PARTIKEL-ZÄHLUNG IN HYDRAULIK-FLÜSSIGKEITEN

Handbuch zur Fluid-Analyse mittels Partikelzählgeräten

MP FILTRI®

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung 2

Einführung in die Partikelzählung 4
Die Bedeutung der Partikelzähltechnologie für eine saubere Anlage 4
Kleine Verschmutzung, große Wirkung 4
Das Ausmaß des Problems 4
Die Bedeutung präventiver Instandhaltung 5
Grundlegende Anforderungen an ein Partikelzählgerät 5
Welche Größe haben die zu überwachenden Schmutzpartikel? 5

Funktionsweise von Partikelzählern 6
LED-Messtechnik 7
Spülvorgang 7
Analyseverfahren 8
Twin-Laser-Messtechnik 8

Teststaub 10

ISO-Normen 11
Auswerten eines ISO-Codes 11
Vergleich der Normen und Standards 12
Reinheitsklassen nach NAS 1638 12
SAE AS4059E - Reinheitsklassifizierung für Hydraulikflüssigkeiten (SAE Aerospace Standard) 13

Ermittlung des richtigen Produkts 14
Produktübersicht 14
Tragbare Produkte 14
Dauerhaft installierte Produkte 15
Laboranwendungen 15

Tragbare Produkte 16
Produktvergleich 16
LPA3 17
LPA2 - Luftfahrt Edition 18
CML2 18

Dauerhaft installierte Produkte 19
Produktvergleich 19
ICM 2.0 20
ICM 4.0 20
Hydraulischer Schaltplan ICM 2.0 und ICM 4.0 21
ICU 21
ACMU 22
Bottle Sampler: BS110 (110 ml) / BS500 (500 ml) 23

DIE KOMPLETTE PRODUKTPALETTE ZUR HYDRAULIKFILTRATION EINSCHLIESSLICH ZUBEHÖR

Contamination Monitoring Products

...weil Verschmutzung kostet!

Durch Verschmutzung der Hydraulikflüssigkeit werden 70 bis 80% aller Ausfälle bei Hydraulikanlagen und bis zu 45% aller Lagerschäden verursacht.

In einem hydraulischen System werden Kräfte mittels einer Druckflüssigkeit übertragen und gesteuert. Dabei ist die Druckflüssigkeit gleichzeitig Schmiermittel und Kraftübertragungsmedium.

In der Druckflüssigkeit vorhandene Feststoffverschmutzungen verschlechtern die Schmiereigenschaft der Hydraulikflüssigkeit und verursachen Verschleißerscheinungen an den Komponenten. Das Ausmaß der Verschmutzung in der Hydraulikflüssigkeit hat direkte Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Anlage. **Daher muss der Anteil von Feststoffverschmutzungen auf einem Wert gehalten werden, der für die betroffene Anlage unbedenklich ist.**

Die quantitative Bestimmung der Partikelverschmutzung erfordert eine exakte Probenentnahme und eine entsprechende Genauigkeit bei der Bestimmung der Reinheitsklasse. **MP Filtri's automatische Partikelzähler (Automatic Particle Counters, APC)** für Hydraulikflüssigkeiten funktionieren nach dem Prinzip des Lichtblockadeverfahrens. Die Genauigkeit der Partikelzählung hängt dabei stark von der verwendeten Technik ab, die zur Erfassung von Schmutzpartikeln verwendet wird.

DIE BEDEUTUNG DER PARTIKELZÄHLTECHNIK FÜR EINE SAUBERE ANLAGE

Das Vorhandensein von Schmutzpartikeln in Hydraulikflüssigkeiten ist die Hauptursache für Ausfälle, Probleme mit der Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit sowie eine kürzere Lebensdauer der Komponenten in Hydraulikanlagen.

Die Folgen davon sind eine verringerte Nutzungsdauer komplexer Anlagenelemente, ein größerer Serviceaufwand und höhere Wartungskosten sowie eine Zunahme von kostenintensiven ungeplanten Ausfallzeiten.

Die Echtzeitüberwachung des Flüssigkeitszustands ermöglicht eine unmittelbare und umfassende Statusprüfung der Hydraulikanlage. Die Betreiber werden über das genaue Ausmaß der Verschmutzung in ihren Anlagen informiert sowie auf mögliche Probleme und Reinheitstrends aufmerksam gemacht.

KLEINE VERSCHMUTZUNG, GROSSE WIRKUNG

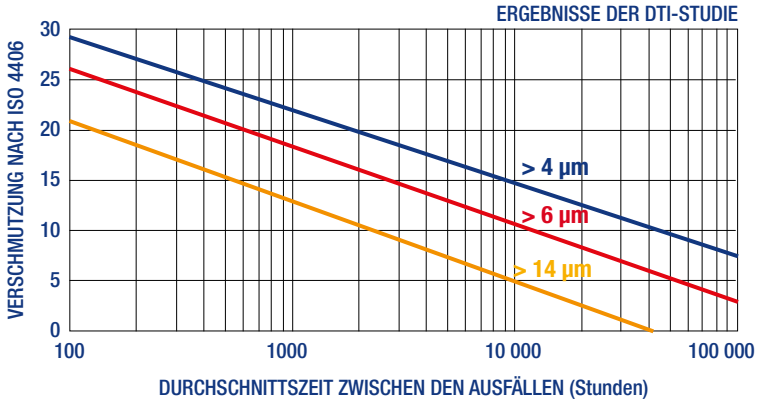
10 Gramm Schmutzpartikel reichen bereits aus, um den Verschmutzungsgehalt von 10 000 Liter vollkommen reiner Hydraulikflüssigkeit auf einen Wert gemäß ISO-4406-Klasse 19/17/14 zu erhöhen. Die Reinheitsklasse 19/17/14 nach ISO 4406 entspricht dem gerade noch akzeptablen Verschmutzungsniveau für Hydraulik- und Schmieranlagen.

Die Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Hydraulikanlagen wird durch Feststoffverschmutzungen in der Druckflüssigkeit maßgeblich beeinträchtigt. Je reiner die Flüssigkeit, desto zuverlässiger die Anlage oder der Prozess und desto länger die Lebensdauer der Komponenten.

Die Verschmutzungsüberwachung von Hydraulikflüssigkeiten ist die einfachste und kosteneffektivste Monitoring-Technik und sollte in jedem Wartungsplan das Mittel der Wahl sein.

DAS AUSMASS DES PROBLEMS

- Zwischen 70 und 80 % aller Ausfälle bei Hydraulikanlagen werden durch angesammelte Verschmutzungen verursacht.
- Geschätzte 82 % der Verschleißerscheinungen gehen auf Verschmutzungen zurück
- In einer Studie des UK Department of Trade and Industry wurde das Verhältnis zwischen dem Zuverlässigkeitsgrad von Systemen und ihrer Systemverschmutzung gemäß der Reinheitsklassen nach ISO 4406 quantifiziert.



DIE BEDEUTUNG PRÄVENTIVER INSTANDHALTUNG

Das Ziel herkömmlicher Monitoring-Methoden (Vibrationen, Geräusche, Laboranalysen usw.) besteht darin, die Verschlechterung des Systemzustands zu erkennen, um die betroffene Komponente noch vor Eintreten eines katastrophalen Ausfalls außer Betrieb nehmen zu können. In den meisten Fällen müssen Komponenten ersetzt werden, da sich eine Instandsetzung des Schadens nicht rechnen würde.

Die Reinheitsüberwachung verfolgt einen gänzlich anderen Ansatz. Proben von Anlagenflüssigkeiten werden auf einen Anstieg der Partikelverschmutzung untersucht und umgehend Korrekturmaßnahmen eingeleitet, z.B. durch den Einsatz einer leistungsstarken Hydraulikfiltration zur Verbesserung der Anlagenreinheit auf einen vordefinierten empfohlenen Reinheitsgrad (Recommended Cleanliness Level, RCL). Somit ist eine schnellstmögliche Verschleißreduzierung der Anlage möglich und ein zuverlässiger Betrieb sowie eine lange Lebensdauer der Komponenten kann gewährleistet werden.

GRUNDLEGENDE ANFORDERUNGEN AN EIN PARTIKELZÄHLGERÄT

- Messung von Konzentrationen kleinerer Schmutzpartikel, d.h. < 10 µm
- Breites Mess-Spektrum von Partikelgrößen und -konzentrationen
- Darstellung der Daten in branchenweit anerkannten Standardberichtsformaten, z.B. gemäß Reinheitscodesystemen wie ISO 4406 oder AS4059 [10]
- Nachgewiesene Genauigkeit und Wiederholbarkeit
- „Unmittelbare“ oder schnellstmögliche Bereitstellung der Ergebnisse, um Korrekturmaßnahmen mit der geringsten Verzögerung ergreifen zu können
- Analyse einer breiten Palette von Flüssigkeitsarten, z.B. Hydraulik-, Schmier-, Wasch- und Lösungsmittelflüssigkeiten
- „Akzeptabler“ Preis

WELCHE GRÖSSE HABEN DIE ZU ÜBERWACHENDEN SCHMUTZPARTIKEL?

Der allgemein anerkannte Größenbereich in Hydraulikanlagen liegt zwischen 4 und 70 $\mu m_{(c)}$, wobei die meisten Reinheitsklassensysteme diese Größen abdecken.

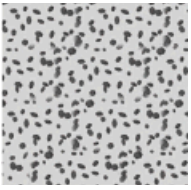
Substanz	Mikrometer	
	Von	Bis
STRANDSAND	100	2000
KALKSTEINSTAUB	10	1000
RUSS	5	500
MENSCHLICHES HAAR (Durchmesser)	40	150
KOHLENSTAUB	1	100
ZEMENTSTAUB	3	100
TALKUMSTAUB	5	60
BAKTERIEN	3	30
PIGMENTE	0.1	7
TABAKRAUCH	0.01	1

1 Mikrometer* = 0.001 mm

25.4 Mikrometer* = 0.001 Zoll

* Korrekte Bezeichnung = Mikrometer

In der Praxis sind Partikel mit einer Größe von 1 Mikrometer und kleiner permanent in der Luft vorhanden.



4 - 14 µm

TYPISCHE ABMESSUNGEN VON SCHMUTZPARTIKELN IN EINEM HYDRAULIKSYSTEM

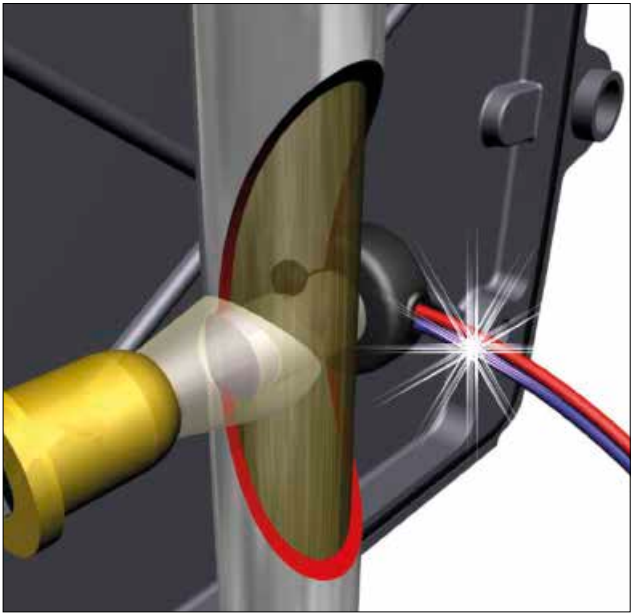
FUNKTIONSWEISE VON PARTIKELZÄHLERN

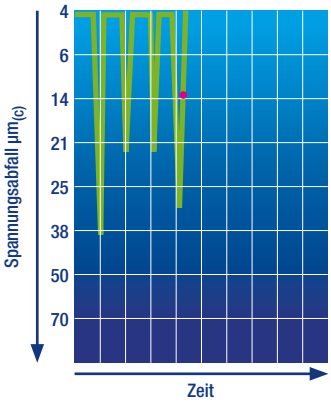
Unsere Partikelzähler arbeiten nach dem Prinzip der Lichtblockade, um Schmutzpartikel in Hydraulikflüssigkeiten zu erkennen.

Dabei passiert Licht aus einer kollimierten Quelle eine Linse, strahlt durch das Öl und beleuchtet eine Photodiode.

Wenn Schmutzpartikel die Lichtquelle passieren, blockieren sie das Licht und erzeugen dabei eine teilweise Abschattung der Photodiode. Die Abschattung entspricht der Größe des jeweiligen Partikels.

Die Abschattung führt zu einem Spannungsabfall an der Photodiode und wird in Form von Signalspitzen gemessen. Die Signalspitzen werden dann den folgenden Partikelgrößen zugeordnet: 4, 6, 14, 21 $\mu m_{(c)}$ und größer.

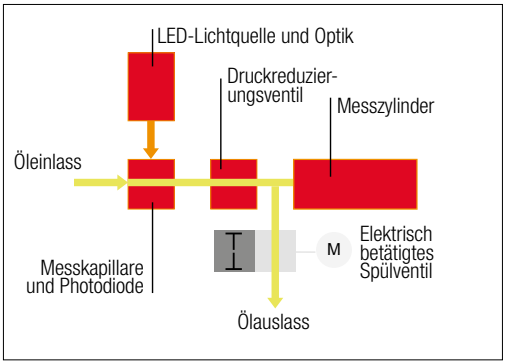




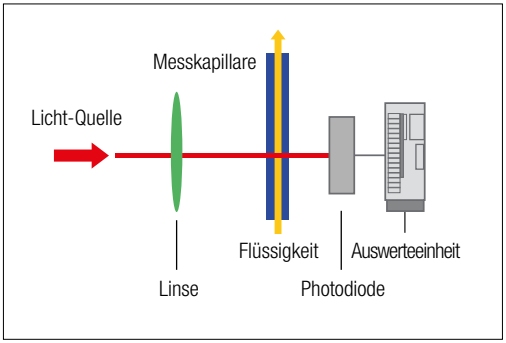
MP Filtri nutzt für seine automatischen Partikelzähler zwei verschiedene Messtechniken: LED- und Twin-Laser-Messtechnik.

LED-MESSTECHNIK (LPA3)

Funktionsschema LPA3



Aufbau Messzelle



SPÜLVORGANG

LPA2 und LPA3 sind jeweils mit einem integrierten Spülventil ausgestattet, das die Spülung des Partikelzählers vor dem Analyseverfahren ermöglicht und somit äußere Einflüsse auf das Messergebnis minimiert.
Dabei können sowohl die Probenahmestelle an der Anlage als auch der Verbindungsschlauch zwischen der Anlage und dem Partikelzähler gespült werden.
Entfällt dieser Vorgang vor Durchführung einer Analyse, können diese Komponenten das Messergebnis beeinflussen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Anwender unter Umständen keine Kenntnis darüber besitzt, wie hoch die Restverschmutzung an der Probenahmestelle und im Verbindungsschlauch aus vorherigen Anwendungen ist oder welche Auswirkungen sie auf die Partikelzählung und das Messergebnis haben würde.
Der Spülvorgang wird vom Anlagendruck gesteuert. Dieser drückt die Flüssigkeit durch den Partikelzähler.
Das integrierte Druckreduzierungsventil des Partikelzählers reduziert den Anlagendruck nach der Messzelle auf ungefähr 1 bar. So ist sichergestellt, dass der Anlagendruck beim Spülen nicht direkt durch die Ölrücklaufleitung des Partikelzählers zu einem Auffangbehälter gelangt. Viskosität und Temperatur bestimmen die erforderliche Spülzeit vor Testbeginn. Diese beträgt normalerweise ein bis zwei Minuten.

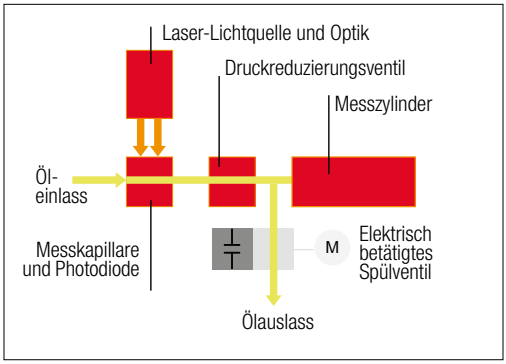
ANALYSEVERFAHREN

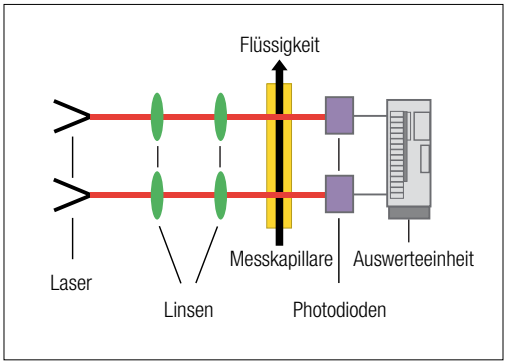
Das einströmende Öl gelangt direkt zur optischen Messzelle, das heißt, nach der Spülung des Partikelzählers sind der Ölanalyse nur minimale Leitungslängen und keine dynamischen Komponenten vorgelagert.

Auf diese Weise werden mögliche Auswirkungen von Komponenten- oder Leitungsverschmutzungen auf das Messeergebnis. Der Ölfluss durch den Sensor wird von einem elektrohydraulischen Messzylinder mit niedriger Drehzahl gesteuert.

Der Messzylinder hat zwei Funktionen:
1. Die Steuerung der Geschwindigkeit des zu analysierenden Öls. Für die optische Partikelzählung ist es erforderlich, dass sich die Partikel mit einer bestimmten Geschwindigkeit bewegen, damit die Lichtquelle und das Analyseverfahren die Partikel genau bestimmen können.
2. Die Messung der Menge des vom Partikelzähler analysierten Öls. Dazu misst ein Motordrehzahlmesser die Anzahl der Umdrehungen der Kolbenstange. Das Medium wird durch die optische Messzelle und das Druckreduzierungsventil gefördert, bis das vom Anwender vor Testbeginn gewählte Volumen erreicht ist.

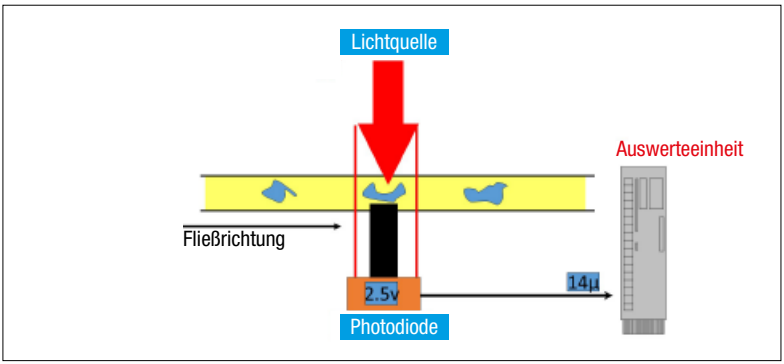
TWIN-LASER-MESSTECHNIK (LPA2, CML 2)





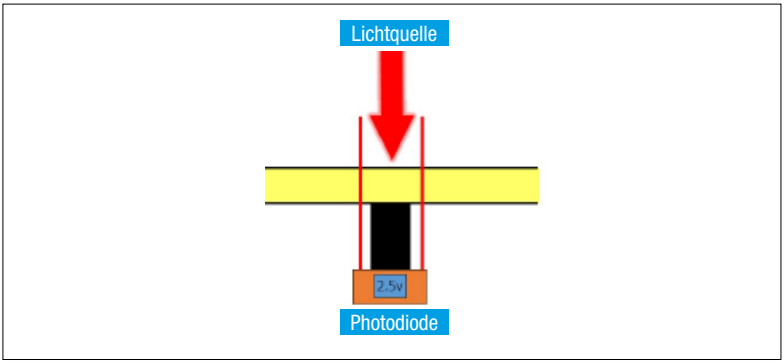
- Ein Ein-Punkt-Hochpräzisionslaser zur Messung von Verschmutzungen zwischen 4 µm und 6 $\mu m_{(c)}$
- Ein Standardpräzisionslaser zur Messung von Verschmutzungen zwischen 6 $\mu m_{(c)}$ und 70 $\mu m_{(c)}$

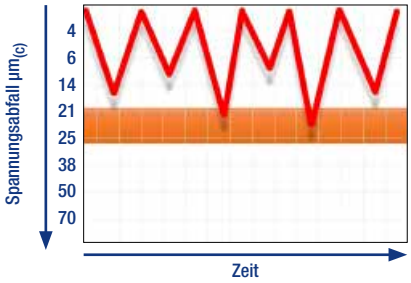
Funktionsschema Lichtblockadeverfahren



Passiert ein Schmutzpartikel den Lichtstrahl, ist die Abschattung der Photodiode proportional zur Partikelgröße.

LPA
Spannungsabfall = Partikelgröße





TESTSTAUB

Partikelzählungen wurden ursprünglich mit optischen Mikroskopen (ARP 598) unter Anwendung des Berichtsformats NAS 1638 durchgeführt.
Die Markteinführung der ersten automatischen Partikelzähler (Automatic Particle Counters, APCs) brachte eine raschere Probenanalyse mit sich, machte jedoch auch eine Kalibrierung notwendig. Als ursprüngliche Methode wurde das Kalibrierformat ISO 4402 und als Medium der ACFTD-Teststaub (Air Cleaner Fine Test Dust) eingesetzt. Seitdem wurde ein verbesserter Teststaub entwickelt, der den mittlerweile überholten ACFTD ersetzt und als „ISO Medium Test Dust“ (ISO MTD) ISO 12103-A3 bekannt ist.
Dieser Teststaub wird zur Kalibrierung von APCs eingesetzt, die auf dem Prinzip der Lichtblockade basieren gemäß den Kalibriernormen ISO 11171 und ISO 11943.
Darüber hinaus bildet er die Grundlage für die NIST-zertifizierten Standard-Referenzmaterialien SRM 2806 und RM 8631.

Die beiden Partikelzählmethoden unterscheiden sich geringfügig voneinander. Um dieselbe Reinheitsklasse zu erhalten, werden Kalibrierungen mit ISO MTD zu folgenden Partikelgrößen umgewandelt.

Umwandlung:		Umwandlung:	
Von ACFTD-Größe (ISO 4402)	In NIST-Größe (ISO 11171)	Von NIST-Größe (ISO 11171)	In ACFTD-Größe (ISO 4402)
µm	µm(c)	µm(c)	µm
1	4.2 **4**	4	Nicht definiert
2	4.6	5	2.7
3	5.1	6	4.3
5	6.4 **6**	7	5.9
7	7.7	8	7.4
10	9.8	9	8.9
15	13.6 **14**	10	10.2
20	17.5	15	16.9
25	21.2 **21**	20	23.4
30	24.9	25	30.1
40	31.7	30	37.3

Diese Größenänderungen führten zu Überarbeitungen der Berichtsformate für ISO 4406 (neue Fassung). NAS 1638 wurde in SAE AS4059 Rev. E eingegliedert (zum Zeitpunkt der Erstellung befindet sich dieses Berichtsformat in Fassung F).

Die Norm ISO 4406 der International Standards Organization (ISO) ist die bevorzugte zur Klassifizierung der Menge von Feststoffpartikeln in einer Flüssigkeit.
Das Ausmaß der Verschmutzung wird bestimmt, indem die Anzahl von Partikeln bestimmter Größen pro Volumeneinheit der Flüssigkeit gezählt wird. Die Messung wird mit automatischen Partikelzählern (APCs) vorgenommen.
Im Anschluss an die Zählung werden die Verschmutzungsklassen entsprechend der Anzahl der in der Flüssigkeitsprobe festgestellten Partikel bestimmt.
Die gängigsten Klassifizierungsmethoden richten sich nach den Normen ISO 4406 und SAE AS 4059.

ISO-4406-Klassifizierungsbeispiel:
Der Code bezieht sich auf die Anzahl von Partikeln in 1 ml Flüssigkeit, die größer sind als 4, 6 oder 14 µm.

Klasse	Anzahl der Teilchen pro ml	
	Über	Bis
28	1 300 000	2 500 000
27	640 000	1 300 000
26	320 000	640 000
25	160 000	320 000
24	80 000	160 000
23	40 000	80 000
22	20 000	40 000
21	10 000	20 000
20	5 000	10 000
19	2 500	5 000
18	1 300	2 500
17	640	1 300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2.5	5
8	1.3	2.5
7	0.64	1.3
6	0.32	0.64
5	0.16	0.32
4	0.08	0.16
3	0.04	0.08
2	0.02	0.04
1	0.01	0.02
0	0	0.01

≥ 4 $\mu m_{(c)}$ = 350 Partikel
≥ 6 $\mu m_{(c)}$ = 100 Partikel
≥ 14 $\mu m_{(c)}$ = 25 Partikel
16 / 14 / 12

AUSWERTEN EINES ISO-CODES

Was genau bedeutet die Angabe eines Testergebnisses nach ISO 4406?
Die Angabe des Ergebnisses besteht immer aus drei Zahlen, die durch einen Schrägstrich getrennt sind.
Jede Zahl stellt dabei einen Code dar, der die Anzahl von Partikeln bestimmter Größe in 1 ml Flüssigkeit angibt. Jede Zahl steht dabei für einen bestimmten Größenbereich.

Die erste Zahl steht für die Anzahl von Partikeln mit einer Größe gleich oder größer 4 $\mu m_{(c)}$.

Die zweite Zahl steht für die Anzahl von Partikeln mit einer Größe gleich oder größer 6 $\mu m_{(c)}$.

Die dritte Zahl steht für die Anzahl von Partikeln mit einer Größe gleich oder größer 14 $\mu m_{(c)}$.

Angenommen, das Ergebnis nach ISO 4406 ist wie folgt: 16/14/12.
So kann in der nebenstehenden Tabelle abgelesen werden, wie viele Schmutzpartikel pro Größenklasse in der Test-Flüssigkeit enthalten sind.

VERGLEICH DER NORMEN UND STANDARDS

Obwohl die Anwendung der Norm ISO 4406 in der Hydraulikindustrie weit verbreitet ist, sind gelegentlich andere Normen erforderlich, so dass unter Umständen ein Vergleich notwendig wird. Die folgende Tabelle enthält einen allgemeinen Vergleich, aber oft ist aufgrund der verschiedenen Klassen und Größen kein direkter Vergleich möglich.

ISO 4406	SAE AS4059 - Tabelle 2	SAE AS4059 - Tabelle 1	NAS 1638
> 4 µm(c) > 6 µm(c) 14 µm(c)	> 4 µm(c) > 6 µm(c) 14 µm(c)	4-6 6-14 14-21 21-38 38-70 >70	5-15 15-25 25-50 50-100 >100
23 / 21 / 18	13A / 12B / 12C	12	12
22 / 20 / 17	12A / 11B / 11C	11	11
21 / 19 / 16	11A / 10B / 10C	10	10
20 / 18 / 15	10A / 9B / 9C	9	9
19 / 17 / 14	9A / 8B / 8C	8	8
18 / 16 / 13	8A / 7B / 7C	7	7
17 / 15 / 12	7A / 6B / 6C	6	6
16 / 14 / 11	6A / 5B / 5C	5	5
15 / 13 / 10	5A / 4B / 4C	4	4
14 / 12 / 9	4A / 3B / 3C	3	3

REINHEITSKLASSEN NACH **NAS 1638**

Das NAS-System wurde ursprünglich 1964 entwickelt, um Reinheitsklassen für die in Flugzeugkomponenten enthaltene Verschmutzung angeben zu können. Die Anwendung dieser Norm wurde auf industrielle Hydrauliksysteme ausgeweitet, weil es zu dieser Zeit nichts anderes gab.

Das Kodierungssystem definiert die maximal zulässige Anzahl von Schmutzpartikel pro 100 ml Volumen in verschiedenen Größenbereichen. Dabei handelt es sich um Differenzialzahlen und nicht wie in der ISO 4406 um kumulative Zahlen. Obwohl die Norm keine Anleitung für die Angabe der Werte enthält, geben die meisten industriellen Anwender einen einzigen Code an, der den höchsten Wert aller Größen darstellt. Diese Konvention wird auch von den MP Filtri Partikelzählgeräten verwendet.

Die Reinheitsklassen werden durch eine Zahl (von 00 bis 12) definiert. Diese geben die Anzahl von Schmutzpartikel pro 100 ml für eine bestimmte Größenklasse an.

Maximale Partikelanzahl pro Größenklasse					
Klasse	**5-15**	**15-25**	**25-50**	**50-100**	**>100**
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

Größenklassen (Mikrometer)

5-15 µm	=	42 000 Partikel
15-25 µm	=	2 200 Partikel
25-50 µm	=	150 Partikel
50-100 µm	=	18 Partikel
> 100 µm	=	3 Partikel

Klasse NAS 8

SAE AS4059 - REV. E

REINHEITSKLASSIFIZIERUNG FÜR HYDRAULIKFLÜSSIGKEITEN (SAE AEROSPACE STANDARD)

Die SAE-Luftfahrtnorm (AS) legt Reinheitsklassen für Partikelverschmutzung in Hydraulikflüssigkeiten fest und beinhaltet Methoden zur Wiedergabe von Daten, die die Verschmutzungswerte betreffen. Die folgenden Tabellen 1 und 2 enthalten Differenzpartikelzählungen und kumulative Partikelzählungen für Zählwerte, die durch einen automatischen Partikelzähler wie z.B. dem LPA3 gewonnen wurden.

Klasse bei Differenzmessung Tabelle 1

Klasse	Abmessung der Verschmutzung Maximale Verschmutzungsgrenzwerte pro 100 ml				
	6-14 µm(c)	14-21 µm(c)	21-38 µm(c)	38-70 µm(c)	>70 µm(c)
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

6-14 µm(c) =	15 000 Partikel
14-21 µm(c) =	2 200 Partikel
21-38 µm(c) =	200 Partikel
38-70 µm(c) =	35 Partikel
> 70 µm(c) =	3 Partikel

SAE AS4059 REV. E - Klasse 6

Klasse bei kumulativer Messung Tabelle 2

Klasse	Abmessung der Verschmutzung Maximale Verschmutzungsgrenzwerte pro 100 ml					
	>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

> 4 µm(c) =	45 000 Partikel
> 6 µm(c) =	15 000 Partikel
> 14 µm(c) =	1 500 Partikel
> 21 µm(c) =	250 Partikel
> 38 µm(c) =	15 Partikel
> 70 µm(c) =	3 Partikel

SAE AS4059 REV. E
6A/6B/5C/5D/4E/2F

Die auf dieser und der vorhergehenden Seite angegebenen Informationen wurden der SAE AS4059, Rev. E, vom Mai 2005 entnommen. Weitere Einzelheiten und Erläuterungen finden Sie im vollständigen Text der Norm.

PRODUKTÜBERSICHT

MP Filtri entwickelt und produziert ein umfassendes Sortiment von Lösungen zur Verschmutzungsüberwachung mit dem Ziel, die Lebensdauer und Produktivität von Hydrauliksystemen zu steigern.

Die fortschrittliche Technologie, die bei den unternehmenseigenen Produkten zur Verschmutzungsüberwachung zum Einsatz kommt, ermöglicht eine vorausschauende Instandhaltung und gewährleistet somit eine kontinuierliche Leistung, eine höhere Lebensdauer der Komponenten und eine Verringerung der Service-, Wartungs- und Instandsetzungskosten.

Das CMP-Sortiment von MP Filtri bietet die perfekte Lösung für stationäre, tragbare und Labor-Anwendungen.

TRAGBARE PRODUKTE

Die leichten und robusten mobilen Partikelzählgeräte von MP Filtri ermöglichen umfassende Statusprüfungen von Hydraulikanlagen mit sofortigen Ergebnissen, branchenführender Präzision und einer Speicherkapazität von bis zu 4000 Tests - so ist das Labor immer mit dabei.

Sie eignen sich ideal für für Offshore-, Luftfahrt- und Mobilhydrauliksysteme, aber auch für entlegene Arbeitsumgebungen, bei denen die Einsendung und Rücksendung von Flaschenproben in Labore mit einem hohen Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden wäre. Die tragbaren Partikelzähler sind in Sachen Geschwindigkeit, Flexibilität und Funktionalität in zahlreichen Anwendungsbereichen und Systemen das Mittel der Wahl.

Das Sortiment umfasst:

LPA3

LPA2
Luftfahrt Edition

CML2

DAUERHAFT INSTALLIERTE PRODUKTE

Das zur Anlagenüberwachung von MP Filtri konzipierte Sortiment der Inline-Partikelzähler liefert hochgenaue Messergebnisse in Echtzeit sowie eine detaillierte Analyse der Fluidreinheit, die rund um die Uhr 365 Tage im Jahr abgerufen werden kann.

Die neueste Generation dieser Technologie ist WLAN-fähig und ermöglicht Bedienern, über die fortschrittliche Analysesoftware oder die benutzerfreundliche Mobile App den weltweiten Zugriff auf die Messergebnisse.

Diese Technologie eignet sich ideal zur Überwachung von Trends und liefert eine vollständige Übersicht des aktuellen Reinheitsgrades von hydraulischen Systemen.

Das Sortiment umfasst:

WLAN-fähiges ICM 4.0

ICM 2.0

ICU

ACMU

LABORANWENDUNGEN

Die Bottle Sampler von MP Filtri mit 110 und 500 ml eignen sich für Offline- und Laboranwendungen, wenn die Verwendung von Partikelzählgeräten vor Ort nicht oder nur schwer möglich ist. Zudem ist standardmäßig eine Fluid-Entgasung mit den Bottle Samplern möglich.

Die Produkte sind je nach Version mit verschiedenen Arten von Hydraulikflüssigkeiten sowie einer großen Bandbreite von Fluidviskositäten kompatibel.

Das Sortiment umfasst:

BS110 & BS500

TRAGBARE PRODUKTE

Produktvergleich

Produkt/Spezifizierung	**LPA3**	**LPA2 - Luftfahrt Edition**	**CML2**
Partikelzähltechnologie	LED-Partikelzähler	Twin-Laser-Partikelzähler	Twin-Laser-Partikelzähler
Messtechnik	Optisch / Lichtblockadeverfahren	Optisch / Lichtblockadeverfahren	Optisch / Lichtblockadeverfahren
Lichtquelle	LED	Twin-Laser	Twin-Laser
Kalibrierung	ISO MTD	ISO MTD	ISO MTD
Berichtsformate	ISO 4406 (4, 6, 14) NAS AS4509	ISO 4406 (4, 6, 14) NAS AS4059	ISO 4406 (4, 6, 14) NAS AS4059
Tastatur	Vollständige Qwerty-Tastatur (Touchscreen)	Vollständige Qwerty-Tastatur	Nein
Display	10.1"-Touchscreen	Ja - LCD	Ja - LCD
Integriertes Spülventil	Manuell und automatisch	Manuell und automatisch	Manuell und automatisch
Messkanäle	8-Kanal-Messung 4, 6, 14, 21, 15, 38, 50, 70	8-Kanal-Messung 4, 6, 14, 21, 15, 38, 50, 68	8-Kanal-Messung 4, 6, 14, 21, 15, 38, 50, 68
Viskosität	1-420 mm^2/s	1-400 mm^2/s	1-400 mm^2/s
Fluidtemperatur [°C]	Minimum: +5 °C Maximum: +80 °C	Minimum: +5 °C Maximum: +80 °C	Minimum: +5 °C Maximum: +80 °C
Umgebungstemperatur [°C]	Minimum: -10 °C Maximum: +80 °C	Minimum: -10 °C Maximum: +60 °C	Minimum: -10 °C Maximum: +60 °C
Durchfluss-/Druck-/ Temperatureinfluss	Unbeeinflusst von Durchfluss-, Druck- und Temperaturschwankungen im System	Unbeeinflusst von Durchfluss-, Druck- und Temperaturschwankungen im System	Unbeeinflusst von Durchfluss-, Druck- und Temperaturschwankungen im System
Fluidverträglichkeit	Mineralöle, Phosphate, Ester, Skydrol, Kerosin, wasserbasierte Medien	Mineralöle, Phosphate, Ester, Skydrol, Kerosin, wasserbasierte Medien	Mineralöle, Phosphate, Ester, Skydrol, Kerosin, wasserbasierte Medien
Spülvorrichtung	Ja	Ja	Ja
Testvolumina	max. 100 ml pro Pumpenhub	8-30 ml	8-30 ml
Bottle Sampler Option	Ja, 120 V mit Vakuum	Ja, 120 V mit Vakuum	Ja, 120 V mit Vakuum
Mögliche Gefäße zur Probenentnahme	110 und 500 ml	110 und 500 ml	110 und 500 ml
Entgasung Bottle Sampler	Ja	Ja	Ja
Software inklusive	Ja - LPA View	Ja - LPA View	Ja - LPA View
Speicher (Anzahl gespeicherter Tests)	4000	600	600
Schutzklasse	IP66 (Gehäuse geschlossen) IP54 (Gehäuse geöffnet)	IP51 (Gehäuse geöffnet)	IP51 (Gehäuse geöffnet)
Abmessungen [mm]	435 x 292 x 155	430 x 260 x 210	354 x 298 x 150
Nettogewicht [kg]	10 kg	6.7 kg	6 kg
Optionen	Download auf USB-Stick, Druck-, Feuchtigkeits- und Temperatursensor		

LPA3

Das LPA3 ist ein tragbares, leichtgewichtiges Partikelzählgerät zur automatischen Messung der Feststoffverschmutzung, Temperatur und des Feuchtegehalts von Hydraulikflüssigkeiten. Es ist sowohl geeignet für den Einsatz vor Ort an einer Anlage als auch für Labormessungen und kann auf die jeweiligen Bedürfnisse des Bedieners angepasst werden.

Echtzeitüberwachung und vorausschauende Instandhaltung gewährleisten den Schutz der Anlage, verbessern die Leistung und Produktivität und verringern sowohl Kosten als auch Ausfallzeiten.

Dank der neuesten Optik- und Photodiodentechnologie erhöht das LPA3 die Zuverlässigkeit und Langlebigkeit komplexer Hydrauliksysteme und eignet sich ideal zur internen Qualitätskontrolle bei Fertigungsanwendungen. Das LPA3 ist vollständig mit den Bottle Samplern von MP Filtri kompatibel.

Wichtigste Merkmale

- Frei programmierbar zur Anpassung an die jeweilige Kundenanwendung
- Erhöhtes, einstellbares Testvolumen (bis zu 100 ml) maximiert die Messgenauigkeit
- Trendanalysen in Echtzeit
- Hochauflösendes 10.1”-Vollfarb-Touchscreen-Display (256 mm)
- Erhöhte Speicherkapazität - bis zu 4000 Tests
- Testergebnisse über USB-Schnittstelle sofort verfügbar
- Langlebiger, wiederaufladbarer Lithium-Ionen-Akku
- Robustes und langlebiges Copolymer-Gehäuse
- Extrem schnelle Abtastzeiten
- Nur 10 kg Gewicht für perfekte Portabilität
- Live-Trendanalyse
- Messung und Anzeige nach den wichtigsten Standards: ISO 4406, NAS, AS 4059, GBT und GJB
- Optionale Feuchtigkeits- (% RH), Temperatur- (°C) und Druckanzeige (bar)
- Die wichtigsten Daten auf einen Blick
- Integrierter Drucker
- Kalibriert nach relevanten ISO-Normen
- Komplette 8-Kanal-Messung
- Kompatibel mit verschiedenen Hydraulikflüssigkeiten, Schmiermittel, Offshore-Fluiden und Flüssigkeiten auf Wasserbasis
- S-Modell mit Phosphatestern und schwer entflammbare Luftfahrt-Fluiden kompatibel
- Windows-basierte LPA-View-Software inklusive

TRAGBARE PRODUKTE

LPA2 - LUFTFAHRT EDITION

Ein hochpräzises, leichtgewichtiges und tragbares Messgerät für den Einsatz vor Ort und im Labor. Das LPA2 ist in der Lage, die Feststoffverschmutzung sowie die Temperatur und den Feuchtegehalt in einer Reihe von Hydraulikflüssigkeiten automatisch zu messen und anzuzeigen.

Für den Laboreinsatz ist das LPA2 vollständig mit den Bottle Samplern von MP Filtri kompatibel.

Dank einer unmittelbaren Statusanalyse eignet es sich ideal für die Online-Verschmutzungsüberwachung von Hydraulikflüssigkeiten. Die vorausschauende Instandhaltung reduziert die Kosten und Ausfallzeiten.

Wichtigste Merkmale

- Für die Luftfahrtindustrie mit Airbus-Zulassung AIRBUS APPROVED SOLUTION
- Tragbar und leicht
- Vollwertige Tastatur
- Mit integriertem Thermodrucker
- Kalibriert nach den einschlägigen intern ationalen ISO-Normen
- Mit speziellem Airbus-Adapter und robustem Reisekoffer
- Kostenlose Windows-basierte Software

CML2

Ein tragbares, genaues und kompaktes Messgerät für den Einsatz vor Ort. Das CML2 ist in der Lage, die Feststoffverschmutzung sowie die Temperatur und den Feuchtegehalt in einer Reihe von Hydraulikflüssigkeiten automatisch zu messen und anzuzeigen.

Mit seinem Gewicht von nur 6 kg ist es mobil und leicht, aber dennoch robust.

Wichtigste Merkmale

- Kompakte Bauweise
- Leichtestes Gerät seiner Klasse (6 kg)
- Kalibriert nach relevanten ISO-Normen
- Verwendbar für unterschiedlichste Hydraulikflüssigkeiten
- Speicherkapazität von bis zu 600 Testergebnissen
- Mit allem notwendigen Zubehör
- Geringe Anschaffungskosten

DAUERHAFT INSTALLIERTE PRODUKTE

Produktvergleich

Produkt/Spezifizierung	**ICM 2.0**	**ICM 4.0 WLAN-fähig**	**ICU**
Partikelzähltechnologie	LED-Partikelzähler	LED-Partikelzähler	LED-Partikelzähler
Messtechnik	Optisch / Lichtblockadeverfahren	Optisch / Lichtblockadeverfahren	Optisch / Lichtblockadeverfahren
Lichtquelle	LED	LED	LED
Kalibrierung	ISO MTD	ISO MTD	ISO MTD
Partikelgröße	>4, >6, >14, >21, >25, >38, >50, >70 µm$_{(c)}$	>4, >6, >14, >21, >25, >38, >50, >70 µm$_{(c)}$	4, 6, 14 µm$_{(c)}$
Analysebereich	ISO 4406: Code 0-24; NAS 1638 Klasse 00-12; AS4059/ISO11218 Rev. E, Tabelle 1 Größenklassen 2-12; AS4059/GJB420B Rev. E, Tabelle 2 Größenklassen A-F 000-12; AS4059 Rev. F, Tabelle 1 Größenklassen A-F 2-12; AS4059 Rev. F, Tabelle 2 Größenklassen, cpc [000-12]	ISO 4406: Code 0-24; NAS 1638 Klasse 00-12; AS4059/ISO11218 Rev. E, Tabelle 1 Größenklassen 2-12; AS4059/GJB420B Rev. E, Tabelle 2 Größenklassen A-F 000-12; AS4059 Rev. F, Tabelle 1 Größenklassen 2-12; AS4059 Rev. F, Tabelle 2 Größenklassen, cpc [000-12]	ISO 4406: Code 0-20;
Genauigkeit	± 1/2 Code für 4, 6, 14 µm$_{(c)}$ ± 1 Code für größere Größen	± 1/2 Code für 4, 6, 14 µm$_{(c)}$ ± 1 Code für größere Größen	± 1/2 Code für 4, 6, 14 µm$_{(c)}$
Viskositätsbereich	Bis 1000 cSt	Bis 1000 cSt	Bis 1000 cSt
Fluidtemperatur [°C]	Minimum: -25 °C Maximum: +80 °C	Minimum: -25 °C Maximum: +80 °C	Minimum: -25 °C Maximum: +60 °C
Umgebungstemperatur [°C]	Minimum: -10 °C Maximum: +55 °C	Minimum: -10 °C Maximum: +55 °C	Minimum: 0 °C Maximum: +60 °C
Druck [bar]	Minimum: 0,5 bar Maximum: 420 bar	Minimum: 0,5 bar Maximum: 420 bar	Minimum: 25 bar Maximum: 350 bar
Testzeit	Einstellbar zwischen 10 und 3600 s Werkseinstellung auf 120 s Startverzögerung und Testintervalle frei programmierbar	Einstellbar zwischen 10 und 3600 s Werkseinstellung auf 120 s Startverzögerung und Testintervalle frei programmierbar	Einstellbar zwischen 10 und 3600 s
Datenspeicher	Bis zu 4000 Tests	Bis zu 4000 Tests	Kein interner Speicher
Schutzklasse	IP65/67 Schlagschutz IK04	IP65/67 Schlagschutz IK04	k. A.
Spannungsversorgung	9-36 V DC	9-36 V DC	24 V DC ± 20 %
Nettogewicht [kg]	1.6 kg	1.6 kg	1.4 kg
Produktabmessungen [mm]	Breite: 123 mm Höhe: 142 mm Tiefe: 65 mm	Breite: 123 mm Höhe: 142 mm Tiefe: 65 mm	Breite: 50 mm Höhe: 93 mm Tiefe: 70 mm

ICM 2.0

Das ICM 2.0 ist ein Inline-Partikelzähler zur automatischen Messung und Anzeige der Feststoffverschmutzung, der Temperatur und des Feuchtegehalts in einer Reihe von Hydraulikflüssigkeiten. Es ist zur dauerhaften Installation in Systemen vorgesehen, die kontinuierlich überwacht werden sollen.

Wichtigste Merkmale

- Komplette 8-Kanal-Messung und Anzeige
- Messung nach den Standards ISO 4406, NAS 1638 und AS 4059E
- Feuchtigkeits- und Temperaturmessung (fluidabhängig)
- Datenerfassung mit Speicherkapazität von 4000 Testergebnissen
- Manuelle und automatische Bedienung sowie Möglichkeit zur Fernsteuerung
- Display mit Multicolor-Anzeige sowie LED-Signal zur Statusanzeige
- Robustes Gehäuse aus Aluminiumdruckguss
- Windows-basierte LPA-View-Software inklusive
- Maximaler Betriebsdruck 420 bar
- Kompatibel mit verschiedenen Hydraulikflüssigkeiten, Schmiermitteln, Offshore-Fluiden und Flüssigkeiten auf Wasserbasis
- Schutzklasse IP65/67
- Zweiter RS-485 Anschluss zur gleichzeitigen Ansteuerung und Download der Ergebnisse während des Betriebs
- 4-20 mA Analogausgang

ICM 4.0

Das ICM 4.0 ist ein Inline-Partikelzählgerät mit neuester WiFi-Technologie. Es misst automatisch die Feststoffverschmutzung, die Temperatur und den Feuchtegehalt von Hydraulikflüssigkeiten.

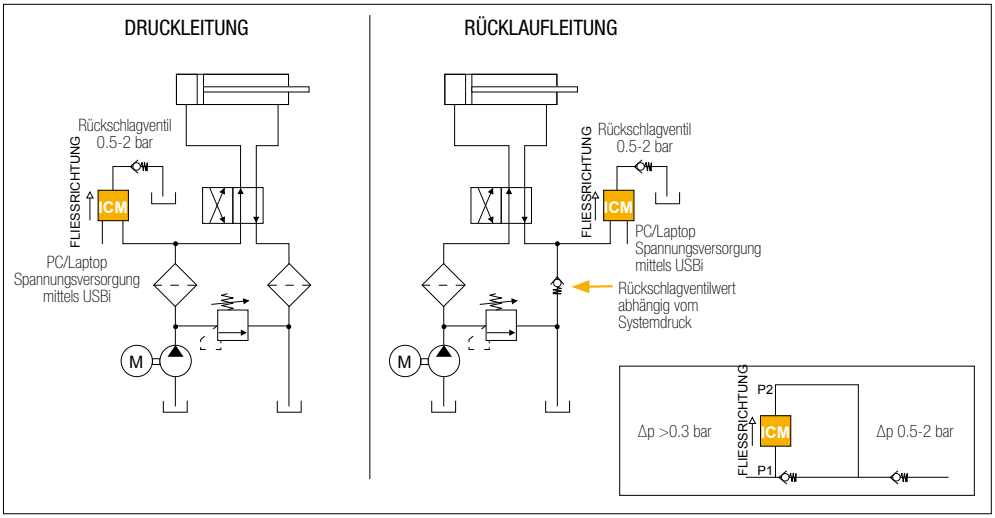
Mittels Echtzeitüberwachung rund um die Uhr und dem kritischen Frühwarnsystem ist das ICM 4.0 das Gerät, wenn es um die Statusprüfung von Hydraulikanlagen geht. Dabei sind alle Daten über eine moderne Software-Suite sowie eine innovative neue Mobile App abrufbar.

Es ist zur dauerhaften Installation in Systemen vorgesehen, die kontinuierlich überwacht werden sollen.

Wichtigste Merkmale

- Herausragende Konnektivität dank neuester WLAN-Technologie
- 8-Kanal-Messung und Anzeige
- Messung nach den Standards ISO 4406, NAS 1638 und AS 4059E
- Optionale Feuchtigkeits- und Temperaturmessung (fluidabhängig)
- Datenerfassung mit Speicherkapazität von 4000 Testergebnissen
- Manuelle und automatische Bedienung sowie Möglichkeit zur Fernsteuerung
- Display mit Multicolor-Anzeige sowie LED-Signal zur Statusanzeige
- Robustes Gehäuse aus Aluminiumdruckguss
- Windows-basierte LPA-View-Software inklusive
- Maximaler Betriebsdruck 420 bar
- Kompatibel mit verschiedenen Hydraulikflüssigkeiten, Schmiermitteln, Offshore-Fluiden und Flüssigkeiten auf Wasserbasis
- Schutzklasse IP65/67
- WLAN und folgende Schnittstellen sind serienmäßig: Modbus, CAN-Bus, 4-20 mA Schaltausgang

Hydraulischer Schaltplan ICM 2.0 und ICM 4.0



ICU

Der Inline-Partikelzählsensor ICU bestimmt automatisch die Feststoffverschmutzung in unterschiedlichsten Hydraulikflüssigkeiten und ist speziell für industrielle Anwendungen ausgelegt. Als kostengünstige Lösung ist er zur Direktmontage an einem Ventilblock vorgesehen und ideal für alle Anwendungen, bei denen eine kontinuierliche Messung und Analyse erforderlich ist sowie der Bauraum und das Budget begrenzt sind.

Wichtigste Merkmale

- Ventilblockmontage
- 3-Kanal-Messung
- Messbereich gemäß ISO 4406
- Robuste Bauweise
- Inklusiv MP View Software
- Maximaler Betriebsdruck 350 bar
- Schutzart IP65/67
- 4-20 mA Analogausgang

ACMU

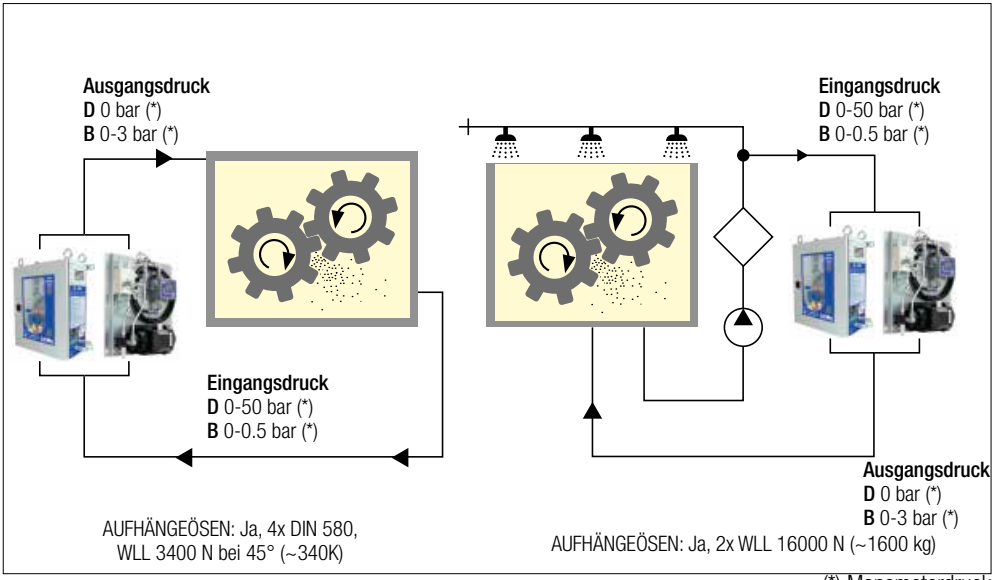
Durch die Einbindung der ICM-Technologie ist das ACMU WLAN-fähig.

Der Automatik-Partikelzähler ACMU ermöglicht die Probenentnahme in hydraulischen Niederdruck- und Schmiersystemen, bei denen ein hoher Lufteintrag im Öl eine Partikelzählung verfälschen würde.
Der ACMU bereitet das Medium so auf, dass eine korrekte Partkelzählung stattfindet.

Wichtigste Merkmale

- Mit Inline-Partikelzähler ICM 2.0 oder ICM 4.0
- WLAN-fähig
- Komplette 8-Kanal-Messung
- Messung nach den Standards ISO 4406, NAS 1638 und AS 4059E
- Manuelle und automatische Bedienung sowie Möglichkeit zur Fernsteuerung
- Robuste Bauweise
- Ideal für Systeme mit hohem Lufteintrag sowie hochviskose Flüssigkeiten und drucklose Systeme
- Einfach nachzurüsten
- Zuverlässige und präzise Messung
- Als Schaltschrank oder Schalttafel erhältlich
- Windows-basierte LPA-View-Software

Anwendungsarten



(*) Manometerdruck

BOTTLE SAMPLER: BS110 (110 ML) / BS500 (500 ML)

Die Bottle Sampler von MP Filtri eignen sich für Offline- und Laboranwendungen, wenn die Verwendung von Partikelzählgeräten vor Ort nicht oder nur schwer möglich ist. Eine Fluid-Entgasungsvorrichtung ist standardmäßig enthalten.

Wichtigste Merkmale

- Vakuumfunktion zur Entgasung von Flüssigkeiten
- Mit allen tragbaren Partikelzählern von MP Filtri kompatibel
- Ausführung in Laborqualität
- Transparente Zylinder zur visuellen Beurteilung
- Mit allem notwendigen Zubehör
- Kompatibel mit verschiedenen Hydraulikflüssigkeiten, Schmiermitteln, Offshore-Fluiden und Flüssigkeiten auf Wasserbasis
- Robuster Transportkoffer (nur BS110)

HINWEISE

Alle in dieser Publikation enthaltenen Daten, Einzelheiten und Textelemente dienen ausschließlich der Information.
MP Filtri behält sich das Recht vor, sowohl aus technischen als auch aus kommerziellen Gründen jederzeit Änderungen an den Modellen und den Versionen der beschriebenen Produkte vorzunehmen.
Die Farben und Abbildungen der Produkte dienen nur zur Veranschaulichung.
Jegliche Vervielfältigung, ob ganz oder teilweise, dieses Dokuments ist strengstens untersagt.
Alle Rechte sind strikt vorbehalten.

WELTWEITES NETZWERK

STAMMHAUS

MP Filtri S.p.A.
Pessano con Bornago
Mailand
Italien
sales@mpfiltri.com

NIEDERLASSUNGEN

ITALFILTRI LLC
Moskau
Russland
mpfiltrirussia@yahoo.com

MP Filtri Canada Inc.
Concord, Ontario
Kanada
sales@mpfiltricanada.com

MP Filtri France SAS
Lyon
AURA
Frankreich
sales@mpfiltrifrance.com

MP Filtri Germany GmbH
St. Ingbert
Deutschland
sales@mpfiltri.de

MP Filtri India Pvt. Ltd.
Bangalore
Indien
sales@mpfiltri.co.in

MP Filtri Middle East FZCO
Dubai
Vereinigte Arabische Emirate
sales-me@mpfiltri.com

MP Filtri SEA PTE Ltd.
Singapur
sales-sea@mpfiltri.com

MP Filtri (Shanghai) Co., Ltd.
Shanghai
VR China
sales@mpfiltrishanghai.com

MP Filtri U.K. Ltd.
Vale Park
Evesham
Vereinigtes Königreich
sales@mpfiltri.co.uk

MP Filtri U.S.A. Inc.
Quakertown, PA
U.S.A.
sales@mpfiltriusa.com

PASSION TO PERFORM

mpfiltri.com

CMPDE006M
DE - 01-2023