

HYDAC FILTER SYSTEMS

Fluidcontrolling Kontaminationsfibel

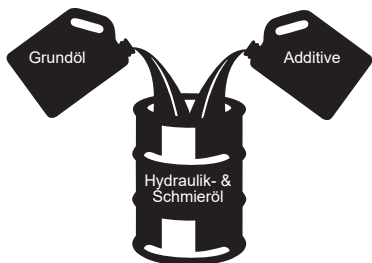


Klassifizierung Grundöle nach API 1509*

	API* Gruppe			
	I	II	III	IV
Öltyp	Raffinat	Hydriertes Grundöl	Syntheseöl	PAO
Anteil gesättigter Kohlenwasserstoffe	< 90 %	> 90 %	> 90 %	100 %
Viskositätsindex	80-120	80-120	> 120	-
Polarität	Hohe Polarität	Weniger Polar	Nahezu unpolar	keine Angabe
Löslichkeit von Varnish	Hoch	Mittel	Schwach	Schwach
Leitfähigkeit	Gut	Schlecht	Sehr gering	Gering

* American Petroleum Institute (API)

Zusammensetzung von Hydraulik- und Schmierölen



* Additiv-Beispiele:

- VI-Verbesserer
- Pourpoint-Erniedriger
- Oxidationsinhibitor
- Korrosionsinhibitor
- Antiwear
- Anti-Schaum

Klassifizierung von Hydraulikölen nach DIN

Druckflüssigkeit	Kurzbezeichnung	Dichte bei 15 °C (kg/m ³)
Mineralöl nach DIN 51524 bzw. ISO 11158	H, HL, HLP, HV, HLPD	860
Schwer entflammbar nach DIN 5150 bzw. ISO 12922	HFA/HFB	1000
	HFC	1090
	HFDR, HFDS	1200
Biologisch schneller abbaubar nach ISO 15380	HETG	930
	HEES	940
	HEPG	1100
	HEPR	890
Schmieröle nach DIN 51517	CL, CLP, CG	860

Lebensmittelöle nach NSF International

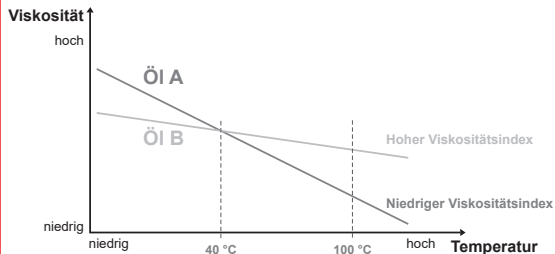
H1-Schmierstoff	„Food-Grade (FG) Schmierstoffe“ „Lebensmittelöl“ Technisch unvermeidbarer gelegentlicher Lebensmittelkontakt unbedenklich
H2-Schmierstoff	Kontakt mit Lebensmitteln nicht zugelassen. Anwendung nur außerhalb des geschlossenen Produktionsprozesses
H3-Schmierstoff	Lösliche Öle zur Reinigung oder Rostschutz der Maschinen

Viskosität - Gegenüberstellung ISO / SAE

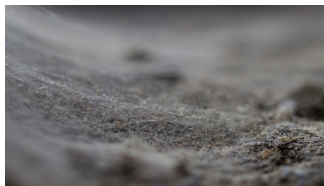
ISO VG (DIN 51519)	Mittelpunktviskosität (40 °C) und ca.-Viskositäten in mm ² /s bei				Ungefähre Zuordnung der	
	0 °C	40 °C	50 °C	100 °C	Motor- öle SAE	KFZ- Getriebeöle SAE
5	8 (1,7 E)	4,6	4	1,5		
7	12 (2 E)	6,8	5	2,0		
10	21 (3 E)	10	8	2,5		
15	34	15	11	3,5	5 W	
22	55	22	15	4,5	10 W	70 W 75 W
32	88	32	21	5,5		
46	137	46	30	6,5	15 W	
68	219	68	43	8,5	20 W	80 W
100	345	100	61	11	30	
150	550	150	90	15	40	85 W
220	865	220	125	19	50	90
320	1340	320	180	24		
460	2060	460	250	30		140
680	3270	680	360	40		
1000	5170	1000	510	50		
1500	8400	1500	740	65		250

Viskositätsindex nach ISO 2909 - Vergleich zweier Mineralöle

Je höher der Viskositätsindex eines Öles ist, desto geringer verändert sich seine Viskosität bei unterschiedlichen Temperaturen.



Verschmutzungsarten



Feste Verschmutzung

- Korund, Zunder, Rostpartikel
- Verschleißmetalle Eisen, Kupfer, Zinn, Zink...
- Fasern, Gummipartikel, Lackpartikel



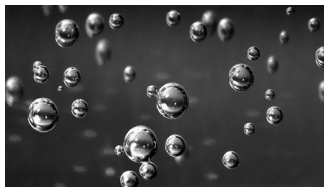
Flüssige Verschmutzung

- Kühlwasser
- Dampf



Gel-artige Verschmutzung

- Ölalterung / Varnish
- Ölvermischungen
- Additiv-Entmischung (Dropout)



Gasförmige Verschmutzung

- Luft
- Prozessgase

Ursachen für Verschmutzung im Öl

	Ursache
Fest	<ul style="list-style-type: none">– Montageverunreinigung– Umgebungsverschmutzung– Nachfüllen von Hydraulikflüssigkeit– Interne Verschleißvorgänge– Ölalterung
Flüssig	<ul style="list-style-type: none">– Feuchte aus der Umgebungsluft– Kühlerleckagen– Prozesswasser / Prozessdampf– Dichtungsleckagen– Hochdruckreiniger– Chemische Prozesse (Verbrennung, Oxidation, Neutralisation)
Gel-artig	<ul style="list-style-type: none">– Ölalterung– Ölvermischung
Gasförmig	<ul style="list-style-type: none">– Vermischungen– Ausgasung des Öls

Folgen der Verschmutzung

	Folgen
Fest	<ul style="list-style-type: none">– Abrasiver Verschleiß– Vergrößerte Leckage– Ausfall von Komponenten– Regelungenauigkeiten– Blockieren von Steuerkolben– Kurze Fluidstandzeit
Flüssig	<ul style="list-style-type: none">– Korrosion– Verringerung der dynamischen Viskosität<ul style="list-style-type: none">• Verringerung der Schmierfilmdicke• Berührung der Oberflächen• Verschleiß– Veränderung der Ölbeschaffenheit<ul style="list-style-type: none">• Entstehung saurer Ölalterungsprodukte• Bildung von Schlamm• Erhöhung der Ölalterungsgeschwindigkeit– Kavitationsschäden
Gel-artig	<ul style="list-style-type: none">– Verringerung von Schmierpalten durch Ablagerungen<ul style="list-style-type: none">• Erhöhte Reibung und Temperatur• Erhöhter Lagerverschleiß– Funktionsstörungen in Ventilen<ul style="list-style-type: none">• Instabiles Regelverhalten– Beschädigung von dynamischen Dichtungen<ul style="list-style-type: none">• Leckagen– Verblockung von Filterelementen<ul style="list-style-type: none">• Kurze Filterstandzeiten durch Schlamm Bildung– Erhöhte Lagertemperatur durch Anbackungen
Gasförmig	<ul style="list-style-type: none">– Kavitation– Oxidation– Lokale Überhitzung des Öls<ul style="list-style-type: none">• Erhöhung der Ölalterungsgeschwindigkeit• Regelungenauigkeiten

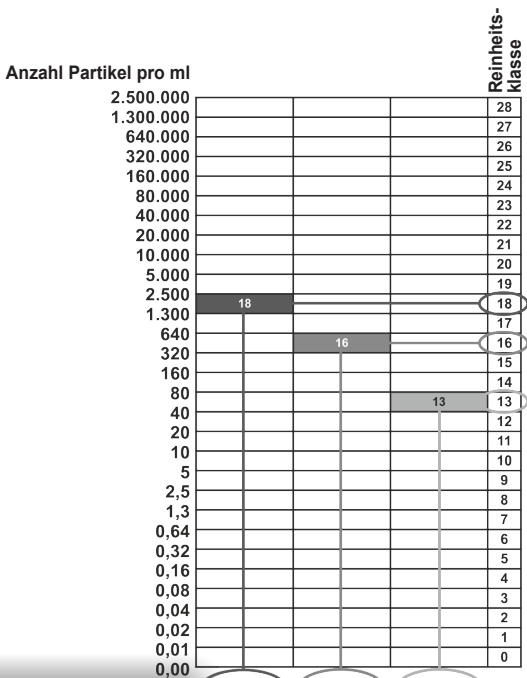
Reinheitsklassen nach ISO 4406

Bestimmung des ISO Codes

Bei der ISO 4406 werden die Partikelanzahlen kumulativ, d. h. $> 4 \mu\text{m}^{(c)}$, $> 6 \mu\text{m}^{(c)}$ und $> 14 \mu\text{m}^{(c)}$ ermittelt (manuell durch Filtration der Flüssigkeit durch eine Analysenmembrane oder automatisch mit Partikelzählern) und Kennzahlen zugeordnet.

ISO-Klasse	Partikelzahl/100 ml		Schmutzgehalt (ACFTD)
	mehr als	bis einschl.	[mg/l]
0	0,5	1	–
1	1	2	–
2	2	4	–
3	4	8	–
4	8	16	–
5	16	32	–
6	32	64	0,001
7	64	130	–
8	130	250	–
9	250	500	–
10	500	1.000	0,01
11	1.000	2.000	–
12	2.000	4.000	–
13	4.000	8.000	0,1
14	8.000	16.000	–
15	16.000	32.000	0,2
16	32.000	64.000	0,5
17	64.000	130.000	1
18	130.000	250.000	3
19	250.000	500.000	5
20	500.000	1.000.000	7/10
21	1.000.000	2.000.000	20
22	2.000.000	4.000.000	40
23	4.000.000	8.000.000	80
24	8.000.000	16.000.000	–
25	16.000.000	32.000.000	–
26	32.000.000	64.000.000	–
27	64.000.000	130.000.000	–
28	130.000.000	250.000.000	–
> 28	250.000.000		

Beispiel: ISO Code 18/16/13



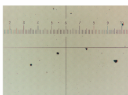
Beispiel:

größer als $4 \mu\text{m}_{(c)}$ = 2.340

größer als $6 \mu\text{m}_{(c)}$ = 595

größer als $14 \mu\text{m}_{(c)}$ = 43

ISO Code = 18 / 16 / 13



> 4 μm

> 6 μm

> 14 μm

Reinheitsklassen nach SAE AS 4059

Wie die ISO 4406 beschreibt die SAE AS 4059 Partikelkonzentrationen in Flüssigkeiten. Die Analyseverfahren können analog zur ISO 4406 und NAS 1638 verwendet werden.

Größe ISO 4402 Kalibrierung oder opt. Zählung*		> 1 μm	> 5 μm
		> 4 $\mu\text{m}_{(c)}$	> 6 $\mu\text{m}_{(c)}$
Größe ISO 11171, Kalibrierung oder Elektronenmikroskop**		A	B
Größenkodierung		A	B
Verschmutzungsklassen	000	195	76
	00	390	152
	0	780	304
	1	1.560	609
	2	3.120	1.220
	3	6.250	2.430
	4	12.500	4.860
	5	25.000	9.730
	6	50.000	19.500
	7	100.000	38.900
	8	200.000	77.900
	9	400.000	156.000
	10	800.000	311.000
11	1.600.000	623.000	
12	3.200.000	1.250.000	

* Partikelgrößen ermittelt nach der längsten Ausdehnung

** Partikelgrößen ermittelt nach dem Durchmesser des projizierten flächengleichen Kreises

Die SAE-Reinheitsklassen basieren auf der Partikelgröße, der Anzahl und der Partikelgrößenverteilung. Da die ermittelte Partikelgröße von dem Messverfahren und der Kalibrierung abhängt, werden die Partikelgrößen mit Buchstaben (A - F) gekennzeichnet.

Max. Partikelkonzentration (Partikel/100 ml)

> 15 µm	> 25 µm	> 50 µm	> 100 µm
> 14 µm _(c)	> 21 µm _(c)	> 38 µm _(c)	> 70 µm _(c)
C	D	E	F
14	3	1	0
27	5	1	0
54	10	2	0
109	20	4	1
217	39	7	1
432	76	13	2
864	152	26	4
1.730	306	53	8
3.460	612	106	16
6.920	1.220	212	32
13.900	2.450	424	64
27.700	4.900	848	128
55.400	9.800	1.700	256
111.000	19.600	3.390	512
222.000	39.200	6.780	1.020

Reinheitsklassen nach NAS 1638

Wie die ISO 4406 und SAE AS 4059 beschreibt die NAS 1638 Partikelkonzentrationen in Flüssigkeiten. Dieser Standard ist zwar als Norm nicht mehr gültig, wird aber in der Praxis wegen der einfachen Handhabung (nur eine Kennzahl) gerne benutzt.

Die Analyseverfahren können analog zur ISO 4406 verwendet werden.

Im Gegensatz zur ISO 4406 werden bei der NAS 1638 bestimmte Partikelgrößenbereiche ausgezählt und diesen Kennzahlen zugeordnet.

Partikelanzahl in 100 ml Probe

		Partikelgröße (µm)				
		5-15	15-25	25-50	50-100	>100
Reinheitsklassen	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	1425	253	45	8
	6	16.000	2.850	506	90	16
	7	32.000	5.700	1.012	180	32
	8	64.000	11.600	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	

Vergleichsfoto für Verschmutzungsklassen

ISO 4406

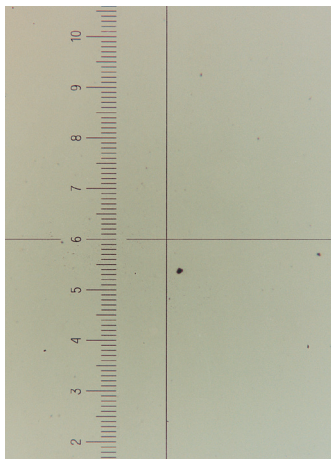
SAE AS 4059

NAS 1638

Klasse 14/12/9

Klasse 4

Klasse 3



ISO 4406

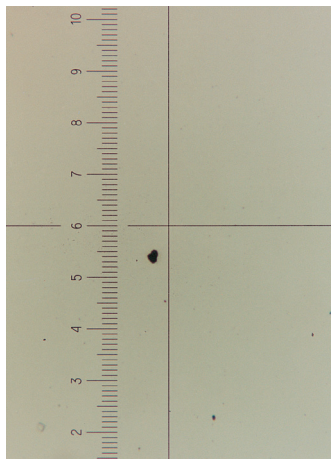
SAE AS 4059

NAS 1638

Klasse 15/13/10

Klasse 5

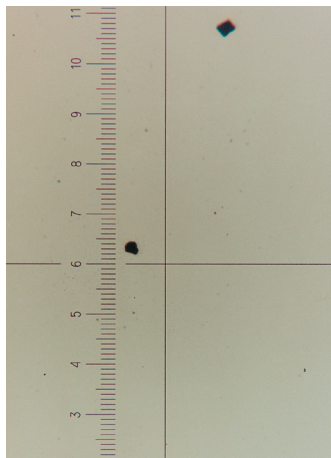
Klasse 4



Vergrößerung: 100-fach
Ölvolumen: 100 ml
1 Skalenstrich = 10 µm

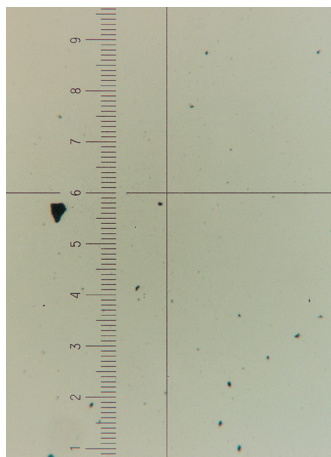
ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

Klasse 16/14/11
Klasse 6
Klasse 5



ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

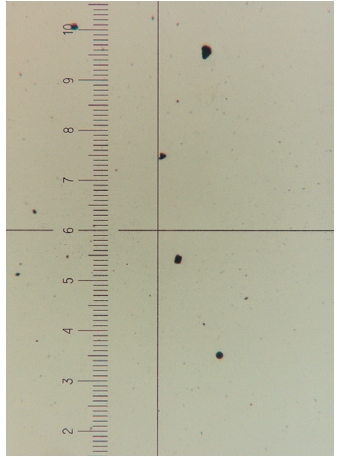
Klasse 17/15/12
Klasse 7
Klasse 6



Vergrößerung: 100-fach
Ölvolumen: 100 ml
1 Skalenstrich = 10 µm

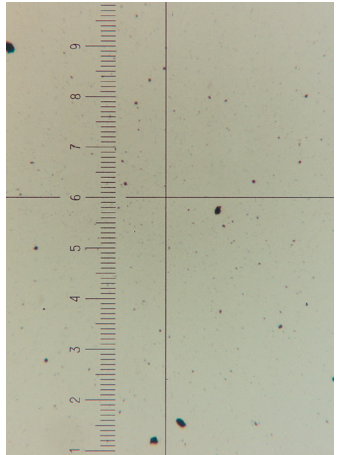
ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

Klasse 18/16/13
Klasse 8
Klasse 7



ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

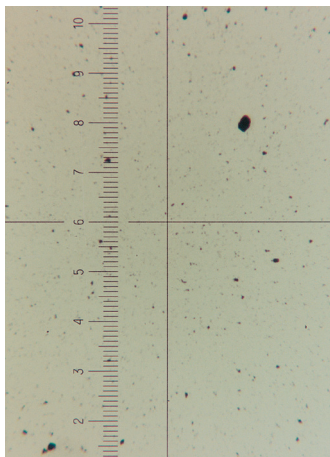
Klasse 19/17/14
Klasse 9
Klasse 8



Vergrößerung: 100-fach
Ölvolumen: 100 ml
1 Skalenstrich = 10 µm

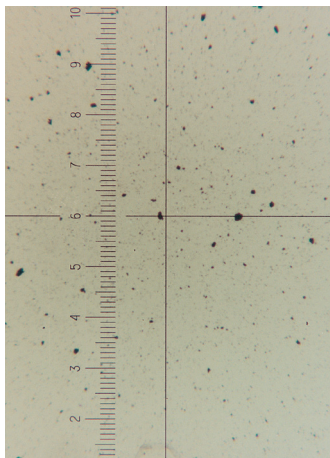
ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

Klasse 20/18/15
Klasse 10
Klasse 9



ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

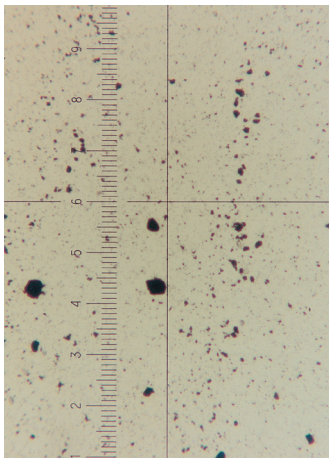
Klasse 21/19/16
Klasse 11
Klasse 10



Vergrößerung: 100-fach
Ölvolumen: 100 ml
1 Skalenstrich = 10 µm

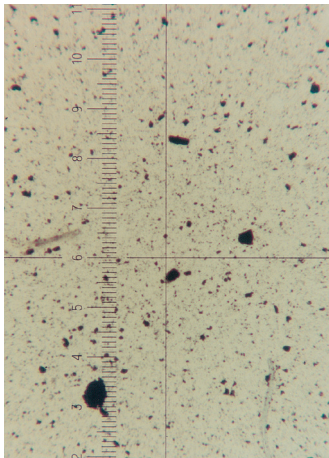
ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

Klasse 22/20/17
Klasse 12
Klasse 11



ISO 4406
SAE AS 4059
NAS 1638

Klasse 23/21/18
Klasse 13
Klasse 12



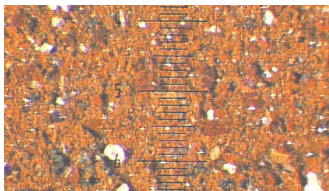
Vergrößerung: 100-fach
Ölvolumen: 100 ml
1 Skalenstrich = 10 µm

Beispiele für Feststoffverschmutzung

Überwiegend Rost, Additive (weiße Partikel)

Auswirkung:

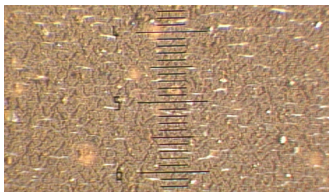
- Starke Ölalterung
- Funktionsstörungen an Pumpen, Ventilen
- Verschleiß, meist Wasser in Öl



Ölalterungsprodukte

Auswirkung:

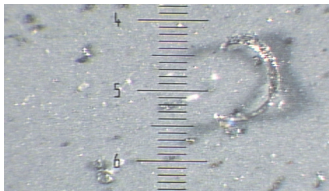
- Filterverblockung
- Systemverschlammung



Metallspan (Fließspan)

Auswirkung:

- Funktionsstörungen an Pumpen, Ventilen
- Dichtungsverschleiß
- Leckage
- Ölalterung

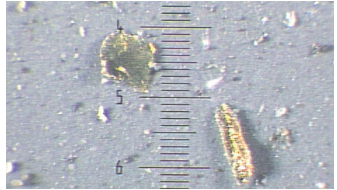


Vergrößerung: 48-fach
1 Teilstrich = 45 µm

Partikel bzw. Späne aus Bronze, Messing oder Kupfer

Auswirkung:

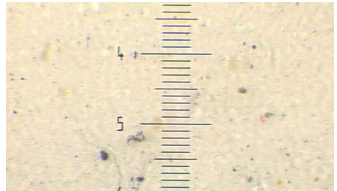
- Funktionsstörungen an Pumpen, Ventilen
- Ölalterung
- Leckagen
- Dichtungsverschleiß



Gel-artiger Rückstand

Auswirkung:

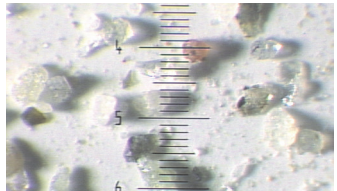
- Filterverblockung
- Systemverschlammung



Silikate aufgrund fehlender oder unzureichender BelüftungsfILTER

Auswirkung:

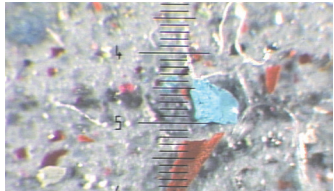
- Starker Verschleiß an Komponenten
- Funktionsstörungen an Pumpen, Ventilen
- Dichtungsverschleiß



Farbpartikel (rot-braun) Kunststoffpartikel (blau)

Auswirkung:

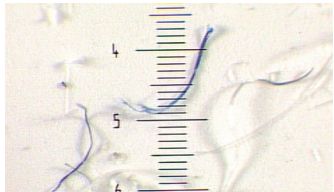
- Funktionsstörungen an Pumpen, Ventilen
- Dichtungsverschleiß



Fasern durch Initialverschmutzung, offenen Tank; Putzlappen etc.

Auswirkung:

- Verstopfung von Düsen
- Leckagen von Sitzventilen



Vergrößerung: 48-fach
1 Teilstrich = 45 µm

Reinheitsanforderungen Hydraulik- und Schmieröle

	Niedriger/mittlerer Druck < 140 bar (moderate Bedingungen)	
	ISO 4406 Zielreinheitsklasse	Filterfeinheit µm
Pumpen / Motoren		
Zahnrad- oder Flügelzellen	20/18/15	20
Kolben	19/17/14	10
Verstellbare Flügelzellen	18/16/13	5
Verstellbare Kolben	18/16/13	5
Antriebe		
Zylinder	20/18/15	20
Hydrostatische Antriebe	16/15/12	3
Prüfstände	15/13/10	3 ²⁾
Ventile		
Rückschlagventil	20/18/15	20
Wegeventil	20/18/15	20
Standard Stromregelventil	20/18/15	20
Sitzventil	19/17/14	10
Proportionalventil	17/15/12	3
Servoventil	16/14/12	3 ²⁾
Lager		
Gleitlager ³⁾	18/15/12	10
Getriebe ³⁾	17/15/12	10
Kugellager ³⁾	15/13/10	3 ²⁾
Rollenlager ³⁾	16/14/11	5

Reinheitsanforderungen Diesel

	ISO 4406 Zielreinheitsklasse
Tank	18/16/13
Einspritzsystem	12/10/8

- 1) Schlechte Bedingungen können durch große Durchflussschwankungen, Druckspitzen, häufige Kaltstarts, extrem hohen Schmutzeintrag oder das Vorhandensein von Wasser entstehen.
- 2) Es können zwei oder mehr Systemfilter der empfohlenen Feinheit notwendig sein, um die gewünschte Zielreinheitsklasse zu erreichen und zu halten.
- 3) Gültig im mittleren Durchmesserbereich

Hoher Druck 140 ... 200 bar (niedrig/mittel bei schlechten Bedingungen ¹)		Sehr hoher Druck > 200 bar (hoher Druck bei schlechten Bedingungen ¹)	
ISO 4406 Zielreinheitsklasse	Filterfeinheit µm	ISO 4406 Zielreinheitsklasse	Filterfeinheit µm
19/17/14	10	18/16/13	5
18/16/13	5	17/15/12	3
17/15/12	3	nicht erforderlich	nicht erforderlich
17/15/12	3	16/14/11	3 ²⁾
19/17/14	10	18/16/13	5
16/14/11	3 ²⁾	15/13/10	3 ²⁾
15/13/10	3 ²⁾	15/13/10	3 ²⁾
20/18/15	20	19/17/14	10
19/17/14	10	18/16/13	5
19/17/14	10	18/16/13	5
18/16/13	5	17/15/12	3
17/15/12	3	16/14/11	3 ²⁾
16/14/11	3 ²⁾	15/13/10	3 ²⁾
nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich
nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich
nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich
nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich	nicht erforderlich

	Filterfeinheit µm
	5 µm (Single Pass Elemente)
	5 µm (Single Pass Elemente)

Für die Systemreinheit empfehlen wir, jeweils eine Klasse besser als die geforderte Reinheit für die empfindlichste Komponente auszuführen. Befüllfiltration/Spülfiltration mindestens eine Filterfeinheit feiner als die Systemfilter. Gemäß DIN 51524 ist für frisches Hydrauliköl eine Reinheit von ISO 21/19/16 sicherzustellen.

Sättigungspunkt

Gelöstes Wasser

Unterhalb des Sättigungspunktes

- Wasser liegt in gelöster Form vor – wie Feuchtigkeit in der Luft.
- Alle Wassermoleküle sind an polaren Ölbestandteilen angelagert (z.B. Additive, Partikel, Ölalterungsprodukte)



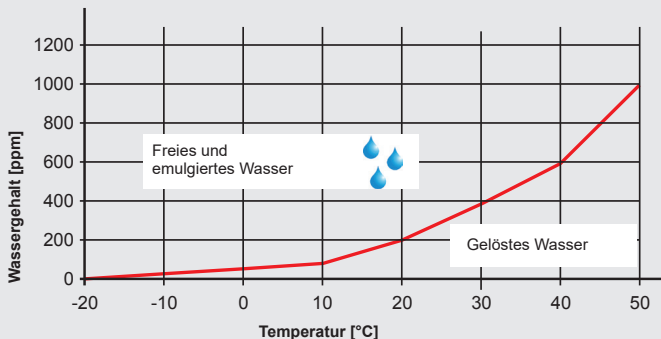
Freies Wasser

Oberhalb des Sättigungspunktes

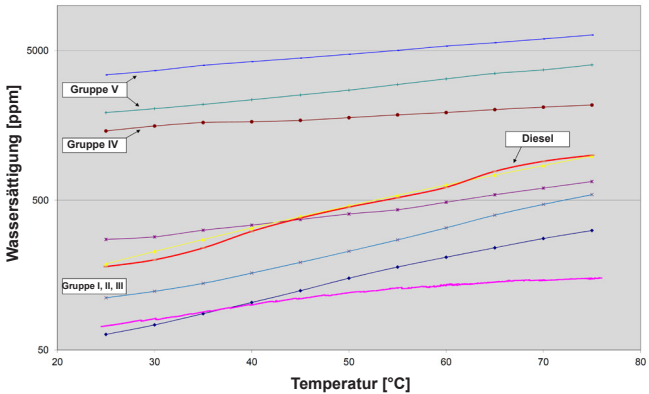
- Wasser liegt als Emulsion (ähnlich wie Nebel) vor, wobei feinste Wassertröpfchen in einer stabilen Suspension im Öl verteilt sind. Dies resultiert in einer Trübung des Öls.
- Wasser liegt in freier Form vor, welches sich in der Regel am Boden absetzt.



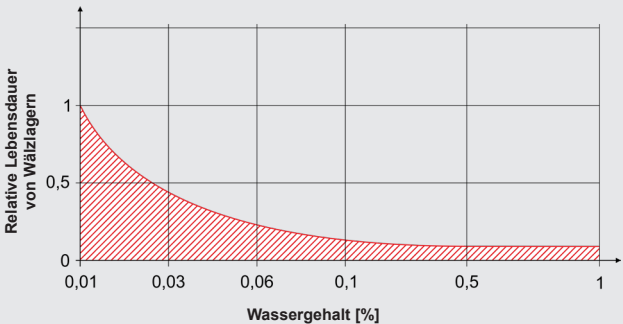
Sättigungsgrenze von Wasser in Öl



Wassersättigungskurven



Lebensdauer von Lagern in Abhängigkeit des Wassergehaltes



Quelle: FAG/Schaeffler

Varnish – Analyseverfahren

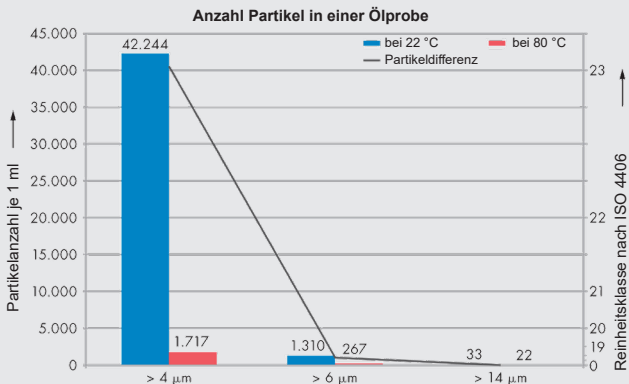
Laboranalysen - Varnish:

- MPC (MembranPatchColorimetry)
In Anlehnung an ASTM D7843-12



Laboranalysen – Speziell:

- Partikelmessung bei 20 °C und 80 °C
In Anlehnung an ISO 11500



Beispielbilder



Ventilkolben mit Ablagerungen



Ölproben bei Raumtemperatur mit leichter Trübung

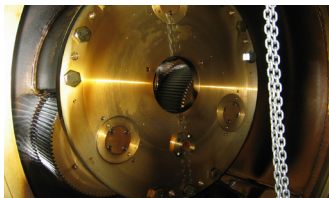


Filtermembrane vor und nach der Varnishabscheidung

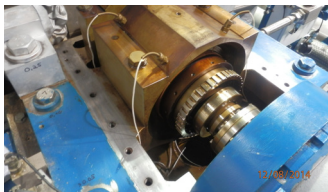
Typische Bilder von Ablagerungen in einer Dampfturbine



Kupplungshülse



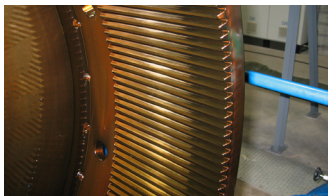
Getriebe Planetenstufe



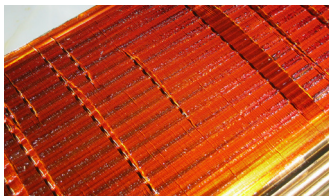
Turbinenradial- & Axiallager



Notölpumpe



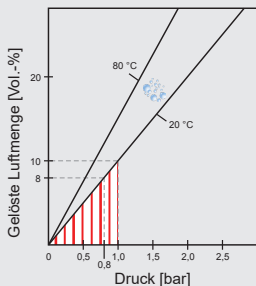
Getriebeverzahnung



Ölkühlerlamellen (ölseitig)

Löslichkeit von Luft in Öl

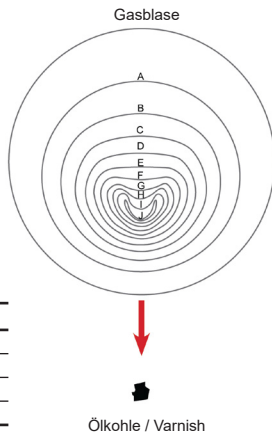
Abhängigkeit von Druck und Temperatur



Bei 20 °C und 1 bar
(Atmosphärendruck)
ca. 10 % gelöste Luft
→ in 100 Litern Öl ca. 10 Liter Luft

Bei Druckabsenkung auf 0,8 bar
nur noch 8 % der Luft löslich
→ in 100 Litern Öl werden 2 Liter Luft
freigesetzt!

Fluidalterung durch Kavitation



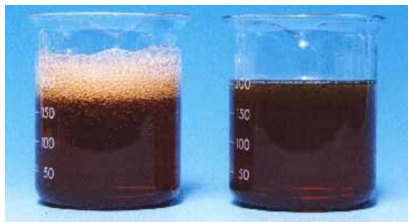
Bereich	Druck	Temperatur
A	1 bar	38 °C
F	69 bar	766 °C
H	138 bar	994 °C
I	207 bar	1140 °C

Luftabscheidevermögen für Frischöle








Grenzwerte typischer Standards für Frischöl

ISO VG/Typ	32	46	68	100	(150)	(>320)
Turbinenöl DIN 51515, ISO 8068	5	5	6	x	x	x
Hydraulikfluid HLP/HM DIN 51524/2, ISO 11158	5	10	13	21	32	x

Beispielbilder



Produktportfolio

Verschmutzungsart	Messgeräte (online / offline)
Fest	 
	<p>ContaminationSensor CS 1000</p> <p>Metallic ContaminationSensor MCS 1000</p>
	 
	<p>ContaminationSensor Module Economy CSM-E</p> <p>FluidControl Unit FCU 1315</p>
Flüssig	
	<p>AquaSensor AS 1000 & AS 3000</p>
	 
	<p>ContaminationSensor Module Economy CSM-E</p> <p>FluidControl Unit FCU 1315</p>
Gel-artig	
Gasförmig	

Typische Abscheideverfahren / Ölpflege-Geräte

Filterelement



Mobile Filtration Unit
MFU



OffLine Filter
OLF 5



OffLine Filter BiDirectional
OLFBD

Vakuumverdampfung



FluidAqua Mobil
FAM

Koalisieren



OffLine Separator
OLS

Superabsorber



Mobile Filtration Unit
MFU



LowViscosity Housing
Coalescer Diesel LVH-CD



Aquamicron
AM

Kältefiltration



Varnish Elimination Unit
VEU-F

Ionentauscher

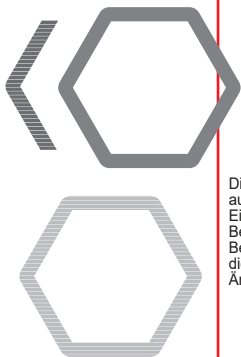
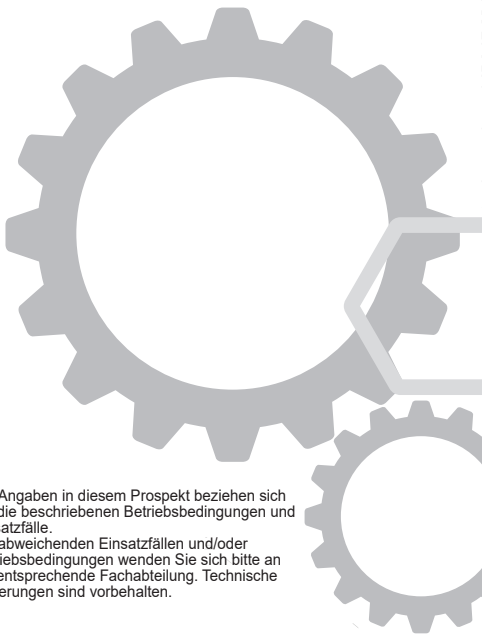


Ion eXchange Unit
IXU

Vakuumtrocknung



FluidAqua Mobil
FAM



Die Angaben in diesem Prospekt beziehen sich auf die beschriebenen Betriebsbedingungen und Einsatzfälle.

Bei abweichenden Einsatzfällen und/oder Betriebsbedingungen wenden Sie sich bitte an die entsprechende Fachabteilung. Technische Änderungen sind vorbehalten.

HYDAC FILTER SYSTEMS GMBH

Industriegebiet

D-66280 Sulzbach/Saar

Telefon (06897) 509-01

Telefax (06897) 509-9046

E-Mail: filtersystems@hydac.com

Internet: www.hydac.com