



**Instandhaltungs**  
Tage '20 

**Andreas Dankl**  
**Jutta Isopp (Hrsg.)**

# Jahrbuch

## Instandhaltungstage 2020



# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort.....	3
Weinzierl: Kooperieren oder verlieren! (Editorial) .....	8
Englert: Fortschritt braucht Verantwortung (Editorial).....	11

## INSTANDHALTUNG: ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT?!

Dankl: Instandhaltung im Spannungsfeld von steigendem Kostendruck, Anlagenzuverlässigkeit, Substanzerhaltung, Fachkräftemangel und Digitalisierung.....	13
Aeschbacher: Aktuelle Herausforderungen für Instandhaltung & Facility Management im Instandhaltungswerk der SBB in Olten (Schweiz) .....	18
Kleiß: Ganzheitliche Risikobetrachtung für die technischen Einrichtungen einer Produktionsanlage zur Verbesserung der technischen Anlagenverfügbarkeit.....	22
Korb: Zufall ist nicht erkannter Zusammenhang – Fortsetzung .....	25
Calixto: The Reliability 4.0 – Revolution as part of Asset Management Process.....	29

## VOLLE KRAFT VORAUSS: DIGITALISIERTE PROZESSE IN DER TECHNIK

Dankl: Digitalisierte Instandhaltungs-Prozesse .....	33
Güntner: Im Dickicht der Standards.....	38
Künstler / Fan: Instandhaltung 4.0: Vom Kostenverursacher zum Wertschöpfungstreiber .....	42
Breidenbrücker: Digital Connectivity.....	45
Sommer: SAP Intelligent Asset Management – Smart digitalisieren .....	48
Erasmus: Service und Instandhaltung: heute und morgen .....	53
Veuc: Papierlose Fertigung 4.0 in der Schlauchfertigung.....	57
Olck: Innovative Ansätze für die Digitalisierung in Prozessindustrie und Co. ....	60
Schoisswohl: Verschwendung rund um die Anlage vermeiden. OEE steigern.....	64
Ausserbichler: Der Fitnesstracker der Produktion im Einsatz bei Hagleitner .....	68
Güntner: Instand halten mit dem Digital Twin .....	70

## DER BLICK FÜR'S WESENTLICHE: PROZESSE & KENNZAHLEN

Dankl / Loidl: Shop-Floor-Management: Mehrwert in der Praxis.....	74
May / Grombach: Von TPM zu Operational Excellence .....	78
Papst: Beyond Maintenance: Services zur Optimierung der Anlagenverfügbarkeit .....	82
Steinhübel: Objectives und Key Results in der Instandhaltung.....	87
Heindl: Tue Gutes und sprich darüber ... immer wieder! .....	92

## JEDERZEIT DABEI: MOBILE INSTANDHALTUNG

Jeske: Instandhaltung im Hosentaschenformat.....	98
Wasl: Mehrwert durch Instandhaltung – Wie mobile Instandhaltung den Kunden warm hält .....	101
Schwärzler / Geier: Exzellenter Service im Zeitalter von Industrie 4.0 .....	104

## HOT TOPICS

Heinbach: Ersatzteile sind nicht mehr lieferbar – proaktiver Umgang mit Obsoleszenz .....	107
Walser: Security in der Industrie 4.0 – Datenschutz und Sicherheitsstandards in der industriellen Fernwartung .....	112

## FACHKRÄFTEMANGEL, PERSONAL & QUALIFIZIERUNG

Korb: Was Sie beitragen können, damit Ihnen die wertvollen Mitarbeiter erhalten bleiben.....	117
Morawek / Pischwanger-Richter: Industrial Maintenance Management .....	122

## WIE GEHT'S DER ANLAGE: CONDITION MONITORING & PREDICTIVE MAINTENANCE

Loinig: Ultraschall und künstliche Intelligenz (KI) .....	126
Freudenthaler: Predictive Maintenance – Grundvoraussetzungen, Schritte und Möglichkeiten aus Data Analytics Sicht .....	131
Gehrig: Predictive Maintenance auf dem Prüfstand .....	135
Kyriakopoulos: Predictive Maintenance in der Praxis: Andritz, BRP-Rotax & Miba.....	140

## FLUID & LUBRICANT

Meindl: Fluid Condition Monitoring 4.0 – Baustein moderner Instandhaltungskonzepte.....	143
Mitterer: Hydraulikfluids – sauber ist nicht rein genug .....	151
Krethe: Nachhaltige Schmierung in der Instandhaltung .....	156

## METHODEN FÜR TECHNIKER

Kastner: Ein Erfahrungsbericht – Reinigung zugesetzter Rohrbündelwärmeübertrager .....	160
Ferling: Scan-To-CAD für komplexe kritische Prozesskomponenten .....	164

## FORSCHUNG & ENTWICKLUNG: INSTANDHALTUNG DER ZUKUNFT!

Maintenance Competence Center. Ihr Service-Center für zukunftsorientierte Instandhaltung.....	168
Forschungsprojekte .....	169
Engbers / Freitag: Für eine vorausschauende Instandhaltung in automatisierten Produktionssystemen: Konzept zur dynamischen Auswahl von Prognosemethoden.....	173
Glawar: Smart Data Analytics 4 Maintenance in der Halbleiterfertigung .....	177

## SERVICE-SEITEN

Ihre Partner für Instandhaltung und Asset Management! .....	180
Aussteller und Partner der INSTANDHALTUNGSTAGE 2020.....	182
Call for Papers - Beitrag für 2021 einreichen! .....	184

# INSTANDHALTUNG: ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT?!



Eine moderne und effiziente Instandhaltung ist Rückgrat jedes anlagenintensiven Unternehmens. Konjunkturrückgang und Fachkräftemangel steigern den Druck auf die Technik. Sind digitale Technologien die Lösung?

Die **INSTANDHALTUNGSTAGE 2020** widmen sich diesen Themenstellungen unter dem Motto **Instandhaltung: Zurück in die Zukunft?!**

**Zum Nachlesen und Weiterdenken finden Sie im vorliegenden Jahrbuch mehr als 40 Fachartikel von Praktikern.** Die Themen reichen von digitalisierten Prozessen, zu Condition Monitoring und Predictive Maintenance, über Shopfloor-Management, hin zu Fluid & Lubricant und weiter zu Fachkräftemangel, Wissensmanagement und Qualifizierung.



Viel Spaß bei der Lektüre!

  
ING. DIPL.-ING. JUTTA ISOPP

DIPL.-ING. DR. ANDREAS DANKL

PS: Sie möchten uns Feedback geben? Wir freuen uns über Ihre Rückmeldung! Schreiben Sie uns einfach an [office@instandhaltungstage.at](mailto:office@instandhaltungstage.at).

# HYDRAULIKFLUIDS – SAUBER IST NICHT REIN GENUG

STEFAN MITTERER | OELCHECK GMBH

## EINE ANSPRUCHSVOLLE DOPPELROLLE

Hydraulikfluids arbeiten als Medium zur Kraftübertragung und als Schmierstoff zugleich. Die Anforderungen nehmen dabei ständig zu, denn sie müssen Schritt halten mit der technologischen Weiterentwicklung der Hydrauliksysteme.

Diese werden immer leistungsstärker und kompakter. Kleinere Ölfüllmengen sorgen für steigende Umlaufgeschwindigkeiten der Öle und oft auch noch für höhere Betriebstemperaturen und Drücke.

Spalttoleranzen nehmen ab, Kolben und Ventile haben weniger Spielraum. Gleichzeitig ist ein effizienter und störungsarmer Langzeiteinsatz der Hydrauliksysteme über Jahre hinweg mittlerweile selbstverständlich. Doch dies gelingt nur, wenn die Hydraulikfluids über das entsprechende Leistungsvermögen und die notwendige Reinheit verfügen.

## REINHEIT IST TRUMPF

Hydraulikfluids sind Konstruktionselemente der komplexen

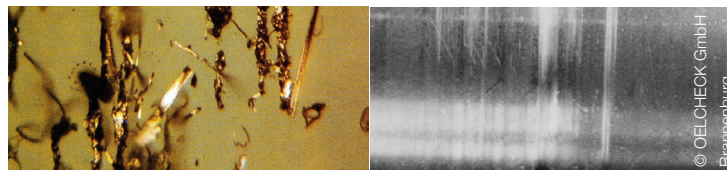
Systeme. Sie sind kein beliebig austauschbares Produkt und müssen sorgsam ausgewählt, gepflegt und überwacht werden. Dabei spielt neben ihrer Viskosität ihre Reinheit eine ganz entscheidende Rolle und dies von Anfang an.

Harte, aber auch weiche Verunreinigungen in Hydraulikfluids sind immer ein Risikofaktor für die Systeme. Je nach Anwendungsbereich verursachen sie den größten Teil sämtlicher Hydraulikausfälle. Vor allem harte Partikel, wie Staub, Abrieb von Metallen oder Dichtungsmaterialien sowie weiche, klebrige Bestandteile aus gealterten Additiv-Komponenten und Oxidationsprodukten sowie Wasser, belasten die Hydraulikfluids. Ihre Auswirkungen sind meistens gravierend: die Partikel verursachen Verschleiß an Pumpen, Ventilen, Motoren, Zylindern, Dichtungen und Schläuchen. Die Steuerkanten der Ventile können verkleben und Ventile blockieren. Filter setzen sich schneller zu und müssen häufiger getauscht werden. Leckagen können an Ventilen, Pumpen, Zylindern und Motoren auftreten. Außerdem sinkt der Wirkungsgrad der Hydraulik.

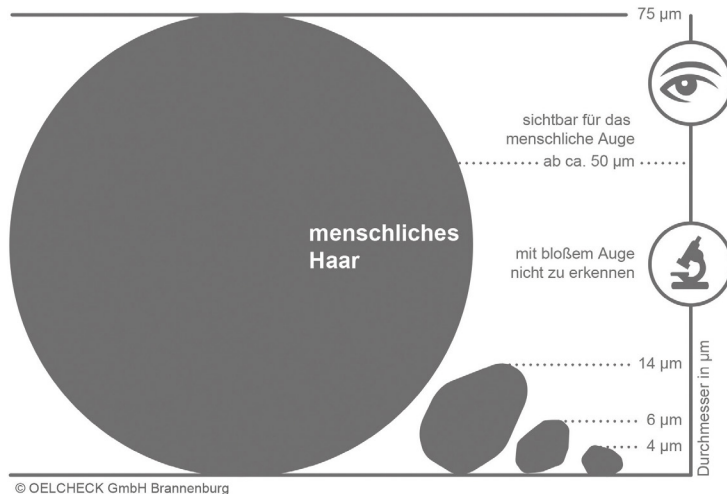
## REINHEITSKLASSEN UND VERSCHMUTZUNGSGRAD

Die Größe von Partikeln im Öl wird in  $\mu\text{m}$  (Millionstel Meter, Mikrometer) gemessen. Zur Verdeutlichung: Das menschliche Auge sieht zwar leicht ein Haar mit einem Durchmesser von etwa  $75 \mu\text{m}$ , doch bei Objekten unter  $50 \mu\text{m}$  stößt es an seine Grenzen.

Damit sind auch die feinen Verunreinigungen in einer Ölprobe nur mit entsprechenden Untersuchungsgeräten zu erkennen. Der Ver-



**ABB. 1** | Partikel, die durch abrasiven Verschleiß entstehen (links), schädigen die Oberfläche nachhaltig (rechts).


**ABB. 2 | Sichtbarkeit der Verschmutzung**

schmutzungsgrad eines Öls hängt von der Anzahl und Größe der in ihm vorhandenen Partikel ab.

Je mehr Partikel mit kritischer Größe im Öl enthalten sind, desto wahrscheinlicher sind Beschädigungen an den Komponenten, die mit dem Öl in Berührung kommen.

Mit der Einteilung in Reinheitsklassen wird der Verschmutzungsgrad eines Öls beschrieben und so vergleichbar gemacht.

Gemäß der aktuellen ISO 4406:2017-08 werden dabei die Partikel ermittelt, die in 100 ml Öl vorhanden sind. Nach Größe und Anzahl geordnet, werden sie anschließend in vorgegebene Partikelbereiche kumulativ eingeteilt. Dabei sieht die ISO 4406:2017-08 eine Klassifizierung mit den Partikelgrößen  $\geq 4 \mu\text{m}$ ,  $\geq 6 \mu\text{m}$  und  $\geq 14 \mu\text{m}$  vor. Die ermittelte Reinheitsklasse eines Öls wird als zusammengesetzte Zahl in der Form wie z. B. 19/17/14 angegeben.

## DIE DIN 51524 – KEIN MASS ALLER DINGE

Die DIN 51524 (2017) definiert die Mindestanforderungen an Hydrauliköle in ungebrauchtem Zustand bezüglich Wasserabscheidungsvermögen, Filtrierbarkeit, Dichtungsverträglichkeit, Luftabscheidungsvermögen, Oxidationsstabilität und Verschleißschutz.

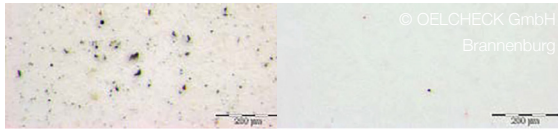
Für Frischöle fordert sie auch als Minimum die Einhaltung der Reinheitsklasse 21/19/16. Dabei wurde berücksichtigt, dass leere Ölgebinde (primär Fässer) an sich keine extrem hohe Reinheit aufweisen können, bevor das Öl eingefüllt wird. Während die Mindest-Reinheitsklasse 21/19/16 z. B. für ein Hydrauliköl für einen robusten Lift noch ausreichen mag, erfüllt sie die Anforderungen für Servoventile und viele andere Anwendungen in der Regel nicht.

Anzahl Partikel pro 100 ml		Ordnungszahl
Mehr als	bis einschließlich	
250.000.000		> 28
130.000.000	250.000.000	28
64.000.000	130.000.000	27
32.000.000	64.000.000	26
16.000.000	32.000.000	25
8.000.000	16.000.000	24
4.000.000	8.000.000	23
2.000.000	4.000.000	22
1.000.000	2.000.000	21
500.000	1.000.000	20
250.000	500.000	19
130.000	250.000	18
64.000	130.000	17
32.000	64.000	16
16.000	32.000	15
8.000	16.000	14
4.000	8.000	13
2.000	4.000	12
1.000	2.000	11
500	1.000	10
250	500	9
130	250	8
64	130	7
32	64	6
16	32	5
8	16	4
4	8	3
2	4	2
1	2	1
0	1	0

© OELCHECK GmbH Brannenburg

**ABB. 3 | Eine Reinheitsklasse von ISO 19/17/14 bedeutet, dass sich in 100 ml Probenflüssigkeit 250.000 bis 500.000 Partikel  $\geq 4 \mu\text{m}$ , 64.000 bis 130.000 Partikel  $\geq 6 \mu\text{m}$  und 8.000 bis 16.000 Partikel  $\geq 14 \mu\text{m}$  befinden.**

Grundsätzlich gilt: je komplexer das System, umso niedriger die Spalttoleranzen und/oder umso größer der Betriebsdruck, desto höher sind die Anforderungen an die Reinheit eines Hydraulikfluids. Aus gutem Grund schreiben viele Pumpen-, Ventil- und Anlagenhersteller spezifische Reinheitsklassen vor, die wesentlich enger gefasst sind als die Mindestvorgaben der Neuausgabe der DIN 51524.



**ABB. 4** | Mindestanforderung für Frischöl DIN 51524: Reinheitsklasse 21/19/16 (links), Empfohlene Reinheitsklasse für moderne Servohydraulik: Reinheitsklasse 15/13/10 (rechts)

## REINHEIT UNTER KONTROLLE – FILTER UND SENSOREN

Schon beim Kauf eines Hydrauliköls sollte immer geprüft werden, ob das Produkt der vom Anlagenhersteller geforderten Reinheitsklasse entspricht. Doch damit nicht genug, auch bei der Lagerung vor Ort und beim Einfüllen in die Anlage kann ein Hydraulikfluid verunreinigt werden. Daher ist auf absolute Sauberkeit zu achten. Bei aller Sorgfalt ist auch das Einfüllen über einen Spezialfilter immer sinnvoll. Während des Betriebs kann die Reinheit des Öls mit zusätzlichen und entsprechend ausgelegten Nebenstromfiltern positiv beeinflusst werden.

Bei größeren und/oder sensiblen Hydrauliksystemen macht die permanente Überwachung des Hydraulikfluids mit einem Partikelsensor Sinn. Diese erfassen in der Regel mit Lichtschranken feste oder dunkle Partikel im Ölstrom. Werden die vorgegebenen Limits überschritten, schlagen sie Alarm.

Vielfach kommen auch Kombi-Geräte zum Einsatz, die außerdem den Wassergehalt überwachen. Vor der Installation von Sensoren sollte unbedingt vorab geklärt werden:

- wie genau gemessen werden soll,
- wo ein Sensor optimal montiert wird,
- wie die Daten übertragen werden,
- wie bei Überschreitung der Limitwerte reagiert werden soll.

Grundsätzlich liefert ein Partikelmonitor die aktuellsten Messwerte über die Anzahl der Partikel. Er erkennt aber nicht, ob es sich um Verunreinigungen (Staub) von außen handelt, ob sie aus Verschleißvorgängen kommen oder ob abgebaute EP-Additive oder VI-Improver die Ursache sind.

## OELCHECK-LABORANALYSEN FÜR MAXIMALE SICHERHEIT

Online-Ölsensoren erfassen zwar sofort etwaige kritische Betriebszustände, doch die qualifizierte Ölanalyse im Labor ist unverzichtbar. Mit der Vielzahl ihrer exakten Messwerte liefert sie ein Gesamtbild und damit die entscheidende Grundlage für die Beurteilung des Ölzustands. Die Zählung der Partikel mit Angabe der Reinheitsklassen ist Bestandteil von allen all-inclusive Analysensets für Hydraulikfluids, die von den Tribologen empfohlen werden.

- Laboranalysen von Hydraulikölen sind ein wichtiges Kontrollinstrument für die:
- Prüfung frischer Produkte vor Befüllung des Systems,
- Hilfestellung bei der Suche nach etwaigen Fehlern und Schadensursachen, wenn ein Ölsensor Alarm meldet,
- Ermittlung zustandsabhängiger Ölwechselintervalle,
- Optimierung des Fluidmanagements.

Auf der Basis regelmäßiger Schmierstoff-Analysen werden Trends erkannt. Damit können die Ölstandzeiten verlängert und Wartungsarbeiten besser geplant werden. Die Trendanalysen tragen nachhaltig zur Erhöhung der Betriebssicherheit und der Effizienz der gesamten Anlage bei.

## PARTIKELZÄHLUNG – GENORMT UND DREIMAL GEHECKT

Das OELCHECK-Labor ist mit modernsten Analysengeräten ausgestattet. Für die Zählung von Partikeln stehen diverse Geräte zur Verfügung. Der größte Teil der Hydrauliköl-Proben wird von OELCHECK mit einem Laser-Partikelzähler untersucht. Dieser Zählertyp wird auch für die Bestimmung der Partikelanzahl in Turbinenölen, Ölen aus Verdichtern und Kompressoren bis hin zu Getriebeölen mit hoher Viskosität eingesetzt.

Die in Hydraulik-Fluids ermittelten Partikel werden nach ihren Größenklassen  $\geq 4 \mu\text{m}$ ,  $\geq 6 \mu\text{m}$  und  $\geq 14 \mu\text{m}$  geordnet und die Reinheitsklasse des Öls nach ISO 4406:2017 bestimmt.

Um eine möglichst hohe Genauigkeit zu ge-

währleisten, erfolgt die Untersuchung exakt nach den Vorgaben der ISO 11500 und ASTM D7647. Dazu gehört auch die sorgfältige Vorbereitung jeder Probe. So werden Unregelmäßigkeiten ausgeschlossen, wie sie bei der Kontrolle mit einem Online-Sensor durchaus auftreten können.

Damit Partikel mit dem Lasersensor optimal identifiziert werden können, werden 20 ml Öl der Probe im OELCHECK-Labor mit einem Lösungsmittel im Verhältnis 2:1 gemischt. Unmittelbar vor der Messung wird dieses Gemisch homogenisiert und entgast. Die Luftbläschen entweichen dabei schnell aus der verdünnten Probe und können bei der Untersuchung daher auch nicht mehr mitgezählt werden. Das in der Probe enthaltene Lösungsmittel bewirkt, dass etwaige Wassertröpfchen in Lösung gehen und damit „unsichtbar“ werden. Außerdem löst es eventuell vorhandene

weiche Reaktions- und Ölalterungsprodukte auf. So sorgt es dafür, dass nur die wirklich im Öl vorhandenen harten Partikel oder die aus einem Die-seleffekt stammenden Rußpartikel gezählt werden.

Mit der Gesamtmenge von ca. 30 ml erfolgen drei aufeinander folgende Zählungen, aus denen dann der Mittelwert errechnet wird. Weichen die Einzelwerte auffallend stark voneinander ab, verwirft der Partikelzähler die ganze Untersuchung.

Es ist nicht die Aufgabe der Partikelzählung, Wassertröpfchen oder Ölalterungsprodukte genauer unter die Lupe zu nehmen. Dafür kommen Prüfverfahren, wie der Karl-Fischer-Test, die Bestimmung der Säurezahl oder die Infrarot-Spektroskopie, zum Einsatz. Und über die Gefahr der Ablagerungsbildung wie durch etwaige Ölalterungsprodukte und/oder ausgefallene Additive informiert der MPC-Test.



© OELCHECK GmbH Brannenburg

## STEFAN MITTERER

Vor acht Jahren begann Stefan Mitterer seine Laufbahn bei OELCHECK als Diagnose-Ingenieur. Zuvor hatte er bei einem deutschen Automobilhersteller im Bereich Motorenentwicklung gearbeitet. Über seine Stelle als Diagnose-Ingenieur stieg er zum Leiter des Technischen Service auf und übernahm schließlich die Leitung des kompletten Service und Vertriebs.

[www.oelcheck.com](http://www.oelcheck.com)