und der ECA (Emission Control Areas) gefordert wird. Außerdem setzt das Marine Gasöl bei seinem Verbrennungsprozess deutlich weniger Feinstaub und Ruß frei als Schiffskraftstoffe mit hohen Anteilen von Schweröl und Schwefel.

## Perfekte Wartung – Ölanalysen inklusive

Die Sicherheit der Passagiere und der Crew steht bei der FRS Baltic GmbH an erster Stelle. Sämtliche Sicherheitsmaßnahmen entsprechen den Anforderungen der internationalen und nationalen Sicherheitsvorschriften für Seeschiffe. Die Mitarbeiter sind fachkundig ausgebildet und die Betriebsabläufe an

Bord sowie an Land perfekt organisiert. Der Wartungszustand der modernen Schiffe der Reederei ist state-of-the-art. Kontroll- und Instandhaltungsmaßnahmen werden fortlaufend durchgeführt.

Die Winterpause des „Skane Jet“ wird für umfassende Wartungsarbeiten genutzt. Schmierstoffanalysen von OELCHECK sind dabei unverzichtbar. Untersucht werden

die Öle der Motoren sowie deren angeschlossenen Getriebe. Nicht zu vergessen die Fluids aus den Hydrauliksystemen, die für die Stellung der Wasseraustrittsdüsen sowie der „Capstans“, der Festmacherwinden des Schiffs, sorgen.

Die vier Ruston Viertakt-Dieselmotoren sind mit jeweils ca. 1.200 l eines Motoröls SAE 40 befüllt, das sich in schnelllaufenden Schiffsmotoren bestens bewährt hat. Es ist thermisch und oxidativ besonders stabil und schützt vor Verschleiß, Korrosion sowie Ablagerungen. Darüber hinaus verfügt es über ein hervorragendes Wasserabschleiverhalten. Bei der Analyse der Öle untersucht OELCHECK den Ölzustand, Anzeichen auf Verschleiß, etwaige Verunreinigungen und den Zustand der Additive. Besonders genau werden Rußgehalt und etwaige Verunreinigungen mit Kraftstoff oder Wasser unter die Lupe genommen.

Für die Schmierung der Getriebe werden je 100 l eines Hochleistungs-Getriebeöls (ISO VG 100) mit extremem Druckaufnahme- und Lastragevermögen sowie ausgezeichneter Dichtungsverträglichkeit verwendet. Allerdings sind die Getriebe auf hoher See im Einsatz. Daher achten die OELCHECK-Tribologen bei der Auswertung der Ölanalysen besonders auf einen etwaigen Wassereintrag und eine Verunreinigung mit Natrium, das aus dem salzhaltigen Meerwasser stammen könnte.

Die Geschwindigkeit des Jets wird durch die Schubkraft der Wasserstrahlantriebe bestimmt, die Fahrtrichtung durch die Stellung der „Buckets“. Für deren Positionierung sorgt ein Hydrauliksystem, das mit einem Hochdruck-Hydraulikfluid befüllt ist. Es schützt die hydraulischen Komponenten und Stellrichtungen auch bei tiefen Temperaturen vor Fehlfunktionen oder Ausfällen. Bei der Wahl des Fluids hat die Reederei eine wichtige Eigenschaft im Sinne des Gewässerschutzes berücksichtigt. Gemäß OECD-Test und den GHS-Kriterien (Globally Harmonised System) ist das Fluid weder akut noch chronisch toxisch. OELCHECK kontrolliert Proben aus dem Hydrauliksystem im Hinblick auf Verschleiß, Reinheit (Filterung) und Wassergehalt und erkennt Verunreinigungen, wie z. B. durch Meerwasser.

In der Winterpause ist Zeit für die umfassende Wartung des „Skane Jet“ im Stadthafen Sassnitz. Doch auch während der Saison erfolgen ständig Kontrollen und Instandhaltungsarbeiten. Die Crew beobachtet alle Anlagen und überprüft die Einhaltung sämtlicher Betriebsparameter. Alle drei Monate werden Schmierstoffproben aus Motoren, Getrieben und Hydrauliken von OELCHECK untersucht. So wie die FRS Baltic GmbH nutzen viele Reedereien und Betreiber von Hafenanlagen die Schmierstoffanalysen von OELCHECK. Dabei haben auch Schiffe, mit deren Hilfe Offshore-Windkraftanlagen errichtet werden, das Arctic-Forschungsschiff Polarstern oder die Containerterminals in den Häfen von Hamburg und Rotterdam eines gemeinsam: Die Schmierstoffe ihrer Anlagen werden überwacht durch Schmierstoffanalysen von OELCHECK.

## FRS – Fährverbindungen weltweit

Die FRS Baltic GmbH ist ein Unternehmen der FRS GmbH & Co. KG. Diese blickt auf über 150 Jahre Schifffahrtsgeschichte zurück. Von einer regionalen Passagierschiffreederei hat sich FRS zu einer international tätigen Unternehmensgruppe entwickelt und ist heute einer der führenden Spezialisten im Bereich der Fährschifffahrt in Europa. FRS betreibt 72 Schiffe und hat weltweit mehr als 2.000 Beschäftigte. Die Reederei, mit Hauptsitz in Flensburg, operiert zahlreiche nationale und internationale Fähr- und Katamaran-Verbindungen und befördert rund 7,9 Mio. Passagiere und 2,1 Mio. Fahrzeuge pro Jahr. Außerdem ist FRS in den Bereichen Offshore Logistik, Hafenmanagement, Crewing und maritime Unternehmensberatung aktiv.

Weitere Infos: [www.frs.world](http://www.frs.world)

# OELCHECK Kundenbefragung 2020

OELCHECK ist das richtungsweisende Labor für Schmier- und Betriebsstoff-Analysen in Europa. Wir sind ständig bestrebt, eine möglichst hohe Kundenzufriedenheit zu erreichen. Dies gelingt jedoch nur, wenn wir die Anforderungen unserer Kunden genau kennen. Ihre Anregungen, Vorschläge aber auch Kritikpunkte sind wichtige Impulse für unsere weitere Entwicklung.

Im Dezember 2020 haben wir daher wieder eine große Kundenbefragung durchgeführt. Die Resonanz darauf hat gezeigt, wie wichtig diese Umfrage war. Wir haben viele konkrete Vorschläge und Wünsche zur Verbesserung und Erweiterung unserer Dienst- und Serviceleistungen erhalten.

Hier ein Überblick über das Gesamtergebnis der Befragung:

## ■ Laborberichte und Diagnosen sind top

Das Urteil der Teilnehmer war eindeutig: Sehr bzw. gut zufrieden sind 97 % mit den Laborberichten sowie 85 % mit den Diagnosen.

## ■ Unsere Beratungsleistung wird geschätzt

Besonders gut bewertet wurden: Unsere Kompetenz, die Schnelligkeit sowie die Beantwortung individueller Fragen und Rückfragen zu Laborberichten.

## ■ LAB.REPORT – noch zu wenig bekannt

Die Nutzer unseres Kundenportals sind mit dessen umfangreichen Funktionen mehr als zufrieden. Wer es noch nicht kennt, kann sich als Gast auf [www.lab.report](http://www.lab.report) einloggen und einen ersten Überblick über die Funktionen erhalten.

## ■ oelcheck.de – die Informationsplattform

Unsere viel besuchte Homepage informiert umfassend über unsere Serviceleistungen und rund um Schmierstoffe sowie deren Analytik.

## ■ Unsere App – gehört ins Rampenlicht

Die kostenfreie OELCHECK-App 4.0 hat sich in der Praxis bestens bewährt, wird aber noch zu wenig genutzt. Probieren Sie die App einfach aus: Sie ist einfach, innovativ, schnell und digital.

## ■ Der OELCHECKER – eine geschätzte Lektüre

Ein Großteil der Teilnehmer möchte unser Kundenmagazin nicht missen. Themen wie schmier-technisches Allgemeinwissen, Prüfverfahren und Berichte aus der Praxis werden gern gelesen.

## ■ Das Preis-Leistungs-Verhältnis passt!

Wenn es um die Kosten geht, sind Kunden immer besonders kritisch. Doch die Mehrheit der Umfrageteilnehmer ist der Ansicht: Das Preis-Leistungs-Verhältnis von OELCHECK passt.

## Das Fazit

Über das ehrliche und positive Ergebnis unserer Kundenbefragung freuen wir uns nicht nur sehr, es ist für uns auch eine Verpflichtung, nicht nachzulassen und unsere Leistungen für Sie ständig zu optimieren.

**Ein großes Dankeschön an alle Teilnehmer für die Beantwortung unserer Fragen und die vielen Anregungen!**

## OELCHECK-Labor wächst erneut um 350 m<sup>2</sup>

Die Pandemie hatte zwar für Verzögerungen gesorgt, doch das neue OELCHECK-Gebäude am Kerschelweg 18 ist längst schon mit Leben erfüllt. Mit seinen ca. 2.000 m<sup>2</sup> ist es das größte unserer drei Gebäude. Die Geschäftsführung sowie die Abteilungen Service und Vertrieb, Tribologie, Agentensupport und Buchhaltung haben die neuen Räumlichkeiten bereits bezogen. Durch den Umzug wurden im ersten OELCHECK-Gebäude zusätzliche 350 m<sup>2</sup> frei. Sie werden dringend für den weiteren Ausbau des Labors benötigt, denn unser Unter-

nehmen wächst nicht nur bei der Mitarbeiterzahl, sondern auch bei der Anzahl der Laborgeräte dynamisch weiter.

Die zusätzliche Fläche liegt im Obergeschoss unmittelbar über bestehenden Laborräumen. Wir arbeiten mit Hochdruck an dem Umbau. Der Teppichboden wird durch einen labortauglichen PVC-Belag ersetzt, eine zusätzliche Be- und Entlüftung wird eingebaut, Türen werden umgebaut, ein Laborspülraum mit Lösungsmittelentsorgung kommt hinzu. Quasi alles wird erneuert. Im Sommer 2021 werden dann die

Laborgeräte umgezogen und neue beschafft. Wenn der neue Laborteil in Betrieb geht, können die Ölproben dann auch Aufzug fahren. Sie werden mit ihrer eigenen Hebebühne vom Auspackraum im Erdgeschoss ins Obergeschoss und danach wieder nach unten transportiert.



## Filmdreharbeiten mit Laura Kukuk

### Welchen Mehrwert bieten die all-inclusive Analysensets von OELCHECK bei der Gutachterstellung für Oldtimer?

Diese Frage stand im Mittelpunkt eines Videos, welches im Auftrag von der Oldtimer Versicherung OCC und in Kooperation mit OELCHECK produziert wurde. Durch den Film führte die aus den Medien bekannte Oldtimerspezialistin **Laura Kukuk**. Sie wurde dabei von Stefan Mitterer, dem OELCHECK-Geschäftsleiter für Technik, Service & Vertrieb unterstützt. Weltweit ist die Ingenieurin der Fahrzeugtechnik (B. Eng.) als Kfz-Sachverständige und Oldtimerexpertin unterwegs. Sie begutachtet Renn-/Sportwagen und Oldtimer. Dabei kommen oft OELCHECK-Analysen zum Einsatz. Vor allem werden die Analysen bei Fahrzeugkomponenten wie Motor,

Getriebe und Differential durchgeführt, um einen besseren Überblick über deren Zustand zu erhalten. Für den Film und die Dreharbeiten durfte eines natürlich nicht fehlen: Eine von ihr mitgebrachte Schmierstoff-Probe. Diese ging ins Labor – gemeinsam mit den Fragen: Warum macht eine Ölanalyse überhaupt Sinn? Und wie wird so eine Probe analysiert? Im Labor ging Stefan Mitterer auf die einzelnen Prüfverfahren wie Infrarotspektroskopie, kinematische Viskosität, IR-Index, Elementanalyse und Gaschromatographie näher ein. Er erläuterte, welche Rückschlüsse die Ergebnisse zum Zustand des Schmierstoffs und zur Früherkennung von Schäden bzw. Verschleiß liefern können. Stefan Mitterer führte das Filmteam nicht nur durchs Unternehmen und in die Welt der Schmier-

stoffanalytik, sondern unterstützte auch bei der Auswertung des Laborberichts mit seiner Expertise. Laura Kukuk kommentierte das mit den abschließenden Worten: „Deshalb lieben wir Ihre Berichte!“



Das finale Video steht auf der OELCHECK-Vimeo-Seite zur Verfügung.

# OELCHECK-App 4.0 mit neuem Feature

## Einfach. Innovativ. Schnell. Digital.

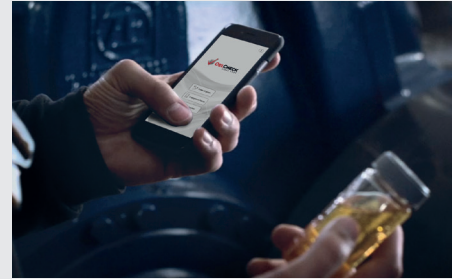
Die OELCHECK-App 4.0 wurde um ein zusätzliches Feature erweitert: Ab sofort ist die direkte Maschinensuche – auch ohne QR-Code – möglich. Dadurch kann der Nutzer nun auf zwei unterschiedlichen Wegen die Probandateneingabe durchführen, entweder durch Scannen des QR-Codes oder durch die direkte Maschinensuche.

### Wie funktioniert das neue Feature?

Unter der Funktion „Maschinensuche“ werden alle Maschinen angezeigt, deren Betriebsstoffe bereits von OELCHECK untersucht wurden. Der Kunde kann die gewünschte Maschine schnell und einfach auswählen. Auch im Offline-Modus ist eine Dateneingabe problemlos möglich – die OELCHECK-App 4.0 synchronisiert die Daten im Online-Modus automatisch. Die OELCHECK-App 4.0 unterstützt die Nutzer dabei, ihren Laborbericht einfach, innovativ, schnell und digital zu erhalten. Weitere Vorteile und Informationen finden Sie in unserem neuen Video zur App. Dieses steht auf dem OELCHECK-Vimeokanal für Sie bereit.

### OELCHECK-App 4.0 bietet die einfachste Möglichkeit, Probandaten einzugeben.

Kundenspezifische Informationen sowie die Angaben zu den einzelnen Maschinen werden einmalig hinterlegt und sind dann immer verfügbar. Die Kunden ergänzen lediglich die Daten der jeweiligen Probe.



Probandaten eingeben



Direkte Maschinensuche



Offline-Modus nutzen



Probenstatus anzeigen



Fotos zur Probe hinzufügen



Laborberichte aufrufen



Die Nutzung der App ist Teil unseres Dienstleistungsangebots und kostenfrei. Verfügbar für Android und iOS in Deutsch und Englisch.



# OilDoc Konferenz & Ausstellung

## 08.–10. Juni 2021 – hybrides Veranstaltungskonzept

**Besondere Zeiten erfordern besondere Maßnahmen: Getreu dieses Mottos wird die OilDoc Konferenz & Ausstellung in diesem Jahr als hybride Veranstaltung stattfinden.**

Somit können die Teilnehmer selbst entscheiden, ob sie live vor Ort im KU'KO in Rosenheim oder online direkt vom Arbeitsplatz dabei sein möchten bei der richtungsweisenden Veranstaltung in Europa rund um die Themen Schmierstoffe, Instandhaltung und Condition Monitoring. Die Konferenz – bestehend aus einer Fachausstellung, besonderen Networking-Events und hochkarätigen Vorträgen – ist in jedem Fall die ideale Plattform, um führende Persönlichkeiten aus Forschung und Entwicklung, erfahrene Techniker sowie Experten für die effiziente Anwendung von Schmierstoffen zu treffen. Auf drei Hallen verteilt, wird es an zwei Veranstaltungstagen über 70 handverlesene Fachvorträge von renommierten Sprechern geben – zusätzlich live gestreamt für die virtuellen Teilnehmer. Unter den Vortragenden sind auch OELCHECK-Mitarbeiter, die neue wissenschaftliche Erkenntnisse

**OilDoc**  
Konferenz & Ausstellung

Schmierstoffe  
Instandhaltung  
Condition Monitoring

[oildoc-conference.com](http://oildoc-conference.com)

**HYBRID EVENT**  
Teilnahme live oder digital

präsentieren und aktuelle Trends für die täglichen schmiertechnischen Herausforderungen vermitteln:

### Unsere Vorträge auf der Konferenz:

- **A new method for oxidation detection in industrial oils**  
Sina Malenke, Wissenschaftliche Teamassistentin
- **Digitalization & lubricant analyses – an efficient partnership**  
Stefan Mitterer, Geschäftsleiter Technik, Service & Vertrieb
- **Monitoring of antioxidant depletion by FT-IR**  
Dr. Thomas Fischer, Wissenschaftlicher Leiter
- **Insight into coolant analysis – methods and developments**  
Dr. Christoph Heinzl, Stellv. Wissenschaftlicher Leiter
- **Possibility to extend oil service life in commercial vehicle diesel engines when using B100 (FAME)**  
Carsten Heine, Technical Support Manager

# Getriebeöl im Dauerlauf

Ein Projekt der VEKA AG und der Hans Weber Maschinenfabrik GmbH

Die Kunststoff-Fensterprofile der VEKA AG gehören zu den beliebtesten weltweit. Einen Großteil davon produziert die VEKA AG mit Extrudern von Weber. 2014 starteten die beiden Unternehmen einen Feldversuch, wie lange das Getriebeöl eines Doppelschneckenextruders eingesetzt werden kann. Schmierstoffanalysen von OELCHECK begleiten das Projekt von Anfang an. Mittlerweile hat das Öl bereits mehr als 40.000 Bh ohne Auffälligkeiten absolviert und ein Ölwechsel ist noch nicht in Sicht.



Ein Doppelschneckenextruder DS 11 der Hans Weber Maschinenfabrik GmbH.

Die Hans Weber Maschinenfabrik GmbH steht seit fast 100 Jahren für Perfektion im Maschinenbau und überzeugt Kunden aus mehr als 60 Ländern mit Qualitätsprodukten der Schleiftechnik und Extrudertechnologie. Über 20.000 Maschinen sind weltweit im Einsatz. Die meisten ihrer Komponenten werden am Hauptsitz des Unternehmens im oberfränkischen Kronach produziert. Die VEKA AG setzt seit etwa 50 Jahren Weber Extruder für die Herstellung von Kunststoffprofilen für Fenster und Türen ein.

Die beiden Familienunternehmen verbindet nicht nur eine lange Partnerschaft, sondern auch der hohe Anspruch an ihre Qualität, Innovationskraft und Zuverlässigkeit. Diese gehen Hand in Hand mit einem zukunftsorientierten, nachhaltigen Tun und Handeln. Dies erfordert gerade auch in der Instandhaltung Offenheit für Veränderungen sowie alternative Ideen. Bisher haben die Instandhalter der VEKA AG die Getriebeöle der Weber Extruder nach einer Laufzeit von 6.000 Bh bzw. einem Jahr gewechselt. Damit ist man zwar immer auf der sicheren Seite, wird jedoch eine Vielzahl von Anlagen betrieben, summieren sich die Kosten für die Wartungszeit und den Kauf der neuen Öle. Um die Kosten zu senken und gleichzeitig die Ressourcen an Frischöl zu schonen, starteten die beiden Unternehmen einen gemeinsamen Feldversuch.

## Ein Weber Doppelschneckenextruder DS 11

Getestet wurde ein mineralölbasisches Industriegetriebeöl ISO-VG 460 des Typs CLP. Sein Arbeitsplatz: das Getriebe eines Weber Doppelschneckenextruders DS11. Die VEKA AG setzt ihn für die Herstellung von Fensterprofilen im münsterländischen Sendenhorst ein. Hier befinden sich der Stammsitz und das Kompetenzzentrum des Unternehmens.

Bei der Extrusion wird thermoplastisch verformbarer Kunststoff als zähe Masse unter hohem Druck bei einer Temperatur von ca. 190 °C durch eine formgebende Öffnung gepresst. Bei einem Doppelschneckenextruder sind in einem beheizten Zylinder zwei Schneckenwellen platziert. Diese drehen sich mittels eines vorgeschalteten Getriebes und greifen dabei ineinander. Durch sie wird das temperierte Rohmaterial vorwärts gefördert. Gleichzeitig wird durch die Bewegung Energie erzeugt, die eine zusätzliche Temperaturerhöhung bewirkt und die Kunststoff-Aufschmelzung in Gang setzt. Die Leistung des Getriebes ist nicht nur wesentlich für den Prozess der Aufschmelzung, es muss auch hohe Drehmomente bei relativ geringem Achsabstand bewältigen sowie die Axialkräfte aus dem Extrusionsprozess meistern. Daraus resultieren wiederum die Anforderungen an das eingesetzte Industriegetriebeöl. Es soll über eine hohe Druckaufnahmefähigkeit, einen ausgezeichneten Verschleißschutz und eine sehr gute Alterungsbeständigkeit verfügen.

## VEKA – Condition Monitoring erster Klasse

Von Anfang an wurde das Industriegetriebeöl regelmäßig überwacht, alle Werte und Aktivitäten dokumentiert. Kontinuierlich wird die Temperatur des Getriebeöls kontrolliert. Sie soll 65 °C nicht überschreiten. Damit die Temperatur immer passt, warten die Mitarbeiter der VEKA AG u. a. regelmäßig die Kühlung des Getriebes. Außerdem kontrollieren sie die Lüftungsschrauben und deren Filter auf Sauberkeit und Funktionsfähigkeit. So kann warme Luft austreten, anstatt Kondensat zu bilden. Und die sauberen Filter hindern etwaige Verunreinigungen am Eindringen in den Ölkreislauf.

## 40.000 Betriebsstunden – 28 Ölanalysen

Ende 2014 startete der Versuch und damit eine lange Reihe von OELCHECK-Schmierstoffanalysen. Da bei seinem Einsatz die Alterung des Öls eine entscheidende Rolle spielt, werden all-inclusive Analysensets 2 mit zusätzlicher Bestimmung der AN/NZ verwendet. Die AN (Acid Number) bzw. NZ (Neutralisationszahl) ist ein Maß für den Versäuerungsgrad des Öls. Sie lässt im Vergleich mit den Frischölwerten einen Rückschluss auf die Öl-oxidation sowie den Abbau von Additiven zu und ist damit eine wertvolle Ergänzung der Infrarot-Spektroskopie, die die Oxidation in A/cm bestimmt. Die Ölproben werden in regelmäßigen Abständen über einen an der Anlage eigens installierten Ablasshahn entnommen. Die Datenerfassung und Übermittlung an OELCHECK erfolgt mit QR-Code und App. Die Laborberichte werden von den Mitarbeitern der VEKA AG und der Hans Weber Maschinenfabrik GmbH gemeinsam begutachtet.

Bis heute hat das Getriebeöl eine Laufzeit von über 40.000 Bh erreicht, die von nunmehr 28 Ölanalysen überwacht wurden. Der aktuelle Laborbericht zeigt: Noch immer liegen alle Werte im grünen Bereich! Selbst die typischen Verschleißwerte für Kupfer, Zinn und Blei, das aus den Lagern oder Lagerkäfigen stammt, sind unkritisch. Die Verunreinigungen, wie z. B. mit Silizium, sind minimal. Die Viskosität und die Oxidation, das Synonym für die Ölalterung, sowie der Wert der AN/NZ haben ihre Limits noch nicht erreicht. Der Ölzustand insgesamt erlaubt einen weiteren Betrieb des Getriebeöls.

## Fazit: zustandsabhängige Ölwechsel

Bisher hat die VEKA AG die Getriebeöle der Extruder nach 6.000 Bh bzw. einem Jahr erneuert. Regelmäßige OELCHECK-Ölanalysen vorausgesetzt, erfolgen die Ölwechsel nun für alle Anlagen, die dem Weber Doppelschneckenextruder DS 11 ähnlich sind, in Abhängigkeit vom Ölzustand. Der Feldversuch läuft zwar weiter, doch sein Ziel wurde bereits erreicht. Dank der zustandsabhängigen Ölwechsel sinken die Kosten für Frischöl und Arbeitsaufwand. Und für die notwendige Sicherheit des Betriebs sorgen die Schmierstoffanalysen von OELCHECK.

## Neu und nur von OELCHECK:

# Relative Feuchtigkeit bei definierter Temperatur und Wassersättigungskurve

**OELCHECK ermittelt ab sofort die Relative Feuchtigkeit von Ölen bei definierten Temperaturen und erstellt außerdem Wassersättigungskurven! Damit stehen der proaktiven Instandhaltung zusätzliche wertvolle Informationen zur Verfügung. Nun können entsprechende Ölpflegemaßnahmen oder Ölwechsel noch früher durchgeführt und vor allem große Hydrauliksysteme und Umlaufanlagen vor Störungen durch freies Wasser bewahrt werden.**

Öle, die zur Schmierung, Druckübertragung oder auch zur Isolierung verwendet werden, sollen möglichst wenig Wasser enthalten. Doch schon Frischöle weisen immer einen kleinen Anteil von Wasser auf. Dieses Wasser ist im Öl gelöst. Der Anteil ist im Wesentlichen abhängig vom Grundöltyp und der Additivierung. Wie hoch die Konzentration des im Öl gelösten Wassers ist, gibt die Relative Feuchte in Prozent an. In Abhängigkeit von der Temperatur kann das Öl kein weiteres Wasser „tragen“, wenn die Konzentration über 100 % Relative Feuchte liegt bzw. der Wassersättigungspunkt erreicht ist. Ab diesem Punkt bilden sich meist feine Wassertröpfchen, das Öl wird trüb. Bei einem zu hohen Anteil dieser Tröpfchen setzt sich besonders während des Abkühlvorgangs freies Wasser in Form einer deutlich sichtbaren Phasentrennung ab.

Ab einer Relativen Feuchte von mehr als 100 % kann abrasiver Verschleiß an bewegten Reibstellen auftreten. Dort, wo Wasser anstelle von Öl angelagert ist, werden die Spitzen der Oberflächen nicht mehr geschmiert. Wasser kann zu massiven Korrosionserscheinungen und Rostbildung führen.

Das gesamte im Öl vorhandene Wasser, also gelöste und freie Anteile zusammen, misst OELCHECK mit der Karl-Fischer-Methode in ppm. Dieser absolute Wassergehalt informiert nicht über die Relative Feuchte und damit nicht darüber, wie viel Wasser im Öl gelöst ist bzw. wie viel Wasser das Öl noch aufnehmen könnte, bevor es sich abscheidet. Doch die Kenntnis der Relativen Feuchte im Verhältnis zum gesamt vorhandenen Wasser in ppm ist besonders wichtig für Ölfüllungen in großen Hydrauliksystemen, in Transformatoren oder in wassergefährdeten Umlaufsystemen, wie in der Papierindustrie oder Kaltwalzwerken, aber auch in Anlagen mit Kondensatbildung.

### Die Relative Feuchte ist variabel

Die Relative Feuchte ist abhängig vom Grundöltyp, der Viskosität und der Additivierung des Öls. Außerdem verändert sie sich in Abhängigkeit von Temperatur, Ölalterung und Luftfeuchtigkeit. Bei

niedrigen Temperaturen lösen Öle deutlich weniger Wasser als bei hohen. Kühlt ein Öl ab, setzt es mehr Wasser frei als bei seiner vorhergehenden Betriebstemperatur. Mit der Veränderung der Temperatur ändert sich somit auch der Wassersättigungspunkt eines Öls.

### OELCHECK schließt die Wissenslücke

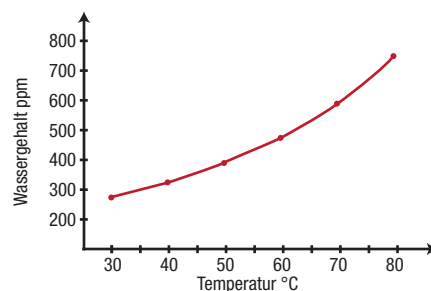
In vielen Anlagen messen Online-Sensoren permanent die Relative Feuchte und die Temperatur des Öls. Ihre Messungen ermöglichen allerdings keine Prognose, wie sich die Relative Feuchte und die Sättigungsgrenze bei veränderten Temperaturen verhalten oder gar wie hoch der Gesamtwassergehalt ist. Doch gerade auf dieses Wissen kommt es an, damit entsprechende Maßnahmen rechtzeitig durchgeführt werden können, um die Anlagen vor Störungen durch freies Wasser zu bewahren.

OELCHECK schafft Abhilfe und bietet ab sofort zwei zusätzliche und vollkommen neue Untersuchungen als Zusatztests an:

- **Bestimmung der Relativen Feuchte** in % bei vorgegebenen Temperaturen zwischen 30 und 80 °C.
- **Berechnung der Wassersättigungskurve** im Bereich von 30 bis 80 °C.

Die Erstellung einer Wassersättigungskurve setzt die Bestimmung des absoluten Wassergehalts in ppm nach der Karl-Fischer-Methode voraus. Mit diesem Wert und aus der bei unterschiedlichsten Temperaturen gemessenen Relativen Feuchte wird analog die Wassersättigung ermittelt. Auf dieser Basis erstellt OELCHECK die entsprechende Wassersättigungskurve, ein neues Werkzeug für die Instandhaltung.

Bewegt sich der absolute Wassergehalt (bei einer bestimmten Temperatur) unterhalb der Wassersättigungskurve, liegt das Wasser im Öl gelöst vor. Liegt der Wassergehalt (bei einer bestimmten Temperatur) oberhalb der Kurve, ist von trübem Öl oder von freiem Wasser auszugehen, weil das Öl bereits vollständig mit Wasser gesättigt ist.



**Ein Beispiel aus der Praxis:** Die Ölumlaufanlage einer Papiermaschine ist befüllt mit 5.000 Liter CLP 100. Die maximale Wassersättigung wird mit 90 % angenommen.

- Bei der Laboranalyse bei 25 °C ist das Öl klar, doch im Gefäß haben sich einige Wassertröpfchen abgesetzt. Mit der Karl-Fischer-Methode wird ein absoluter Wassergehalt von 784 ppm ermittelt.
- Bei der Probenentnahme bei 40 °C sah das Öl trüb aus. Der auf der Basis der Sättigungskurve bestimmte Wassergehalt beträgt 3.997 ppm.
- Bei der Betriebstemperatur im Öltank von 70 °C ist das Öl transparent und klar. Der auf der Basis der Sättigungskurve bestimmte Wassergehalt beträgt 9.275 ppm.
- Wenn sich das Öl von 70 °C auf 25 °C abkühlt, können sich 8.491 ppm Wasser pro Liter Öl abscheiden.

Für die 5.000 Liter in der Papiermaschine würde das bedeuten, dass sich bei Abkühlung des Umlauföls von 70 °C auf 25 °C ca. 40 Liter freies Wasser aus dem Öl abscheiden könnten.

Dieses freie Wasser sollte während der Abkühlphase kontinuierlich entfernt werden. Ohne Kenntnis der Wassersättigungskurve könnte der frei werdende Wasseranteil nicht berechnet oder abgeschätzt werden.

### Fazit

Mit der neuen OELCHECK Kurve, welche die Wassersättigung zeigt, kann die proaktive Instandhaltung noch früher mit Methoden zur Wasserentfernung gegensteuern, bevor die Grenze der Wassersättigung eines Öls überschritten und Wasser beim Stillstand freigesetzt wird. Anhand des Sättigungsverlaufs wird eine Kontrolle der Ölfüllung in Abhängigkeit der Temperatur wesentlich vereinfacht. Es wird deutlich, ob Ölpflegemaßnahmen, eine Trocknung oder gar ein Ölwechsel notwendig werden oder ob z. B. bestimmte Stillstandstemperaturen nicht unterschritten werden sollten.

# Moderne Schmierstoffe altern anders

## Oxidationsindex zeigt das Alterungsverhalten deutlich



Jeder Schmierstoff altert im Laufe seiner Einsatzzeit. Wie weit ein Alterungsprozess fortgeschritten ist, zeigt im Laborbericht besonders die Angabe „Oxidation“. Neben anderen Analysewerten erlaubt der Oxidationswert Rückschlüsse auf die verbleibende Einsatzzeit des Öls. Die Oxidation wird mit der IR-Spektroskopie nach der DIN 51453 bestimmt. Dazu wird Infrarotlicht durch eine mit Öl gefüllte Zelle geleitet. Die Abnahme der Lichtstärke wird als Absorption gemessen. Definiert wurde diese Methode schon zu Zeiten, in denen meist einfach raffinierte Mineralöle als Grundöle dienten. Heute, bei höherwertigen Group II oder III Ölen oder bei teilsynthetischen oder vollsynthetischen Basisprodukten, lässt sich die Oxidation oft nicht mehr mit dem relativ einfachen Verfahren bestimmen, das nur für eine bestimmte „Wellenzahl“ definiert ist.

OELCHECK hat daher die Methode zur Erkennung der Oxidation weiterentwickelt. Unter dem Wert „Oxidation“ der in Absorption/cm Ölschichtstärke (A/cm) angegeben wird, steht für moderne Öle im Laborbericht seit Neuestem auch der dimensionslose „Oxidationsindex“. Während für die Oxidation in A/cm an einer bestimmten Stelle des Diagramms, an einer „Bande“ bei der Wellenzahl von  $1710\text{ cm}^{-1}$ , die Längenveränderung im Vergleich zum Basisspektrum in cm errechnet wird, beruht der Index auf einer Flächenberechnung. In einem Differenzspektrum betrachtet also der Oxidationsindex nicht nur die Längenänderung eines einzelnen Peaks, sondern ermittelt eine Flächenänderung, die sich in einem Bereich zwischen zwei Wellenzahlen berechnen lässt, in dem sich oxidative Veränderungen zeigen. Die im Laborbericht unter „Oxidationsindex“ aufgeführte Zahl entspricht im Wesentlichen der Zunahme dieser Oxidationsfläche in  $\text{cm}^2$ . Die OELCHECK-Tribologen bestimmten die linke sowie rechte Wellenzahl und damit den Berechnungsbereich für den Oxidationsindex jeweils in Abhängigkeit von unterschiedlichen Ölen oder deren Einsatzzweck. Dank des so definierten Oxidationsindexes kann, im Gegensatz zur reinen DIN-Linienberechnung in A/cm, auch die Oxidation moderner Schmierstoffe bereits in einem sehr frühen Stadium erkannt werden. Der Oxidationsindex liefert somit zuverlässige Informationen für einen anstehenden Ölwechsel.

### Die Oxidation in A/cm

Bei der Alterung von Mineralölen lagern sich Sauerstoff-Molekülketten in Form von Doppelbindungen an bestimmte Kohlenwasserstoff-Verbindungen der Öle an und bilden neue Molekülketten. Wird Infrarotlicht durch diese Molekülketten geleitet, wird dieses Licht stärker als im Frischöl absorbiert. Durch eine Subtraktion von Gebraucht- und Frischölspektrum wird die Oxidation im Laborbericht als „Absorption der IR-Strahlung“ in (A/cm) angegeben, die sich auf einen Zentimeter Pfadlänge (Ölschichtstärke) der Messzelle bezieht.

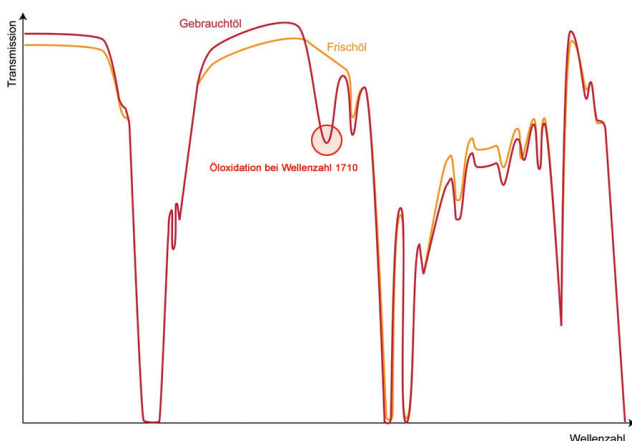
### Eine Norm stößt an ihre Grenzen

Bei der Bestimmung der Oxidation mittels IR-Spektroskopie nach DIN 51453 wird davon ausgegangen, dass im IR-Spektrum eines oxidierten Öls bei der Wellenzahl von  $1710\text{ cm}^{-1}$  ein deutlicher Peak zu sehen ist, der durch die Sauerstoff-Doppelbindungen beeinflusst wird. Deshalb wurde diese Wellenzahl als Basis für die Oxidationsbestimmung von mineralölbasischen Gebrauchtölen aus Motoren und von Industrieschmierstoffen genutzt.

Bei den heutigen Schmierstoffen, bei denen besser raffinierte oder zum Teil synthetische Grundöle oder auch moderne Additivtechnologien zum Einsatz kommen, liefert diese auf einen Peak bezogene Betrachtungsweise aber keine ausreichend interpretierbaren Erkenntnisse mehr. Selbst bei Trendanalysen über mehrere 10.000 Stunden hinweg sehen sich die OELCHECK-Tribologen in zunehmendem Maße mit Oxidationswerten konfrontiert, die sich kaum ändern, obwohl Veränderungen der Viskosität,

der Säuren oder Oxidationsinhibitoren auf eine zunehmende Alterung des Schmierstoffs hinweisen.

Sehr viele der neueren Schmierstoffe enthalten synthetische Grundöle auf Esterbasis. In diesen Ölen wirken nicht nur die Verschleißschutzadditive besser, sie sind selbst auch temperaturstabiler und altern weniger. Besonders für Öle in Anlagen, bei denen Ölwechsel aufwändig und teuer sind oder die mit hohen Temperaturen laufen, sind diese synthetischen Langzeitöle von Vorteil. Bei Ölanalysen wirkt es sich jedoch nachteilig aus, dass sich die Oxidation nicht mehr feststellen lässt, weil sich im IR-Spektrum die Esterkomponenten genau in dem Bereich mit den Sauerstoff-Doppelbindungen überlagern, in dem die Oxidation nach der DIN-Methode berechnet wird. Auch für Schmierstoffe, die Viskositätsindex-Verbesserer (VI-Improver) oder spezielle Additive enthalten, die bereits im Frischöl eine deutliche Peakfläche bei  $1710\text{ cm}^{-1}$  haben, kann die Oxidation nicht berechnet werden. Für moderne Schmierstoffe ist die Angabe der Oxidation nach DIN 51453 in vielen Fällen sehr ungenau, für Öle mit Esterkomponenten kann die Oxidation nach DIN nicht angegeben werden.



Typisches FT-IR-Spektrum: Mineralisches Gebrauchtöl im Frischölvergleich.



Damit auch für Schmierstoffe, bei denen die Ermittlung der DIN-Oxidation nicht erfolgen kann, eine treffsichere Aussage zur Ölalterung möglich ist, betrachteten die OELCHECK-Tribologen bisher den Viskositätsanstieg, die Verringerung des Additivgehalts, den Abbau von Antioxidantien sowie die Zunahme der AN (Säurezahl) und bei Motorenölen auch die Abnahme der BN (Basenzahl).

### Oxidationsindex – aussagekräftiger, da flächenbasiert

Weil der Anteil von Schmierstoffen, für die eine linienbasierte IR-Oxidationsbestimmung nicht mehr zuverlässig funktionierte oder unmöglich war, immer größer wurde, sorgten die OELCHECK-Tribologen für Abhilfe. Nach Vergleichen diverser Prüf- und Testverfahren mit unterschiedlich gealterten Ölen aus den verschiedensten Anwendungsbereichen, sowie nach intensiven Diskussionen mit Schmierstoff- und Maschinenherstellern steht die Lösung fest: Für den neuen Oxidationsindex wird ebenfalls die IR-Spektroskopie genutzt. Aber anstatt nur die in der DIN definierte Längenveränderung bei dem 1.710er Peak für die Oxidation zu betrachten, wird für den Oxidationsindex der Fokus auf den Bereich zwischen 1.600 und 1.700  $\text{cm}^{-1}$  des IR-Spektrums gelegt.

Bei dieser flächenbasierten Berechnungsmethode lassen sich die seitlichen Grenzen in Abhängigkeit vom Öltyp definieren, sodass sie immer die durch die Oxidation bedingte Veränderung widerspiegeln. So lassen sich etwaige Einflüsse bzw. Überlagerungen durch Schmierstoffkomponenten wie Esterverbindungen, Oxidationsinhibitoren oder VI-Improvern ausblenden.

**Dazu ein Beispiel:** Das Leistungsvermögen des flächenbasierten Oxidationsindex zeigt sich beispielhaft bei der Betrachtung eines synthetischen Getriebeöls aus einer Windkraftanlage:

### OXIDATIONSINDEX – VORTEILE IM ÜBERBLICK

Die von OELCHECK neu entwickelte Methode für den Oxidationsindex auf der Basis von IR-Spektren:

- liefert aussagekräftige Werte für die Öloxidation von synthetischen Schmierstoffen
- zeigt oxidative Veränderungen schon in einem sehr frühen Stadium
- ist auf der Basis der von OELCHECK definierten Grenzwerte eine zuverlässige Entscheidungshilfe für einen Ölwechsel
- schafft wesentlich höhere Sicherheit für die Betreiber bei der Trendbeobachtung
- zeigt eindeutig Einflüsse von Belastungs- oder Temperaturänderungen
- ermöglicht eine zuverlässige Prognose für fortschreitende Öloxidation
- ist im Zusammenhang mit Veränderungen von Verschleiß, Viskosität und Additiven ein wichtiger Indikator zur Früherkennung von Problemen
- empfiehlt zusätzliche Untersuchungen für das Finden der Ursachen von Veränderungen
- dient als Entscheidungshilfe für Maßnahmen vor Ort zur Temperatur- oder Belastungssenkung.

Bis 2016 wurde ein mineralisches Getriebeöl eingesetzt. Im Juli 2016 wurde für dieses eindeutig eine Oxidation von 3 A/cm ermittelt. Doch nach dem Umstieg auf das synthetische Produkt konnte mit der herkömmlichen Methode kein aussagekräftiger Wert für die Oxidation mehr bestimmt werden. Im IR-Spektrum aus Februar 2021 (siehe unten rechts) überlagert bei der Wellenzahl 1.710  $\text{cm}^{-1}$  ein Peak den anderen. Eine etwaige Oxidation des Öls ist nicht erkennbar.

Werden aber im Nachhinein die letzten drei IR-Spektren flächenbasiert betrachtet, stellt sich dank des Oxidationsindex' ein wesentlich differenzierteres Bild der Öloxidation dar.

Probennahme	02/2019	05/2019	02/2021
Oxidation (A/cm)	-	-	-
Oxidationsindex (PAI)	35	38	65

Mit dem Oxidationsindex wäre der beginnende Alterungsprozess des Öls bereits im Februar 2019 entdeckt worden. Lange bevor dann im Februar 2021 im IR-Spektrum eine noch stärkere Flächenzunahme (Peak Area Increase) von PAI = 48  $\text{cm}^2$  zwischen den beiden für diesen Öltyp von OELCHECK definierten Wellenzahlengrenzen zu erkennen war.

### Oxidationsindex – ab sofort im Einsatz

OELCHECK bestimmt den Oxidationsindex ab sofort für bestimmte synthetische Getriebeöle, für einige Turbinenöle und für Fluids aus stationären Hydraulikanlagen, für die komplexe Additivverbindungen oder biologisch schneller abbaubare Komponenten eingesetzt werden. Eine breitere Verwendung für weitere Anwendungen und spezielle Öltypen ist bereits in Vorbereitung.

Da mit der neuen flächenbasierten Methode neben veränderbaren Wellenzahlengrenzen auch relativ hohe Ergebnisse für den Oxidationsindex ermittelt werden, können die für die Oxidation nach DIN in A/cm definierten Limitwerte nicht zur Beurteilung herangezogen werden. OELCHECK definierte daher für den Oxidationsindex eigene Grenzwerte für das „grün-gelb-rot“ Rating.

Alle Laborberichte, die einen zusätzlichen Wert für den Oxidationsindex enthalten, umfassen nach wie vor auch noch den Wert für die Oxidation gemäß der DIN. Schließlich verwenden noch viele Maschinen- und Schmierstoffhersteller Grenzwerte für die Oxidation, die mit der IR-Spektroskopie gemäß der DIN definiert wurden.

**Diagnose der aktuellen Laborwerte**  
Der Kupferanteil liegt deutlich höher, als wir ihn für das Aggregat erwarten. Mögliche Ursachen: Pumpenverschleiß, Kupferkorrosion an Kühlern oder Rohrleitungen, Reaktion von oxidiertem Öl mit Messing oder Bronze. Viskosität und Additivierung liegen innerhalb des normalen Bereiches. Die Reinheitsklasse des Öles ist erheblich schlechter als von den Komponententherstellern empfohlen. Ich empfehle Ihnen: Wechseln Sie das Filterelement bzw. filtern Sie das Öl zusätzlich im Nebenstrom. Das besser geeignete Öl wäre weiter verwendbar. Andernfalls sollten Sie das Öl wechseln.  
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Mitterer (CLS)

	Aktuelle Probe	1705497	1705498	1705499	1705500
<b>ANALYSEERESULTATE</b>					
<b>LABORNUMMER</b>					
<b>GESAMTBEWERTUNG</b>					
Untersuchungsdatum	01.03.2021	07.05.2019	10.02.2019	24.07.2016	24.07.2016
Datum Probenentnahme	25.01.2021	05.05.2019	04.02.2019	27.08.2018	27.08.2018
Datum letzter Ölwechsel	24.09.2017	24.09.2017	24.09.2017	17.08.2014	17.08.2014
Nachfüllmenge seit Wechsel	-	-	-	11562	34109
Laufzeit seit Wechsel	h	52508	Nein	Nein	Nein
Laufzeit gesamt	h	62874	Nein	Nein	Nein
Öl gewechselt	ja	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>VERSCHLEISS</b>					
Eisen	mg/kg	241	17	14	1
Chrom	mg/kg	0	0	0	0
Zinn	mg/kg	0	0	0	27
Aluminium	mg/kg	0	35	0	17
Nickel	mg/kg	60	0	0	0
Kupfer	mg/kg	1	0	0	<25
Blei	mg/kg	0	<25	<25	<25
Mangan	mg/kg	<25	0	0	0
PQ-Index		4	3	4	1
<b>VERUNREINIGUNG</b>					
Silicium	mg/kg	1	0	1	0
Kalium	mg/kg	2	85	122	<0.10
Natrium	mg/kg	69	0	0	0
Wasser K. F.	ppm	336.46	337.43	335.98	328.89
Wasser	%	37.15	36.43	37.74	23.51
<b>ÖLZUSTAND</b>					
Viskosität bei 40°C	mm²/s	159	1	35	1
Viskosität bei 100°C	mm²/s	1	38	1	3
Viskositätsindex		65	99.88	99.95	99.95
Oxidation	Alcm	97.35	0	0	0
Oxidationsindex		1	0	0	0
IR-Index		1	0	0	25

