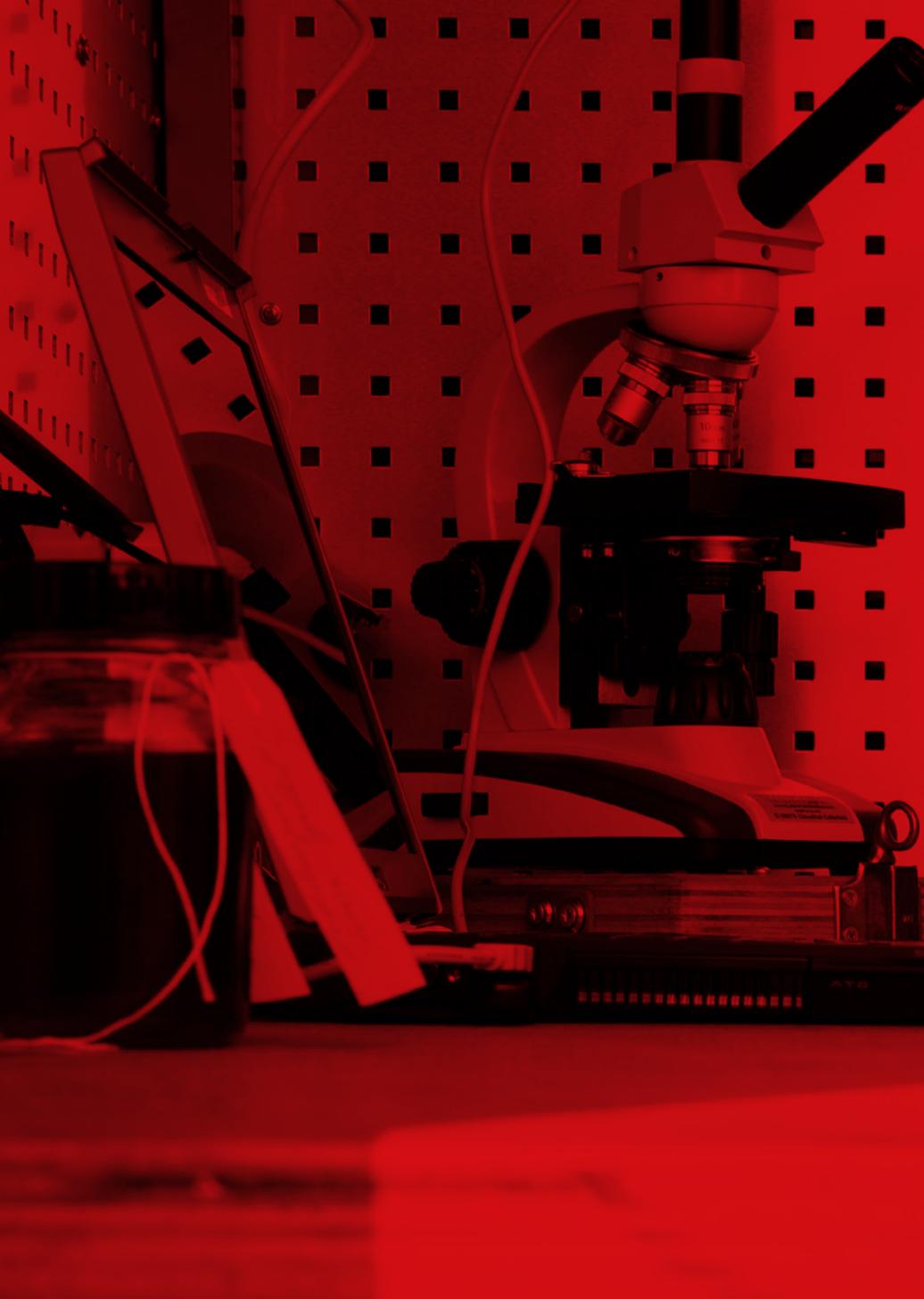


# HANSA FLEX



## Fluidmanagement kompakt

Ölbedingte Maschinenprobleme rechtzeitig erkennen  
und durch vorbeugende Maßnahmen verhindern



# Inhaltsverzeichnis

<b>Ausfallursache Hydrauliköl</b> .....	<b>4</b>
Beschädigungen durch verschmutztes Öl .....	6
<b>Arten von Verunreinigungen</b> .....	<b>8</b>
Entstehung von Verunreinigungen .....	10
Verschmutzungen durch Feststoffe .....	12
Kontamination durch Wasser .....	16
Beeinträchtigungen durch Luft .....	18
Beeinträchtigungen durch Temperatureinflüsse .....	20
Beeinträchtigungen durch Mischung .....	22
Beeinträchtigungen durch Scherung .....	24
Problem Frischöl .....	26
<b>Lösungen von HANSA-FLEX</b> .....	<b>28</b>
<b>Anforderungen an Hydraulikflüssigkeiten</b> .....	<b>44</b>
Typen von Hydraulikölen .....	46
<b>Reinheitsnormen für Hydraulikflüssigkeiten</b> .....	<b>48</b>
Reinheitsnorm nach ISO 4406:1999 .....	50
Zielreinheitsgrade für hydraulische Anwendungen .....	54
<b>Viskosität</b> .....	<b>58</b>
Viskositäts-Temperatur-Diagramm .....	60



**„Bei über 80 % der Ausfälle in der Hydraulik ist die Verschmutzung des Hydrauliköles die Hauptursache.“**

Quelle: Lange, Klaus, Flüssiges Gold, Hüthig-Verlag Heidelberg 2001, Seite 63.

## **Hydrauliköl – das unterschätzte Konstruktionselement**

Die Hydraulikflüssigkeit ist weit mehr als ein beliebiger Betriebsstoff. Als wichtiges Konstruktionselement ist sie von entscheidender Bedeutung für die Planung, den Betrieb und die Wartung hydraulischer Anlagen.

Moderne Hydrauliksysteme zeichnen sich durch erhöhte Taktzeiten, Temperaturen und Druckstufen, durch verringerte Spaltmaße und kompaktere Bauweisen mit kleineren Tanks und steigenden Umlaufgeschwindigkeiten aus. Die Anforderungen an die Qualität und Reinheit der verwendeten Hydrauliköle sind daher in den letzten Jahren noch weiter gestiegen.

Dabei werden schon heute mehr als drei Viertel aller Ausfälle an hydraulischen Anlagen durch verunreinigte Hydrauliköle verursacht.

Das Bewusstsein für die Bedeutung der Fluide und ihre qualifizierte Auswahl, Pflege und Überwachung wird für Anwender und Konstrukteure von stationären und mobilen Hydrauliksystemen zum elementaren Bestandteil des wirtschaftlichen Betriebs und der Werterhaltung von Anlagen und Komponenten.

## Warnsignale für ölbedingte Maschinenprobleme

Verunreinigungen der Druckflüssigkeiten können schwere Komponentenschäden an hydraulischen Anlagen verursachen. Das rechtzeitige Erkennen von Unregelmäßigkeiten im Betrieb der Maschine kann viel Zeit und Kosten sparen. Häufig gibt der Maschinenzustand erste Anzeichen, die auf verunreinigte Hydrauliköle hinweisen.

### **Auf folgende Warnsignale sollten Sie achten:**

- Ungewöhnliches Verschleißverhalten an Dichtungen und Hydraulik-Schlauchleitungen
- Metallabrieb
- Zylinderleckage, Riefenbildung
- Pumpenausfall, Volumenstromverlust
- Systemdruckabfall
- Häufiger Ersatzteilbedarf
- Kleine Filterwechselintervalle
- Geschwindigkeitsänderungen durch Riefen im Ventilkolben
- Innere und äußere Leckagen an Komponenten

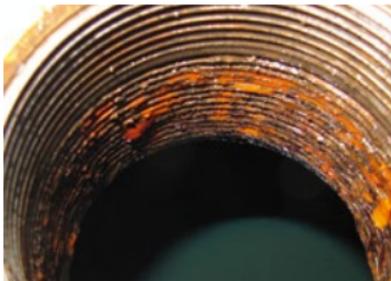
## Beispiele ölbedingter Komponentenschäden



Defekte Axialkolbenpumpe durch  
Verschmutzung im Öl



Defekter Hydromotor durch Luft im System



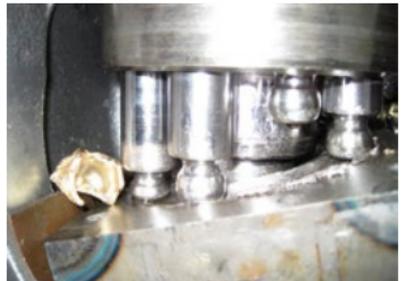
Korrosion im Gewindestutzen eines Hydraulik-  
tanks aufgrund zu hoher Luftfeuchte



Kontaminierter Systemfilter durch abgelöste  
Schlauchinnenschichten



Ölalterungsrückstände im Tank



Axialpumpenschaden durch Kavitation

## Schädliche Einflussfaktoren für Hydrauliköle



### Feststoffe

Verschmutzung des Hydrauliköls durch Feststoffpartikel



### Luft

Ungelöste Luft im Hydrauliköl



### Mischung

Vermischung verschiedener Hydrauliköle



## Wasser



Wasserkontamination im  
Hydrauliköl

## Temperatur



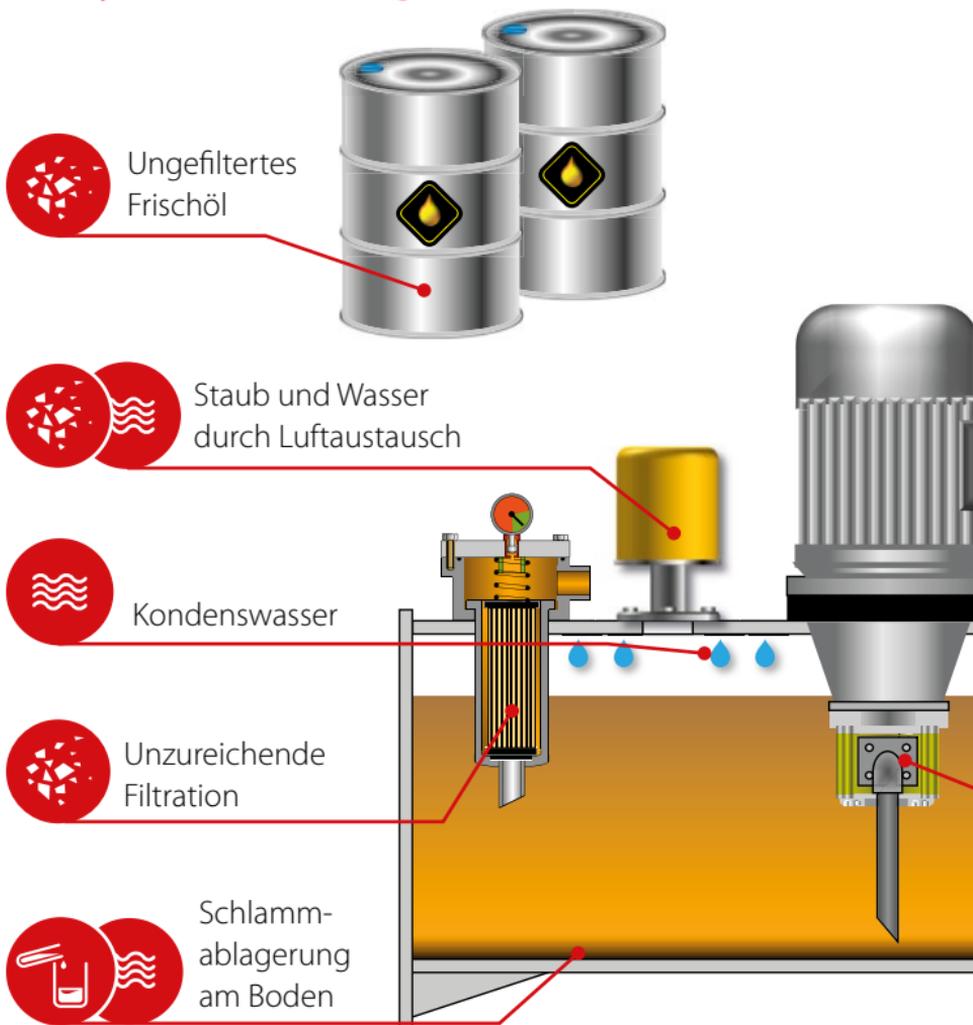
Zu hohe Betriebs- und  
Umgebungstemperaturen

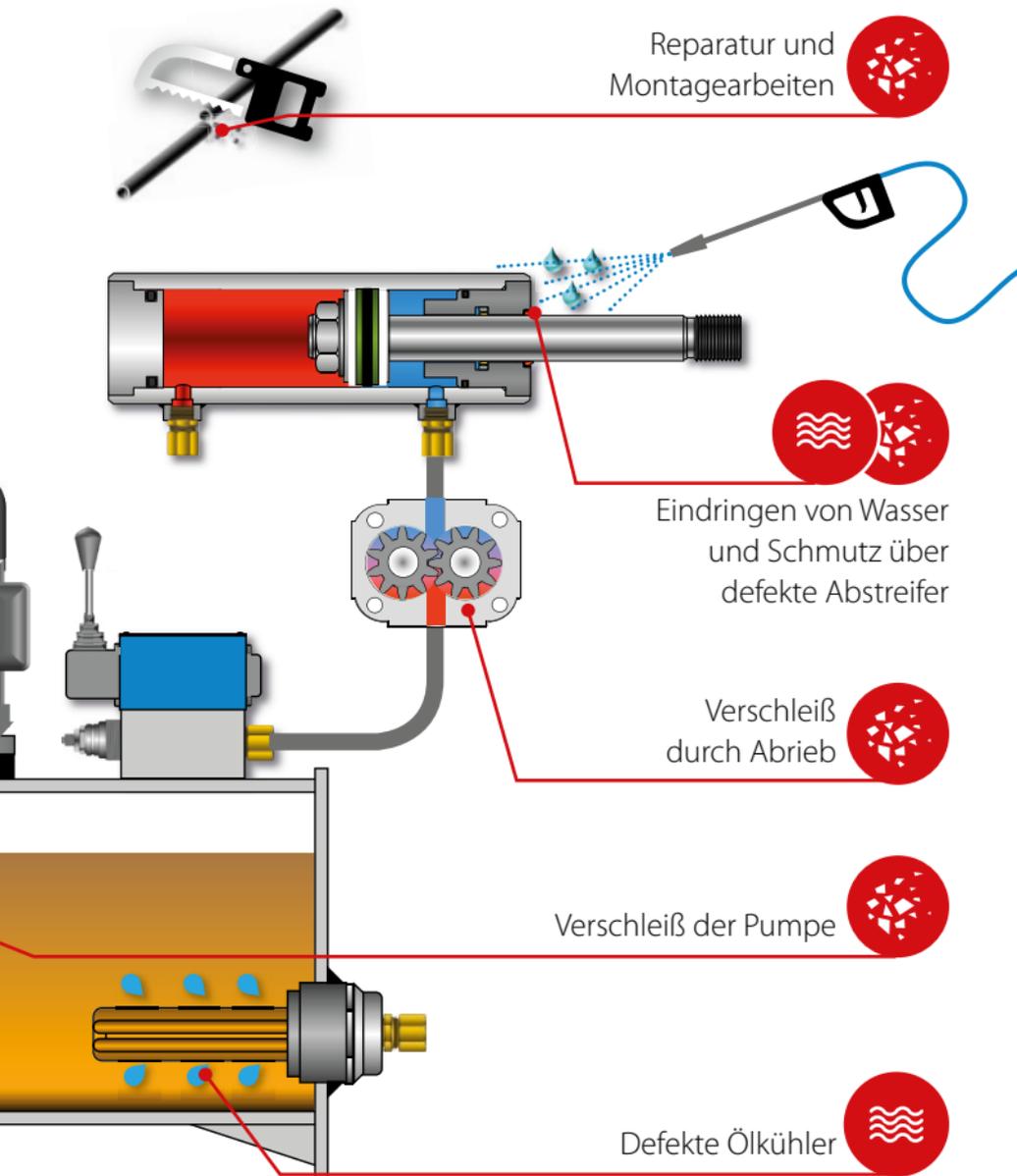
## Scherung



Überbeanspruchung des  
Hydrauliköls durch zu hohe  
Drücke und Temperaturen

# Eindringen und Entstehung von Fluid-Verunreinigungen in Hydraulikanlagen







## Feststoff-Verschmutzungen

Verschmutzungen des Hydrauliköls durch Feststoffe wie z. B. Metallpartikel, Dichtungspartikel und Staub sind eine der häufigsten Schadensursachen.

### Ursachen von außen

- Einfüllen von ungefiltertem Frischöl (siehe Seite 26)
- Unzureichende Filterauslegung in der Tankbelüftung
- Defekte Abstreifer und Dichtungen der Hydraulikzylinder und Kolbenstangendichtungen
- Eintrag durch Reparaturen und Montagearbeiten im Hydrauliksystem
- Eintrag durch Wechsel von Hydraulik-Schlauchleitungen, speziell auch bei Werkzeugwechsel



- Falsch angeschlossene bewegliche Nebenstromfilteranlagen (Verschmutzungsmöglichkeiten über nicht fachgerechte Abdichtung der Spülanschlüsse)
- Undichte Ölkühler oder mangelhafte Tankabdichtung
- Eintritt von Umgebungsverschmutzungen

### **Ursachen von innen**

- Erosionsverschleiß an den Steuerkanten der Ventilkolben durch vorhandene Schmutzpartikel
- Ausbrechende neue Partikel durch Oberflächenermüdungen aufgrund hoher Druckwechsel und Spannungen
- Korrosion aufgrund von Wasser im Öl
- Kavitationsverschleiß aufgrund von Wasser oder Luft im Öl

### **Folgen**

- Erhöhter Verschleiß der Komponenten (Ventile, Pumpen, Zylinder, Motoren, Dichtungen und Hydraulik-Schlauchleitungen)
- Verklemmungen in Ventilen
- Erhöhter Verbrauch an Filterelementen
- Verstopfung von Kanälen in Ventilen
- Leckagen an Pumpen, Ventilen, Motoren, Zylindern
- Verminderung des Wirkungsgrades

## Empfehlungen

- Passende Filtersysteme (Druck-, Rücklauf-, Ansaug-, Nebenstrom- und Tankbelüftungsfilter) installieren
- Hochwertige Filterelemente verwenden
- Regelmäßige Wartungen durchführen
- Anlage vor Inbetriebnahme spülen
- Nur gefiltertes Öl in Anlage füllen
- Regelmäßige Zustandsüberwachung über Ölanalysen durchführen
- Partikelzähler vor Ort einsetzen

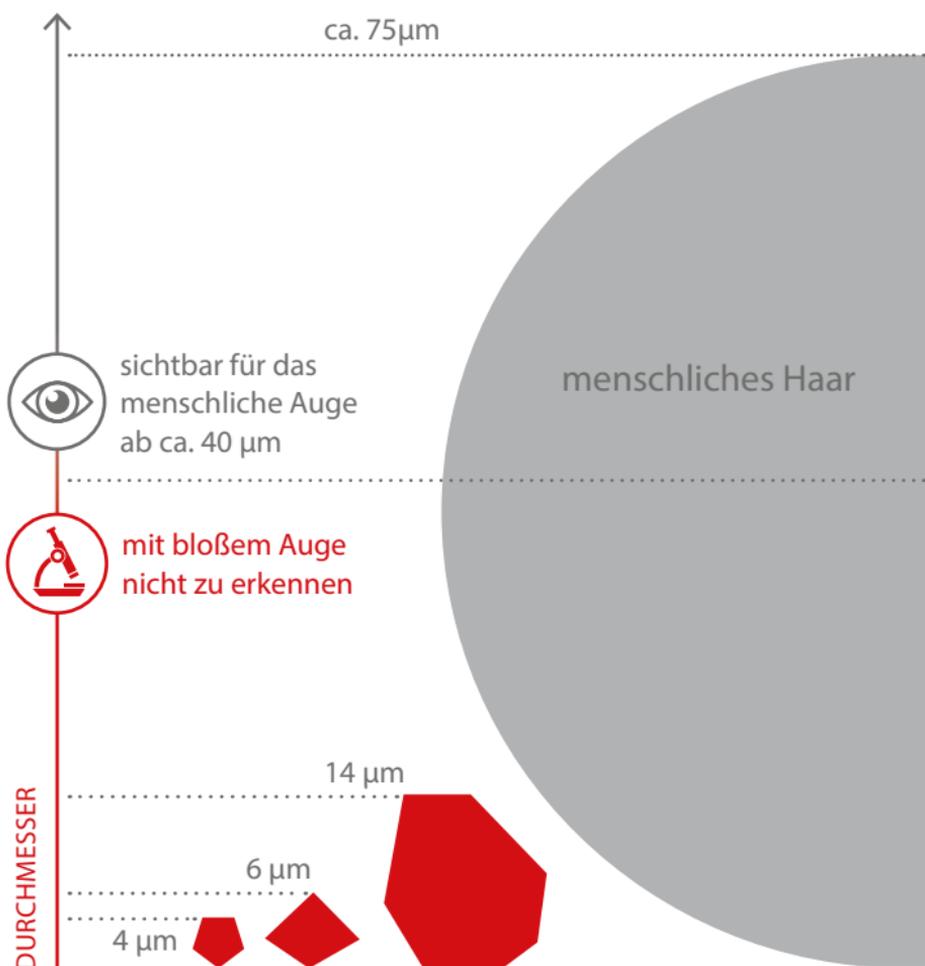
Die Einheit für die Messung der Größe von Feststoffpartikeln ist der Micrometer. Ein Micrometer ( $\mu\text{m}$ ) entspricht einem millionstel Meter. Für das menschliche Auge liegt die Grenze der Sichtbarkeit bei etwa  $40 \mu\text{m}$ .

Die gemäß ISO 4406:1999 relevanten Größenklassen von Partikeln

**$\geq 4 \mu\text{m}$  /  $\geq 6 \mu\text{m}$  /  $\geq 14 \mu\text{m}$**

können mit dem bloßen Auge nicht erfasst werden. Optisch vollkommen rein wirkendes Hydrauliköl kann daher tatsächlich stark durch Feststoffpartikel verunreinigt sein.

## Feine Feststoffpartikel sind mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen





## Kontamination durch Wasser

Die Kontamination des Hydrauliköls mit Wasser durch Eintrag von außen oder Kondensation verursacht Korrosion und diverse weitere Schäden.

### Ursachen

- Reinigung der Anlage mit Dampfstrahler
- Kondensationsbildung bei Frischluftzufuhr
- Defekte Ölkühler (Leckagen im Kühlsystem)
- Spritzwassereintrag
- Kontaminiertes Frischöl
- Defekte Zylinderdichtungen



## **Folgen**

- Korrosionsbildung
- Kavitation
- Oxidation
- Veränderung der Viskosität
- Schlamm- und Schaumbildung
- Verschlechterung des Luftabscheidevermögens
- Höherer Verschleiß an Komponenten (Pumpen, Ventile, Zylinder)
- Säurebildung
- Filterblockaden
- Aufquellen von Elastomeren und Hydraulik-Schlauchleitungen
- Vorzeitige Alterung der Öle
- Verminderung des Wirkungsgrades
- Reibwerterhöhung mit Verschleißfolgen

## **Empfehlungen**

- Fremdeintrag von Wasser vermeiden
- Frischluftabsorber einsetzen
- Vakuumentwässerungsanlagen verwenden
- Regelmäßige Zustandsüberwachung mit Ölanalysen und Sensoren durchführen



## Luft

Ein zu hoher Anteil an ungelöster Luft im Hydrauliköl kann schwere Komponentenschäden verursachen.

### Ursachen

- Ungenügendes Ölvolumen im Tank
- Undichte Ansaugleitungen der Pumpe
- Undichte Ansaugfilter
- Schlechte Entlüftung bei Inbetriebnahme
- Ungenügende Entlüftung der Zylinder
- Zu klein konstruierte Öltanks
- Ungenügendes Luftabscheidevermögen des Öls
- Montagefehler

## **Folgen**

- Kavitation
- Oxidation
- Mikro-Dieseleffekt
- Schaumbildung im Öl
- Erhöhter Komponentenverschleiß an Pumpen, Ventilen, Zylindern, Motoren und Hydraulik-Schlauchleitungen
- Zerstörung von Dichtungen
- Schlechte Steuer- und Regelbarkeit der Anlage
- Verminderung des Wirkungsgrades
- Vorzeitige Ölalterung, Reduzierung der Ölstandszeiten

## **Empfehlungen**

- Richtiges Ölvolumen im Tank beachten
- Die Anlage bei Inbetriebnahme und nach Reparaturen immer fachgerecht entlüften, ggf. Komponenten mit Öl vorfüllen
- Tankgröße und Form richtig berechnen
- Luftabscheidevermögen des Öls beachten
- Hochwertiges, passendes Öl auswählen
- Regelmäßige Zustandsüberwachung mit Ölanalysen zur Kontrolle des Luftabscheidevermögens durchführen



## Temperatur

Zu hohe Betriebs- und Umgebungstemperaturen vermindern die Leistungsfähigkeit des Hydrauliköls.

### Ursachen

- Zu hohe Umgebungstemperaturen
- Unzulässige Drosselstellen
- Zu kleine Tanks
- Zu großer Volumenstrom der Hydraulikpumpe
- Zu geringe Hydraulik-Rohr- und Schlauchleitungsquerschnitte
- Falsch eingestellte Ventile und Pumpen
- Defekte und verschmutzte Ölkühler



## **Folgen**

- Verkürzung der Ölstandszeiten
- Ausfälle von Additiven
- Säurebildung im Öl
- Ausfälle der Elastomere und Hydraulik-Schlauchleitungen
- Schlamm- und Festschlamm-Bildung durch Additivausfall
- Lackbildung
- Viskositätsveränderung
- Erhöhung der Oxidation im Öl
- Höherer Verschleiß an Komponenten
- Verminderung des Wirkungsgrades

## **Empfehlungen**

- Richtiges Ölvolume im Tank beachten
- Tankgröße und Form richtig berechnen
- Drücke und Volumenstrom richtig berechnen, ggf. neu einstellen
- Hochwertiges, passendes Öl auswählen
- Ölkühler einsetzen
- Temperatur regelmäßig überwachen
- Regelmäßige Zustandsüberwachung mit Ölanalysen und Sensoren durchführen



## Mischung

Die Vermischung verschiedener Hydraulikflüssigkeiten führt oft zur dramatischen Verschlechterung ihrer physikalischen Eigenschaften.

### Ursachen

Mischung von verschiedenen, nicht exakt identischen Hydraulikflüssigkeiten durch den Anwender bei Ölnachfüllungen, dem Wechsel von Anbaugeräten oder bei Umölungen. Darunter fallen sämtliche Vermischungen, wie z. B. unter anderem von:

- Hydraulikölen unterschiedlicher Klassifizierung (HLP/HLPD/HVLP),
- zinkfreien und zinkhaltigen Hydraulikölen,
- Hydraulikölen und Motorenölen,
- Ölen mit detergierenden und nicht detergierenden Eigenschaften,
- Ölen gleicher Klassifizierung und Fabrikaten mit unterschiedlichen Viskositäten,
- biologisch abbaubaren Ölen (HEES/HEPG/HETG/HEPR) und Mineralölen.

## **Folgen**

- Aufquellen der Elastomere und Hydraulik-Schlauchleitungen
- Schlechteres Luftabscheidungsvermögen des Öls
- Viskositätsveränderung
- Erhöhtes Schaumverhalten
- Filterverstopfungen
- Säurebildung
- Erhöhung der Oxidation im Öl
- Verminderung des Wirkungsgrades
- Verschlammungen, Verklebungen, Ablagerungen durch Additivreaktionen
- Ölalterung, Verringerung der Ölstandszeiten
- Verlust sämtlicher Gewährleistungsansprüche gegenüber dem Maschinenhersteller

## **Empfehlungen**

- Ölvermischungen sollten immer vermieden werden, denn es gibt keine garantiert 100 Prozent problemfreie Kombination. Diese Empfehlung schließt ausdrücklich auch Hydraulikflüssigkeiten gleicher Klassifizierung ein.
- Regelmäßige Zustandsüberwachung mit Ölanalysen und Sensoren durchführen



## Scherung

Die Überbeanspruchung durch zu hohe Drücke und Temperaturen zerstört die Molekülketten des Hydrauliköls und beeinträchtigt seine Fließeigenschaften.

### Ursachen

- Hohe Öltemperaturen
- Hohe Betriebsdrücke
- Einsatz von falschen Ölen

### Folgen

- Ausfälle von Additiven
- Viskositätsveränderungen
- Verkürzung der Ölstandszeiten
- Erhöhter Verschleiß an den Komponenten
- Verminderung des Wirkungsgrades

### Empfehlungen

- Hochwertige, passende Öle auswählen
- Temperatur und Druck überwachen
- Regelmäßige Zustandsüberwachung mit Ölanalysen und Sensoren installieren



*Adsorberfilter Marke HANSA-FLEX –  
eine der zahlreichen Qualitätskomponenten  
für Ihr Fluidmanagement.*

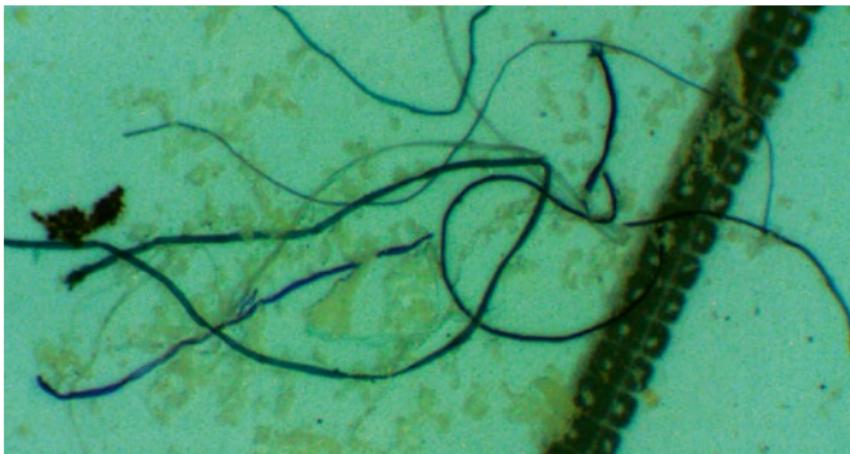


Seite 43

## **Frischöl sollte immer gefiltert werden**

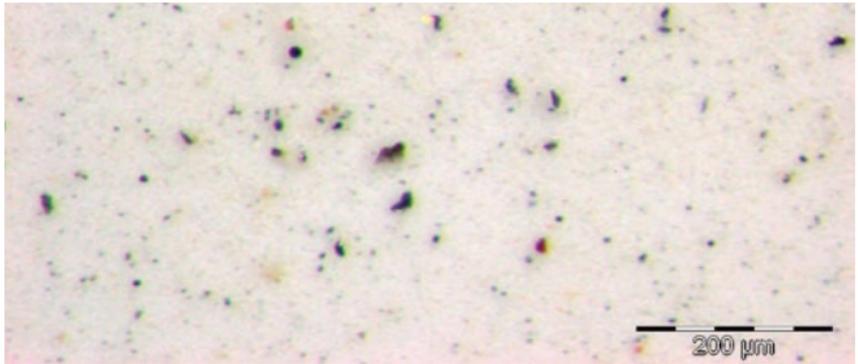
Auf die Reinheit von Frischöl zu vertrauen, kann ein kostspieliger Fehler sein, denn Frischöl bedeutet nicht zwangsläufig sauberes Öl. Es wird nicht selten verunreinigt angeliefert, da die Öle im Produktions- oder Abfüllprozess nicht feinstfiltriert werden. Auch die Fässer werden nicht immer fachgerecht gereinigt und können noch Rückstände vom Produktionsprozess (Stahlfass) und/oder Wasser enthalten.

Darüber hinaus dringen beim Abfüllen, Umfüllen und Transportieren häufig Feststoffpartikel ein. Die Reinheitsklasse solcher Fässer ist daher nur selten besser als die vorgeschriebene Mindestanforderung ISO 21/19/16, die für moderne Hydraulikanwendungen ohnehin nicht ausreichend ist.



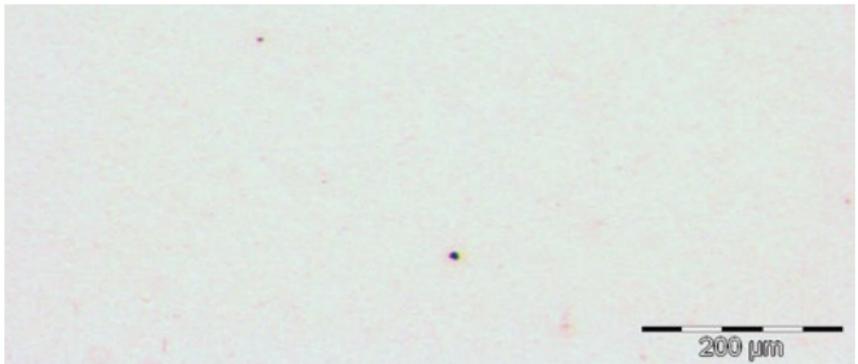
100-fache Vergrößerung einer Probe von ungefiltertem, im Kanister angeliefertem HLP 46-Frischöl

## Mindestanforderung für Frischöl DIN 51524



Reinheitsklasse 21/19/16 nach ISO 4406:1999

## Empfohlene Reinheitsklasse für moderne Servohydraulik



Reinheitsklasse 15/13/10 nach ISO 4406:1999

*Frischöl sollte in jedem Fall vor dem Einfüllen in die Maschine vorgefiltert werden.*

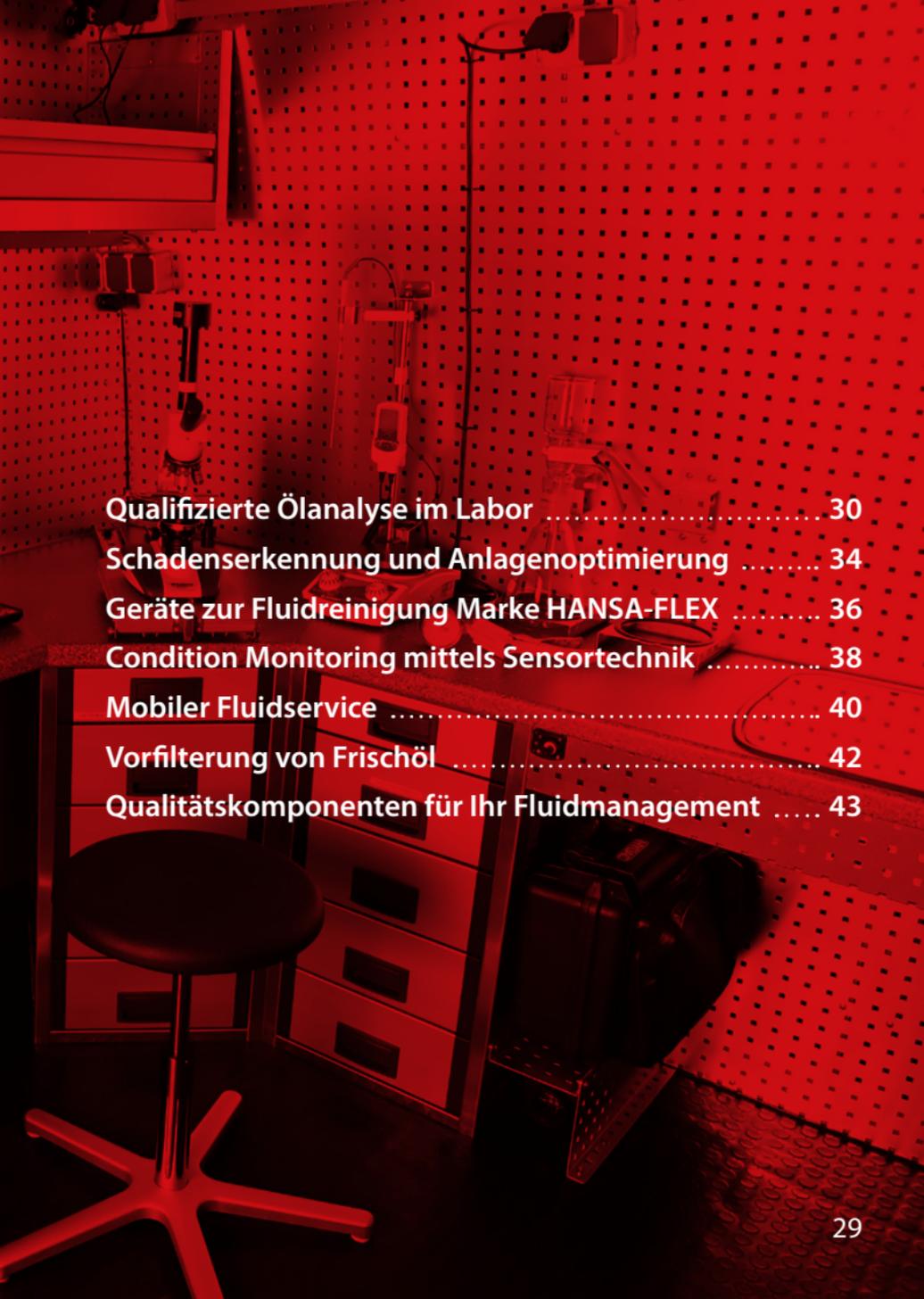


Seite 42

**HANSA-FLEX**  
-Service

# Lösungen von HANSA-FLEX

Der HANSA-FLEX Fluidservice bietet ein breites Spektrum intelligenter Dienstleistungen und hochwertiger Komponenten zur nachhaltigen Sicherung ihrer Fluidqualität.



Qualifizierte Ölanalyse im Labor .....	30
Schadenserkenung und Anlagenoptimierung .....	34
Geräte zur Fluidreinigung Marke HANSA-FLEX .....	36
Condition Monitoring mittels Sensortechnik .....	38
Mobiler Fluidservice .....	40
Vorfiltrung von Frischöl .....	42
Qualitätskomponenten für Ihr Fluidmanagement .....	43

## Qualifizierte Ölanalyse im Labor

Wie ein großes Blutbild Ihrer Maschine fördert die qualifizierte Ölanalyse des HANSA-FLEX Fluidservice sämtliche wichtigen Informationen, die das Hydrauliköl in sich trägt, zutage. Verunreinigungen, Vermischungen und Ölalterungen lassen sich präzise bestimmen.

Die Analyse wird von einem akkreditierten und zertifizierten unabhängigen Labor durchgeführt. Die Spezialisten des HANSA-FLEX Fluidservice interpretieren die Ergebnisse und ergänzen sie um konkrete Handlungsempfehlungen.

Die kommentierten Laborberichte liegen in der Regel innerhalb von drei Werktagen beim Kunden vor, bei besonders dringendem Bedarf sind auch Express-Analysen möglich. Sie bilden stets die Basis sämtlicher Maßnahmen im Rahmen des Fluidmanagements. Für unmittelbar verfügbare Analysen vor Ort steht der bundesweit verfügbare Mobile Fluidservice von HANSA-FLEX bereit.

### Vorteile für den Anwender

- Belastbare Daten über den Öl- und Maschinenzustand
- Sofortige Fehlererkennung bei Ölvermischung, Ölverschmutzung und/oder Wasser im Öl
- Informationen zum idealen Ölwechselintervall
- Qualitätskontrolle nach Ölumstellung
- Bearbeitung von Garantie und Gewährleistungen



Der Wassergehalt liegt im Grenzbereich. Die Viskosität liegt außerhalb der Grenzen der für den angegebenen Öltyp gültigen ISO Viskositätsklasse. Ich rate Ihnen, falls nicht schon geschehen, möglichst bald einen Ölwechsel vorzunehmen.

**LABORBERICHT HANSA/FLEX**

Seite 1 von 1

Beauftragter: Herr Angler  
 Hersteller: HANSA  
 Ölbezeichnung: BP Rangit 32  
 Ölart: 100

ANFORDERUNG: Die Rückfragen wenden Sie sich an:  
 Labor Fließtechnik  
 Herr Herr Göttinger  
 Luisenpark 3  
 80327 Bremen  
 Tel.: 0421 242-330  
 Fax: 0421 242-333  
 E-Mail: flt@hanza-flex.com  
 www.gottinger-hanza-flex.com

**Prognose der aktuellen Labordaten**  
 Die nachfolgende Bewertung einer Vermessung mit normenkonformen Messmitteln (normale Messverfahren) beträgt: **OK**, bis zu  
 einer Viskosität und einem anderen Öltyp (DIN) und bis zu einem anderen der vorstehenden Anbieter (außerhalb der Viskositätsgrenzen).  
 Die Viskositätsgrenzen sind abhängig von der Viskositätsklasse des Öls. Die Viskositätsgrenzen sind abhängig von der Viskositätsklasse des Öls.  
 Die Viskositätsgrenzen sind abhängig von der Viskositätsklasse des Öls. Die Viskositätsgrenzen sind abhängig von der Viskositätsklasse des Öls.  
 Die Viskositätsgrenzen sind abhängig von der Viskositätsklasse des Öls. Die Viskositätsgrenzen sind abhängig von der Viskositätsklasse des Öls.

**Wichtige Parameter:**  
 Viskosität: 25.59  
 Wassergehalt: 0.87  
 Reinheitsklasse: 23/19/14

**ACHTUNG!**  
 Die Viskosität ist angestiegen, diese liegt außerhalb der zulässigen Grenze.  
 Die Reinheitsklasse sollte bei Proportionalhydraulik auf 16/14/11 verbessert werden.

<b>25.59</b>	Die Viskosität ist angestiegen, diese liegt außerhalb der zulässigen Grenze.
<b>5.90</b>	
<b>187</b>	

<b>0.87</b>	Die Reinheitsklasse sollte bei Proportionalhydraulik auf 16/14/11 verbessert werden.
<b>907</b>	
<b>23/19/14</b>	

# Die 10 goldenen Regeln der Hydrauliköl-Pflege

**1.** Ein für die Anwendung geeignetes, hochwertiges Hydrauliköl auswählen!

**2.** Vor der Inbetriebnahme das Hydrauliksystem komplett spülen!

**3.** Frischöl immer vorfiltern!

**4.** Ölvermischungen grundsätzlich vermeiden!

**5.** Kontamination des Öls mit Luft, Wasser und Feststoffpartikeln vermeiden!



Regelmäßige Öluntersuchungen im Labor oder vor Ort durchführen!

6.

Hochwertige Filtersysteme und Elemente verwenden!

7.

Thermische Überlastung des Öls vermeiden!

8.

Montage-Verschmutzungen vermeiden!

9.

Den Zustand des Öls laufend mit Hilfe von Sensoren überwachen, Online Condition Monitoring installieren!

10.

## Schadenserkennung und fluidbezogene Anlagenoptimierung durch Spezialisten für Öl und Hydraulik

Im Schadensfall können die erfahrenen Fluid- und Hydraulikspezialisten des HANSA-FLEX Fluidservice umgehend die Ursachenforschung vor Ort übernehmen.

### Herangehensweise:

Auf Basis einer qualifizierten Ölanalyse erfolgt die:

- Fehlersuche in Hydraulikanlagen zur Schadenserkennung an Komponenten, z. B.: Pumpenschäden, Hydraulik-, Motoren- und Zylinderschäden, Schäden an Hydraulik-Schlauchleitungen und Hydraulikfiltern,
- Projektierung und Maßnahmen-Planung der anstehenden Arbeiten mit dem Kunden – einmalig zur Fehlerbehebung oder regelmäßig wiederkehrend als vorbeugende Instandhaltung,
- nachhaltige Optimierung des Fluidmanagements der hydraulischen Anlage zur Verbesserung der Performance, Vermeidung von Schäden und Verlängerung der Ölstandszeiten.

# 360° Fluidmanagement



## Geräte zur Fluidreinigung Marke HANSA-FLEX

### Hochleistungsgeräte zur Fluidreinigung in Mobil- und Stationärhydraulik – Vermietung, Verkauf und Service

- Nebenstrom-Filteranlagen von 2 bis 150 Liter/min
- Nebenstrom-Filteranlagen für schwer entflammare Öle
- Vakuumentwässerungsanlage mit 90 Liter/Stunde
- Spülcontainer/Hochleistungsspülaggregate von 50 bis 1.050 Liter/min

### Individuelle Konstruktion und Anfertigung

zur dauerhaften Installation in hydraulischen Anlagen



Spülaggregat von HANSA-FLEX



Nebenstromfilteranlage von HANSA-FLEX



**HANSA FLEX**  
HANSA FLEX  
HANSA FLEX

HANSA-FLEX HD 210 EN 853-1

BAR

## Condition Monitoring

Ölzustands-Sensoren dienen zur kontinuierlichen Überwachung von hydraulischen Anlagen und Getrieben. Mit ihrer Hilfe können Sie:

- Funktionsstörungen im laufenden Betrieb schnell erkennen,
- die Betriebssicherheit erhöhen,
- Wartungsintervalle langfristig und bedarfsorientiert planen,
- Risiken des Ausfalles der Anlage reduzieren,
- ermittelte Daten zeitnah erfassen, dokumentieren und langfristig speichern.



Durch frühzeitiges Erkennen von Limitwerten Kosten sparen!

### Unser Leistungsangebot:

- Ist-Analyse und Grundlagenplanung
- Definition der Limitwerte im Zusammenhang der anlagen-spezifischen Erfordernisse
- Auswahl und Installation der Ölzustands-Sensoren
- Konfiguration und Einrichtung der gewünschten Datenübertragungswege
- Auswertung und Interpretation der Messwerte
- Anfertigung und Installation individueller Schaltschränke, Alarmvorrichtungen etc.

**Ständige Überwachung des Ölzustands durch Sensoren**



**Kontinuierliche Ermittlung von Daten**

Information über: Viskosität, Feststoffpartikel, Füllstand, relative Feuchte, relative Permittivität, Leitfähigkeit, Temperatur, Druck



**Lokales Interface**

Anzeige der Messwerte und optische oder akustische Warnsignale bei Grenzwertüberschreitung



**Weltweite**

**Datenübertragung**  
Sämtliche Daten sind jederzeit weltweit verfügbar



Steuerung von Wassersensoren an einer Kunststoffspritzgussmaschine

## **Mobiler Fluidservice – deutschlandweit für Sie vor Ort**

### **Durchführung von Fluidservice-Arbeiten an Mobil- und Industriehydraulik**

- Qualifizierte Entnahme von Ölproben für Ölanalysen vor Ort oder im Labor
- Filterung von Ölen in hydraulischen Anlagen und Getrieben
- Installation und Betreuung von Nebenstromfilteranlagen
- Auslegung und Herstellung von Filteranlagen
- Entwässerung von Ölen in hydraulischen Anlagen und Getrieben
- Spülung von Rohrleitungen und Komponenten mit Dokumentation nach ISO 4406:1999
- Ölumstellungen auf andere Ölsorten
- Optimierung von Filtersystemen
- Überwachung/Optimierung von hydraulischen Anlagen
- Inbetriebnahme von hydraulischen Anlagen
- Erstellung von Messprotokollen für Druck, Druckspitzen, Volumenstrom, Drehzahl und Temperatur
- Auslegung und Montagen von Ölzustands-Sensoren
- Dokumentation aller gemessenen Werte und Beratung

## Sofortige Fehlererkennung

- Bei Ölvermischung, Ölverschmutzung, Wasser im Öl
- Schadenserkennung an Komponenten, z. B. Pumpenschäden, Hydraulik-, Motoren- und Zylinderschäden, Hydraulik-Schlauchleitungen, Hydraulikfilter usw.

## Fluidservice-Fahrzeuge

- Mobile Ölanalysefahrzeuge für schnelle Ölanalysen vor Ort
- Optische Analyse der Feststoffpartikel zur Materialermittlung mittels Mikroskop, Membrane und Partikelfotografie
- Bestimmung der Reinheitsklasse nach ISO, SAE, NAS
- Ermittlung der Viskosität, Temperatur, relativen Feuchte
- Ermittlung des Wassergehaltes mittels Hydrogengas-Methode
- Bestimmung der Öl-Oxidation



Mobile Ölanalysefahrzeuge für schnelle Ölanalysen, Fehlererkennung und Ölservice vor Ort

## **Vorfiltration von Frischöl – direkt bei Ihnen vor Ort**

**Unser Service für Maschinenbetreiber und  
Schmierstoffhändler garantiert, dass geliefertes  
Frischöl die benötigte Reinheitsklasse erhält.**

- Mobile Analyse des angelieferten Frischöls vor Ort
- Sofortige Filtration des Öls zur Erlangung der gewünschten Reinheitsklasse
- Protokollierung und Dokumentation der Reinheitsklasse direkt vor Ort
- Auf Wunsch Terminabstimmung und Koordination mit Öllieferant und Maschinenbetreiber



# Qualitätskomponenten für Ihr Fluidmanagement

Ständig verfügbare Artikel unter [shop.hansa-flex.com](http://shop.hansa-flex.com)  
und in unseren Niederlassungen:



## Analysetechnik

- Fluid-Entnahme-Sets: dynamisch, stationär
- Öl-Analyse: Partikelzählgeräte, Inline-Partikelsensoren
- Öl-Analyse-Sets für Mineralöl, Bio-Öl, Getriebeöl, Motorenöl, schwerentflammbare Öle, Turbinenöl, Kompressorenöl, Fette und Dieselkraftstoff



## Filter & Zubehör

- Filterelemente für Nebenstromfilteranlagen
- Ölservicegeräte
- Umfangreiches Filterspektrum: Saugfilter, Rücklaufilter, Spin-On-Filter, Druckfilter, Tankbelüftungsfilter, Adsorberfilter



## Sensoren

- Partikelmonitore
- Wassersensoren, Viskositätssensoren, Ölzustandssensoren, Füllstandssensoren
- Druckerhöhungspumpe für den Tankeinbau

## Was das Öl alles können muss

Hydrauliköl ist ein hochkomplexes Konstruktionselement, das im Dauereinsatz mit den verschiedensten hohen Belastungen konfrontiert wird. In der Fluidnorm DIN 51524 werden nur die Mindestanforderungen für elementare Grundeigenschaften von Hydraulikflüssigkeiten festgehalten. Darüber hinaus stellen spezielle Einsatzgebiete besondere zusätzliche Anforderungen an die eingesetzten Hydraulikflüssigkeiten.

**Scherstabilität**

**Filtrierbarkeit**

**Niedrige Hygroskopie**

**Beständigkeit gegen  
thermische Belastung**

**Oxidationsstabilität**

**Verträglichkeit  
mit Werkstoffen**





**Schmier- und Verschleiß-  
schutzigenschaften**

**Viskositätsstabilität**

**Geringe Temperatur-  
ausdehnung**

**Korrosionsschutz-  
eigenschaften**

**Wärmeleitvermögen**

**Geringe Schaumbildung**

**Hohes Luftabscheide-  
vermögen (LVA) und  
geringe Luftaufnahme**

## Marktübliche Hydrauliköle

Qualität und Reinheit der verwendeten Hydrauliköle sind entscheidende Parameter für die Betriebssicherheit, Lebensdauer und den wirtschaftlichen Betrieb hydraulischer Anlagen. Die nachstehenden Tabellen geben einen kurzen Überblick über gängige Öltypen und ihre Eigenschaften bzw. Einsatzgebiete. Bei der Auswahl der Öle ist den Vorgaben der Maschinenhersteller Folge zu leisten. Eine qualifizierte Beratung bei der Auswahl und Pflege durch Fluidexperten, Schmierstoffhersteller oder Händler wird dringend empfohlen.

Übersicht Hydrauliköle auf Mineralölbasis

Öltyp	Kurzbeschreibung	Anwendung
<b>H</b>	Unlegiert (keine Additive)	Praktisch nicht mehr
<b>HL</b> nach DIN 51524-1	Alterungs- und Korrosionsschutz-Additive	Nur sehr selten
<b>HLP</b> nach DIN 51524-2	Wie HL, zusätzlich Verschleißschutz- und Hochdruck-Additive	Heutige Mindestanforderung
<b>HLPD</b> angelehnt an DIN 51524-2	Wie HLP, zusätzlich detergierend + dispergierend	Feuchte Umgebung, Aussetzbetrieb (An-Aus)
<b>HVLP</b> nach DIN 51524-3	Wie HLP, zusätzlich Viskositätsindex-Verbesserer	Wenn breiterer Temperaturbereich erforderlich ist
<b>HVLPD</b> angelehnt an DIN 51524-3	Wie HVLP, zusätzlich detergierend + dispergierend	Breiter Temperaturbereich, feuchte Umgebung, Aussetzbetrieb

Typen von Hydraulikölen für besondere Anwendungen		
Einsatzgebiet	Besondere Anforderung	Öltyp
<b>Metall- Druckgießerei</b>	Schwerentflammbarkeit	HFC 46 HFD 46
<b>Mobil-Hydraulik Naturschutzgebiet</b>	Schnelle biologische Abbaubarkeit	HEES 46
<b>Mobil-Seilbahn- Hydraulik</b>	Sehr gutes V-T Verhalten, sehr guter Korrosionsschutz	HVLP 46 HVLDP 46
<b>Stationär- Hydraulik</b>	Verbesserte Verträglichkeit mit Kühlschmierstoffen (KSS)	HLPD 46
<b>Hydraulik Lebens- mittelindustrie</b>	Physiologische Unbedenklichkeit	Hydraulik-Öl gem. NSF H1 oder H2



## Reinheitsklassen von Hydraulikflüssigkeiten

Ständig steigende Anforderungen an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Hydraulikanlagen erfordern nicht nur immer reinere Hydraulikflüssigkeiten, sondern auch deren exakte Kontrolle. Die Einstufung der Reinheitsklasse von Hydraulikfluiden erfolgt durch die Zählung der enthaltenen Feststoffpartikel.

Neben der Größe ist auch die Anzahl der Partikel entscheidend für den Verschleiß des Systems. Nicht jedes Partikel schädigt tatsächlich das System, aber je geringer die Anzahl der kritischen Partikel ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung der Komponenten.

Die Normen, die zur Klassifizierung der Reinheitsklassen dienen, sind die **ISO 4406:1999** und die **SAE AS 4059**. Die **NAS 1638** ist dagegen heute nicht mehr zeitgemäß und wurde durch die SAE AS 4059 abgelöst.

Bei der **ISO 4406:1999** werden die Partikelanzahlen kumulativ ermittelt und verschiedenen Klassenkennzahlen zugeordnet. Die Klassenkennzahlen bestimmen die Partikelanzahlen in einer Größenklasse, wobei jeder Größenklasse ein bestimmter Bereich einer möglichen Partikelanzahl zugeordnet ist.

Die Darstellung der Reinheitsklassen nach ISO 4406:1999 erfolgt anhand einer dreiteiligen Reihe von Ordnungszahlen, die die ermittelten Partikelanzahlbereiche je **Größenklasse**  $\geq 4 \mu\text{m}$  /  $\geq 6 \mu\text{m}$  /  $\geq 14 \mu\text{m}$  repräsentieren.



# ISO 4406:1999

ISO 4406:1999 / Tabelle zur Feststoff-Verschmutzung von Hydraulikölen		
Partikel je 100 ml		ISO Ordnungszahl
mehr als	bis einschließlich	
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

Die ISO-Reinheitsklasse 16/14/11 stellt die Mindestanforderung für zeitgemäße Proportionalhydraulik dar.

Eine Reinheitsklasse von **ISO 16/14/11** bedeutet, dass sich in 100 ml Probenflüssigkeit

- **32.000 bis 64.000 Partikel  $\geq 4 \mu\text{m}$**
- **8.000 bis 16.000 Partikel  $\geq 6 \mu\text{m}$**
- **1.000 bis 2.000 Partikel  $\geq 14 \mu\text{m}$**

befinden.



# SAE AS 4059F

Reinheitsklassen nach SAE AS 4059F							
Maximal zulässige Anzahl von Partikeln pro Reinheitsklasse pro 100 ml							
Reinheits- klasse	(1)	>1 µm	>5 µm	>15 µm	>25 µm	>50 µm	>100 µm
	(2)	> 4 µm(c)	> 6 µm(c)	> 14 µm(c)	> 21 µm(c)	> 38 µm(c)	> 70 µm(c)
000		195	76	14	3	1	0
00		390	152	27	5	1	0
0		780	304	54	10	2	0
1		1.560	609	109	20	4	1
2		3.120	1.217	217	39	7	1
3		6.250	2.432	432	76	13	2
4		12.500	4.864	864	152	26	4
5		25.000	9.731	1.731	306	53	8
6		50.000	19.462	3.462	612	106	16
7		100.000	38.924	6.924	1.224	212	32
8		200.000	77.849	13.849	2.449	424	64
9		400.000	155.698	27.698	4.898	848	128
10		800.000	311.396	55.396	9.796	1.696	256
11		1.600.000	622.792	110.792	19.592	3.392	512
12		3.200.000	1.245.584	221.584	39.184	6.784	1.024

(1) Größenbereich, Lichtmikroskop, basierend auf der größten, nach AS598 oder ISO 4407 gemessenen Länge.

(2) Größenbereich, automatischer Partikelzähler kalibriert nach ISO 11171 oder ein Licht- oder Elektronenmikroskop mit Bildauswertungssoftware, basierend auf dem der Projektionsfläche äquivalenten Durchmesser.

# NAS 1638

Reinheitsklassen nach NAS 1638					
Reinheitsklasse	Anzahl der Partikel pro 100 ml				
	5 - 15 $\mu\text{m}$	15 - 25 $\mu\text{m}$	25 - 50 $\mu\text{m}$	50 - 100 $\mu\text{m}$	> 100 $\mu\text{m}$
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1.000	178	32	6	1
3	2.000	356	63	11	2
4	4.000	712	126	22	4
5	8.000	1.425	253	45	8
6	16.000	2.850	506	90	16
7	32.000	5.700	1.012	180	32
8	64.000	11.400	2.025	360	64
9	128.000	22.800	4.050	720	128
10	256.000	45.600	8.100	1.440	256
11	512.000	91.200	16.200	2.880	512
12	1.024.000	182.400	32.400	5.760	1.024

## Empfohlene Reinheitsklassen und Filterfeinheiten für ausgewählte hydraulische Anwendungen

Je komplexer und filigraner das Hydrauliksystem ausgelegt ist, desto höher sind die Anforderungen an die Reinheit der Hydraulikflüssigkeiten und die zu verwendenden Filter. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über aktuelle Richtwerte, ersetzt aber keinesfalls die individuelle Betrachtung eines jeden Systems.

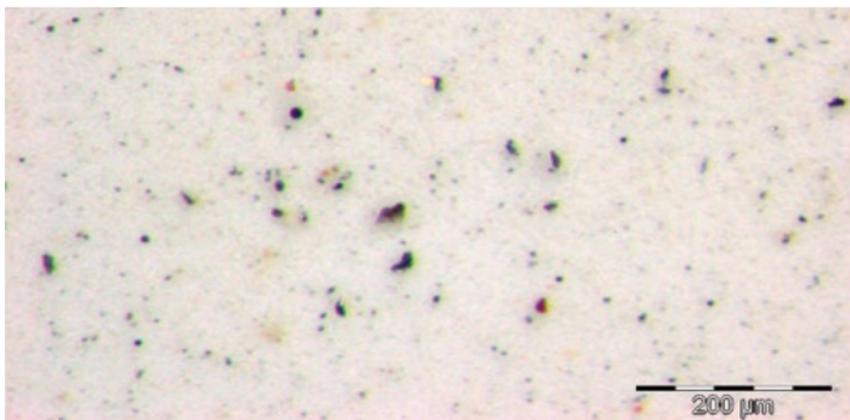


Die empfohlenen Reinheitsklassen beziehen sich auf einen Betriebsdruck bis 160 bar. Bei höheren Betriebsdrücken sollten bessere Klassen gewählt werden.

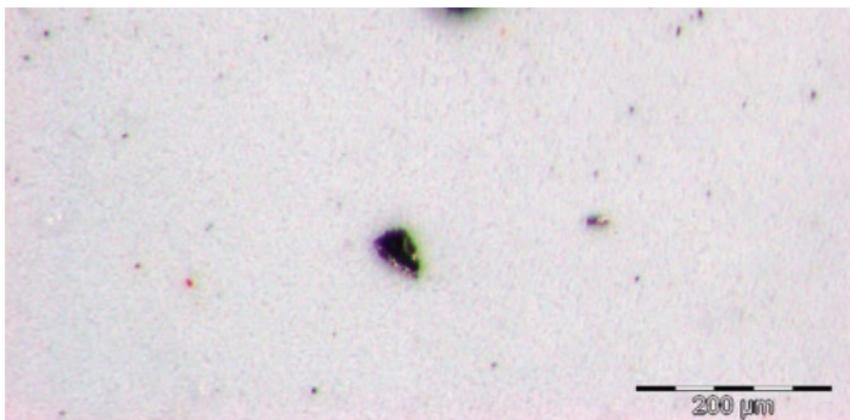
Die Reinheitsklasse ISO 21/19/16 ist die Mindestanforderung für Frischöl nach DIN 51524. Sie ist für die meisten modernen Hydraulikanwendungen nicht mehr zeitgemäß.

Hydrauliksystem und Anwendungsbereich	Zulässige Reinheitsklassen			Empfohlene Filterfeinheit (x) (Absolut) (x) $\mu\text{m}$ = $> \beta x > 100$
	ISO 4406:1999 $> 160$ bar ISO-Code $\geq 4 \mu\text{m}/\geq 6 \mu\text{m}/\geq 14 \mu\text{m}$	SAE AS 4059 ISO-Code $> 4 \mu\text{m}/> 6 \mu\text{m}/> 14 \mu\text{m}/21 \mu\text{m}/> 38 \mu\text{m}/70 \mu\text{m}$	NAS 1638 NAS-Code 5 – 15 $\mu\text{m}$	
Labor- und Flugzeugtechnik-Systeme mit Servohydraulik, Prüfstandshydraulik • Servoventile	$\leq 15 / 13 / 10$	$\leq 5$	$\leq 4$	2 – 3 $\mu\text{m}$
Industriehydraulik, Proportionalhydraulik, Hochdruck- und Schmierölsysteme • Moderne Bau-, Forstmaschinen • Kunststoffspritzmaschinen • Proportionalventile	$\leq 16 / 14 / 11$	$\leq 6$	$\leq 5$	3 – 5 $\mu\text{m}$
Industriehydraulik, elektromagnetische Steuerventile, Mitteldruck-Niederdruck-Systeme • Ältere Bau-, Forstmaschinen • Kommunal-, Landmaschinen • Recycling-Anlagen • Magnetventile	$\leq 19 / 17 / 14$	$\leq 9$	$\leq 8$	5 – 10 $\mu\text{m}$
Allgemeine Mitteldruckhydraulik mittlerer Größenordnung, Niederdrucksysteme mit großen Spielgrößen und geringen Anforderungen an Verschleißschutz, auch Wasserhydrauliksysteme im Hochdruckbereich mit hoher (grobkörniger) Schmutzmengen-Belastung	$\leq 21 / 19 / 16$	$\leq 11$	$\leq 10$	10 – 20 $\mu\text{m}$

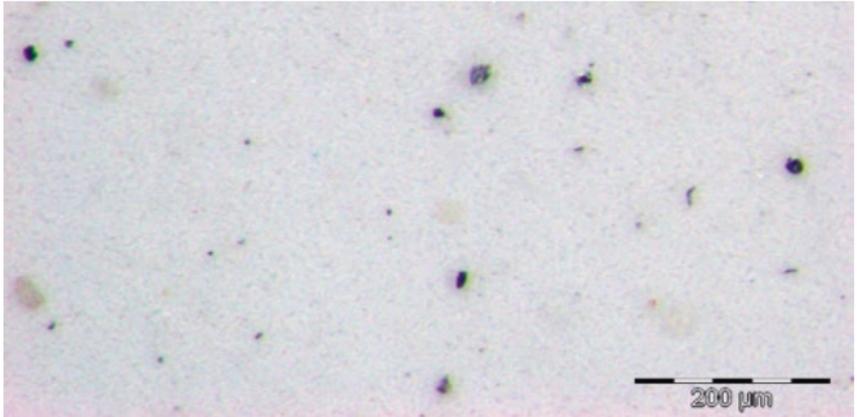
## Beispiele für Reinheitsklassen nach ISO 4406:1999



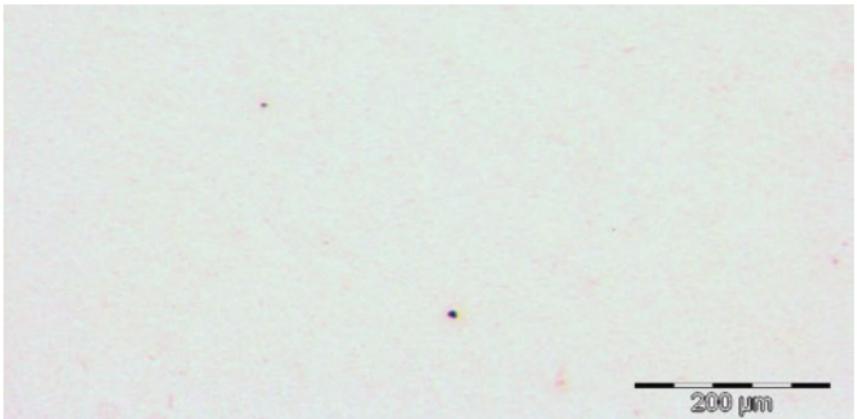
ISO-Klasse 21/19/16 – die Mindestanforderung für die Anlieferung von Frischöl nach DIN 51524



ISO-Klasse 16/14/11 – Anforderung für Proportionalventile



ISO-Klasse 19/17/14 – Anforderung für elektromagnetische Servoventile



ISO-Klasse 15/13/10 – Anforderung für Servoventile

## Viskosität von Hydraulikölen

Die Viskosität ist eine der wichtigsten physikalischen Eigenschaften von Hydraulikflüssigkeiten. Sie ist das Maß für die innere Reibung eines Öles beim Fließen. Kaltes Öl besitzt eine große innere Reibung (hohe Viskosität). Je wärmer das Öl wird, um so geringer ist die innere Reibung (niedrige Viskosität). Der zulässige Viskositätsbereich ist anhand aller verbauten Komponenten der Hydraulikanlage zu ermitteln und muss für jede einzelne Komponente eingehalten werden.

Die kinematische Viskosität wird in der Maßeinheit  $\text{mm}^2/\text{s}$  dargestellt. Schmieröle, die weder Motorenöle noch Getriebeöle sind, werden nach ISO-VG (International Organisation for Standardization) beschrieben. Es sind 18 Viskositätsklassen genormt, die den Bereich von  $2 \text{ mm}^2/\text{s}$  bis  $1.500 \text{ mm}^2/\text{s}$  abdecken. Vorgeschrieben ist hier nur eine sogenannte Mittelpunktviskosität.

Empfohlene Viskositätsbereiche der ISO-Viskositätsklassen  
nach DIN ISO 3448 (2010), Bezugstemperatur  $40 \text{ }^\circ\text{C}$

Viskositätsklasse (ISO)	Viskositätsbereich $\text{mm}^2/\text{s}$ (cSt) bei $40 \text{ }^\circ\text{C}$
ISO VG 22	19,8 – <b>22</b> – 24,2
ISO VG 32	28,8 – <b>32</b> – 35,2
ISO VG 46	41,4 – <b>46</b> – 50,6
ISO VG 68	61,2 – <b>68</b> – 74,8
ISO VG 100	90 – <b>100</b> – 110

Ist die zulässige Betriebsviskosität zu stark erhöht, kann dies zu hydraulisch-mechanischem Verschleiß führen. Pumpenschäden durch Kavitation bei Unterschreiten des zulässigen Ansaugdruckes können die Folgen sein.

Liegt die Viskosität unterhalb der zulässigen Betriebsviskosität, erhöht sich die Leckage und der Verschleiß der Komponenten nimmt zu. Eine verkürzte Lebensdauer der Komponenten wäre die Folge.

Die obere Viskositätsgrenze beim Kaltstart einer Maschine liegt in der Regel zwischen 500-1.000 mm<sup>2</sup>/s. Die untere Viskositätsgrenze verläuft bei etwa 10 mm<sup>2</sup>/s, sie markiert das Ende der Schmierfähigkeit infolge der Dünnpflüssigkeit des Fluids.

Je nach Einsatz der hydraulischen Anlage, Anwendung und Öl-Typ liegen die Grenzwerte der gemessenen Viskosität zwischen 5 bis 15 % des empfohlenen Viskositätsbereichs.

Ändert sich die Viskosität zu stark, ist ein Ölwechsel nicht zu vermeiden.

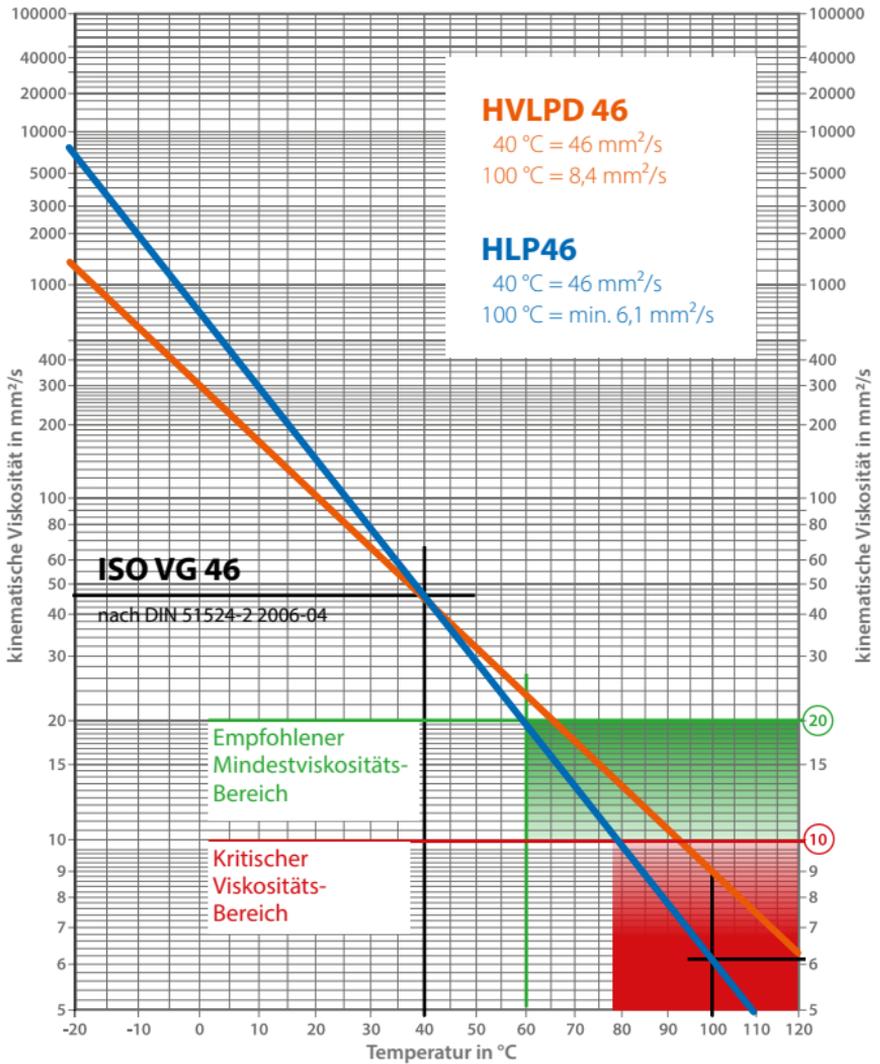
## Viskositäts-Temperatur-Diagramm

Das Viskositäts-Temperatur-Diagramm (VT-Diagramm) dient der Veranschaulichung des Viskositäts-Temperatur-Verhaltens von Hydraulikölen. Mittels einer Geraden durch zwei Punkte (üblicherweise bei 40 °C und 100 °C) kann die Viskosität für alle anderen Temperaturen aus dem Diagramm abgelesen werden. So können verschiedene Einsatzbereiche für verschiedene Öltypen verdeutlicht werden.

In der Abbildung rechts ist das Viskositäts-Temperatur-Verhalten zweier Hydrauliköle im Vergleich dargestellt. Der in **grün** eingezeichnete Bereich stellt die von den meisten Maschinenherstellern empfohlene Mindestviskosität von 10 bis 20 mm<sup>2</sup>/s dar.

Lesebeispiel: Das in oranger Farbe dargestellte **HVLPD 46** erreicht den kritischen Bereich bei einer Temperatur von ca. 90 °C, während das blau dargestellte **HLP 46** Öl den kritischen Bereich schon bei ca. 80 °C erreicht.

Wird ein Hydrauliköl im kritischen Bereich gefahren, wird die Schmierfähigkeit vermindert und Maschinenschäden sind die Folge. In der Regel wird der Hersteller bei nachgewiesenem Überschreiten der vorgesehenen Mindestviskosität die Gewährleistung für vorgenannte Schäden verweigern.



## Bildnachweise

Seiten 1, 2, 4, 7, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 26, 28, 32, 36,  
37, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 49, 51, 63, 64

HANSA-FLEX AG

Seiten 8, 16

iStockphoto.com

Seiten 27, 56, 57

MAHLE Industriefiltration GmbH

## Quellennachweise

Seite 50: Hydraulic fluid power – Fluids – Method  
for coding the level of contamination by solid  
particles, Reference number ISO 4406:1999(E)

© ISO 1999

Seite 52: Aerospace Fluid Power - Contamination  
Classification for Hydraulic Fluids / REV.F

Copyright © 2013 SAE International

Seite 53: Aerospace Fluid Power - Contamination  
Classification for Hydraulic Fluids / REV.F

Copyright © 2013 SAE International





HANSA-FLEX Fluidmanagement kompakt • 30.000 • 10-2019

HANSA-FLEX AG  
info@hansa-flex.com  
www.hansa-flex.com