Pall Corporation

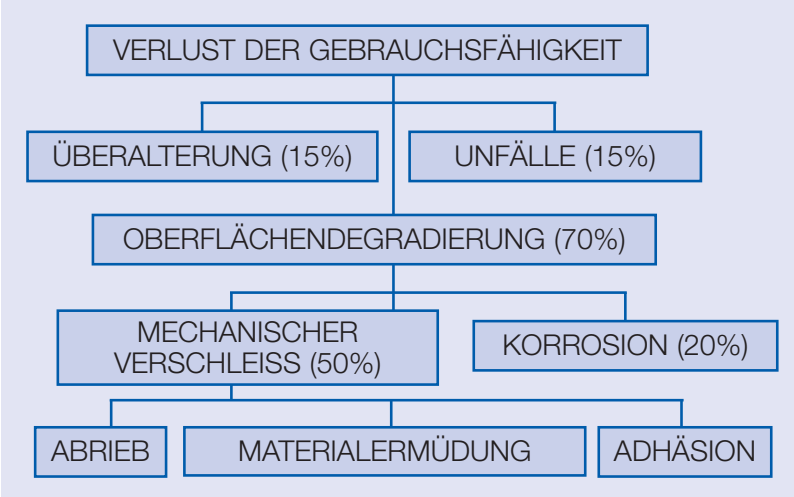
Handbuch

*Filtration. Separation. Solution.*SM

Faktoren der Gerätelebensdauer

Laut einer Studie von Dr. E. Rabinowicz vom Massachusetts Institute of Technology (M.I.T) ist Oberflächendegradierung in 70% aller Fälle die Ursache für den Austausch von Gerätekomponenten bzw. den Verlust der Gebrauchsfähigkeit von Geräten. In Hydraulik- und Schmiersystemen ist dieser Komponentenaustausch zu 20% auf Korrosion und zu 50% auf mechanischen Verschleiß zurückzuführen.

Vorgelegt bei der American Society of Lubrication Engineers, Bearing Workshop, 1981.



Verschmutzungsquellen

Verschmutzung durch eingebaute Gerätekomponenten:

- Zylinder, Flüssigkeiten, Hydraulikmotoren, Schläuche, Pumpen,Tanks, Ventile usw.

Betriebsbedingte Verschmutzung:

- Systemmontage
- Systembetrieb
- System “einfahren”
- Flüssigkeitszersetzung

Verschmutzungseintrag von Außen:

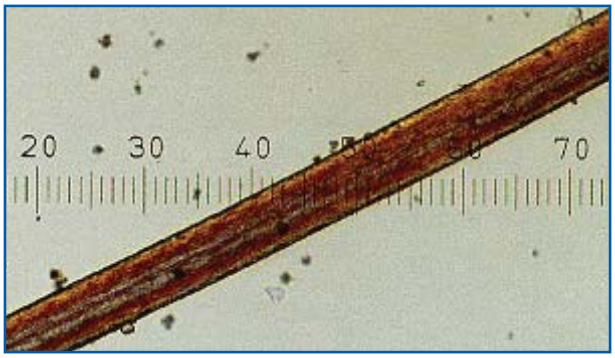
- Tankbelüftung
- Zylinderkolbendichtungen
- Lagerdichtungen
- Komponentendichtungen

Durch Wartung verursachte Verschmutzung:

- Demontage/Montage
- Auffüllöl

Der Mikrometer "µm"

'Mikron' = Mikrometer = µm
1 Mikrometer = 0,001 mm (0,000039 inch)
10 Mikrometer = 0,01 mm (0,0004 inch)
Kleinster mit bloßem Auge erkennbarer Punkt = 40 µm
Stärke eines losen Papierblatts = 75 µm
Mikrometer ist die Standardeinheit zur Messung der Größe von partikulärer Verschmutzung in Schmier- und Hydrauliksystemen.



Menschliches Haar (75 µm), Partikel (10 µm) bei 100x Vergrößerung (14 µm/Teilstrich).

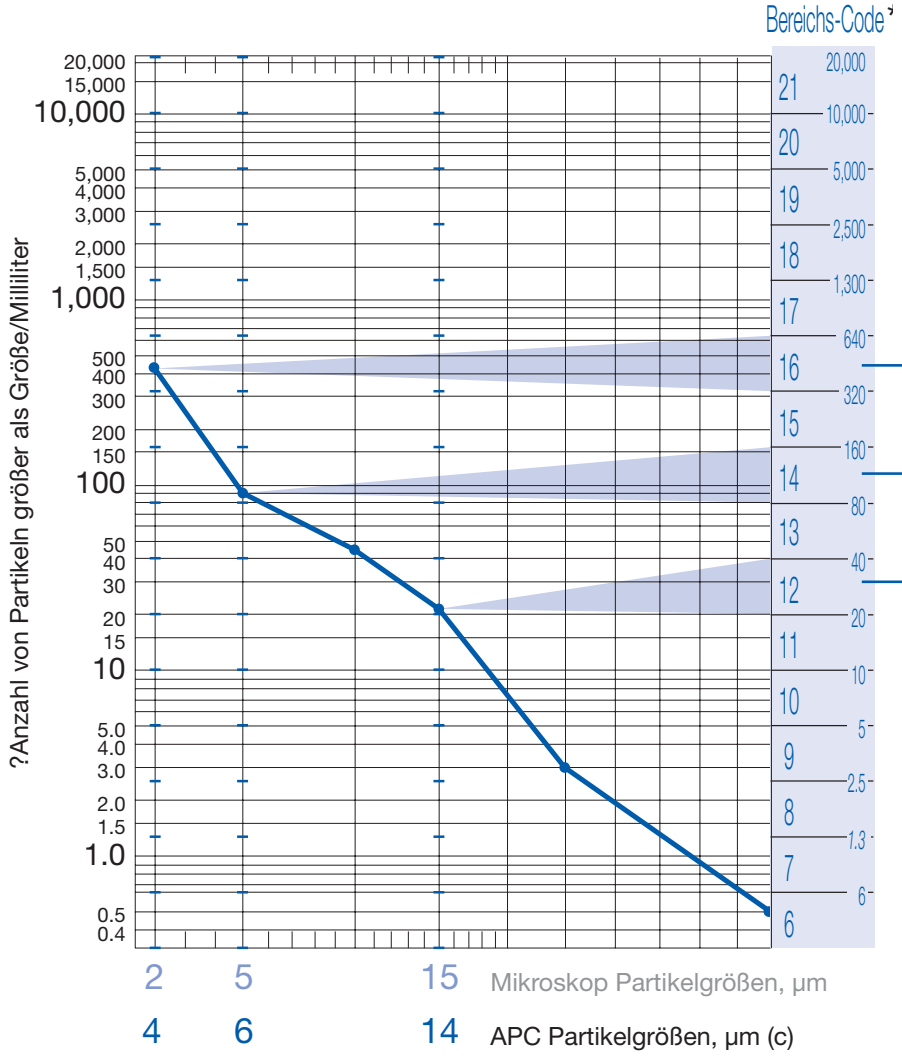
Wichtige Filtrations- und Verschmutzungsnormen

ISO 2941	Filterelemente – Nachweis von Kollaps- und Berstdruck
ISO 2942	Filterelemente - Nachweis der einwandfreien Fertigungsqualität und Bestimmung des Drucks für die erste Blase
ISO 2943	Filterelemente - Nachweis der Materialverträglichkeit mit den Betriebsflüssigkeiten
ISO 3722	Flüssigkeitsprobenbehälter - Eignung und Kontrolle von Reinigungsverfahren
ISO 3724	Filterelemente - Nachweis der Durchfluss-Ermüdungseigenschaften mittels Partikelkontamination
ISO 3968	Filter - Bewertung des Druckabfalls in Abhängigkeit von Durchflusskenndaten
ISO 4021	Extraktion von Flüssigkeitsproben aus einer in Betrieb befindlichen Anlage
ISO 4405	Gravimetrische Methode zur Bestimmung der Feststoffverschmutzung
ISO 4406	Zahlenschlüssel für den Grad der Verschmutzung durch feste Partikeln
ISO 4407	Bestimmung der festen Verschmutzung nach dem mikroskopischen Zählverfahren
ISO 10949	Richtlinien zur Erzielung und Kontrolle der Komponentenreinheit von der Herstellung bis zur Installation
ISO 11170	Filterelemente - Reihenfolge der Prüfungen zum Vergleich der Leistungsmerkmale
ISO 11171	Kalibrierung automatischer Partikelzählgeräte für Druckflüssigkeiten
ISO 11500	Bestimmung der Feststoffverschmutzung mittels automatischer Partikelzählung nach dem Lichtblockadeprinzip
ISO 11943	Methoden zur Kalibrierung und Validierung von automatischen On-line Partikelzählern.
ISO 16889	Filterelemente - Prüfverfahren mit Mehrfachdurchgang zur Bestimmung der Filterleistung eines Filterelementes
ISO 18413	Sauberkeit von Bauteilen und Komponenten - Abnahmebeleg und Prinzipien hinsichtlich der Probenahme der Analysenprobe und der Datenerfassung
ISO 23181	Filterelemente - Nachweis der Durchfluss-Ermüdungseigenschaften unter Verwendung hochviskoser Flüssigkeiten
SAE ARP4205	Filterelemente - Methode zur Bestimmung der dynamischen Effizienz bei zyklischem Fluss

Methoden der Partikelanalyse in Flüssigkeiten

Methode	Einheiten	Vorteile	Einschränkungen
Optische Partikelzählung	Anzahl/ml	Nachweis der Größenverteilung. Keine Beeinträchtigung bei undurchsichtiger Flüssigkeit und Wasser oder Luft in der Flüssigkeitsprobe	Dauer der Probenvorbereitung
Automatische Partikelzählung	Anzahl/ml	Schnell und wiederholbar	Reagiert empfindlich auf Schwemmstoffe, Wasser, Luft und Gele
Patch-Test und Komparator für Flüssigkeitsverschmutzung	Optischer Vergleich/ Reinheitscode	Schnelle Analyse des Reinheitsgrads von Systemflüssigkeiten. Hilft bei der Identifizierung unterschiedlicher Verschmutzungsarten.	Zeigt nur den ungefähren Kontaminationsgrad an
Ferrografie	Gemessene Anzahl großer/kleiner Partikeln	Grundlegende Information über Eisen- und magnetische Partikeln	Ungenügender Nachweis nichtmagnetischer Partikeln, wie Messing oder Kieselsäure
Spektroskopie	ppm	Identifiziert und quantifiziert Kontaminationsstoffe	Keine Bestimmung der Partikelgröße möglich, beschränkt bei Partikeln über 5 µm.
Gravimetrisch	mg/l	Zeigt die Gesamtverschmutzungsmenge an	Keine Unterscheidung der Partikelgrößen möglich. Nicht geeignet für mäßig saubere bis saubere Flüssigkeiten, d.h. < ISO 18/16/13

ISO-Code zur Reinheitsklassenbestimmung von Flüssigkeiten



Ergebnisse der Partikelzählung

Anzahl von Partikeln pro ml größer als Größencode		ISO 4406 Bereich Code
4 µm(c)	430	16
6 µm(c)	90	14
14 µm(c)	22	12

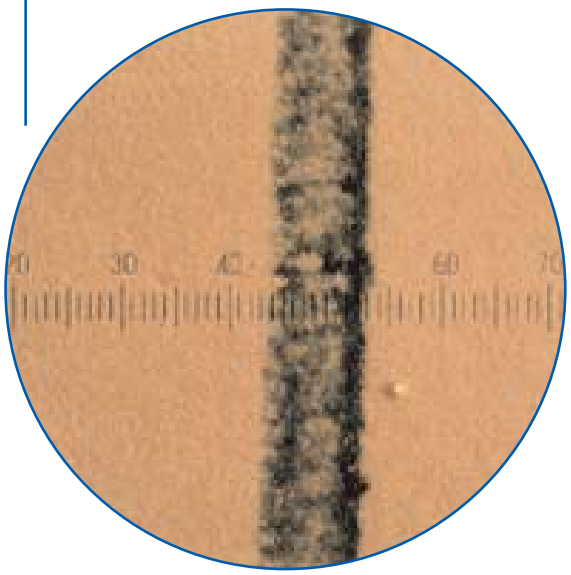
(c) bezeichnet zertifizierte Kalibrierung gemäß ISO 11171, rückführbar auf NIST(National Institute of Standards and Technology)

* Hinweis: Jede Erhöhung des Bereichscodes bedeutet eine Verdopplung des Verschmutzungsgrades.

Der ISO-Code bezieht sich auf die Anzahl von Partikeln mit einer Größe von mehr als 4, 6 bzw. 14 µm(c) in einem Milliliter Probenflüssigkeit.

Zur Bestimmung des ISO-Reinheitsklassencodes einer Flüssigkeit werden die Ergebnisse der Partikelzählung in einem Diagramm dargestellt. Der entsprechende Codebereich, der auf der rechten Seite des Diagramms dargestellt ist, ordnet jeder der drei Partikelgrößen eine bestimmte Codenummer für die Reinheitsklasse zu.

ISO-Code 4406 13/12/10



Probenvolumen: 100 ml
Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich = 10 µm

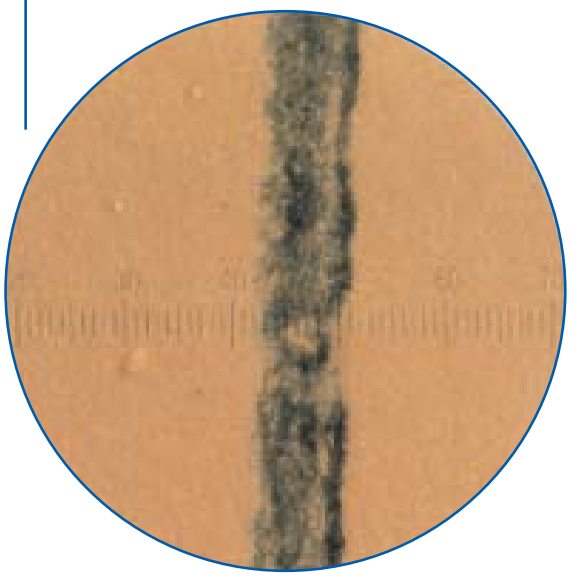
Ergebnisse der Partikelzählung

Größe	Partikelanzahl pro ml	ISO 4406	NAS1638 (SAE AS4059)
>4 µm(c)	40 - 80	13	4
>6 µm(c)	20 - 40	12	4
>14 µm(c)	5 - 10	10	4

Photoanalyse

Sehr geringe Verschmutzung.
Das sichtbare Partikel ist Kieselsäure.

ISO-Code 4406 15/14/12



Probenvolumen: 100 ml
Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich = 10 µm

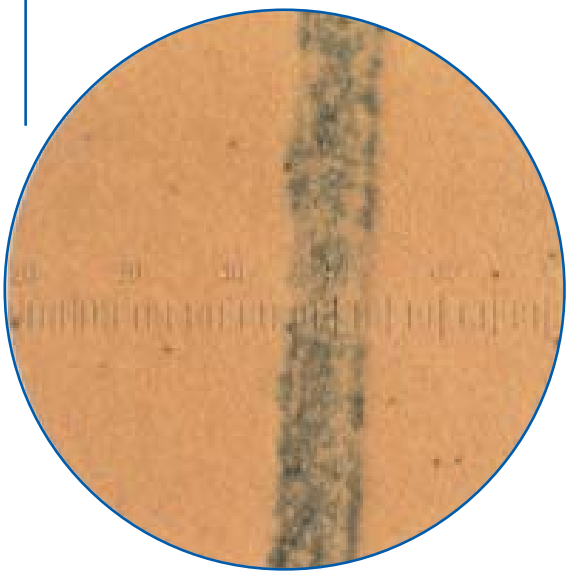
Ergebnisse der Partikelzählung

Größe	Partikelanzahl pro ml	ISO 4406	NAS1638 (SAE AS4059)
>4 µm(c)	160 - 320	15	6
>6 µm(c)	80 - 160	14	6
>14 µm(c)	20 - 40	12	6

Photoanalyse

Geringe Verschmutzung.
Die sichtbaren Partikeln sind Kieselsäure.

ISO-Code 4406 17/15/13



Probenvolumen: 100 ml
Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich = 10 µm

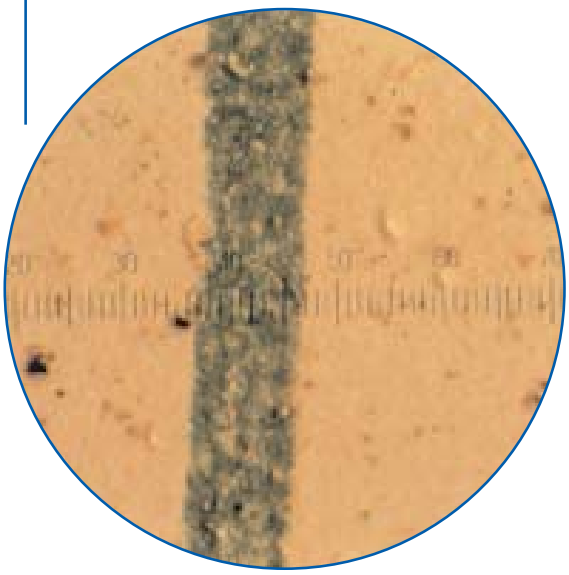
Ergebnisse der Partikelzählung

Größe	Partikelanzahl pro ml	ISO 4406	NAS1638 (SAE AS4059)
>4 µm(c)	640 - 1,300	17	7
>6 µm(c)	160 - 320	15	7
>14 µm(c)	40 - 80	13	7

Photoanalyse

Sehr geringe Verschmutzung.
Das sichtbare Partikel ist Schwarzmetall.

ISO-Code 4406 20/17/15



Probenvolumen: 100 ml
Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich = 10 µm

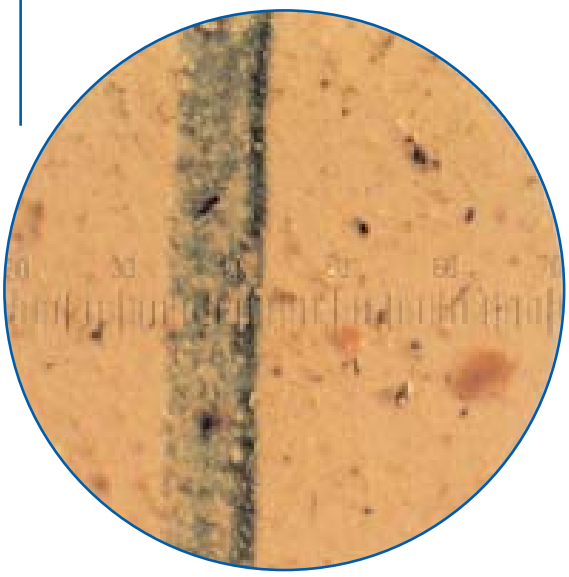
Ergebnisse der Partikelzählung

Größe	Partikelanzahl pro ml	ISO 4406	NAS1638 (SAE AS4059)
>4 µm(c)	5,000 - 10,000	20	10
>6 µm(c)	640 - 1,300	17	9
>14 µm(c)	160 - 320	15	9

Photoanalyse

Geringe Verschmutzung.
Die sichtbaren Partikeln sind Kieselsäure und Schwarzmetall.

ISO-Code 4406 20/19/16



Probenvolumen: 100 ml
Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich = 10 µm

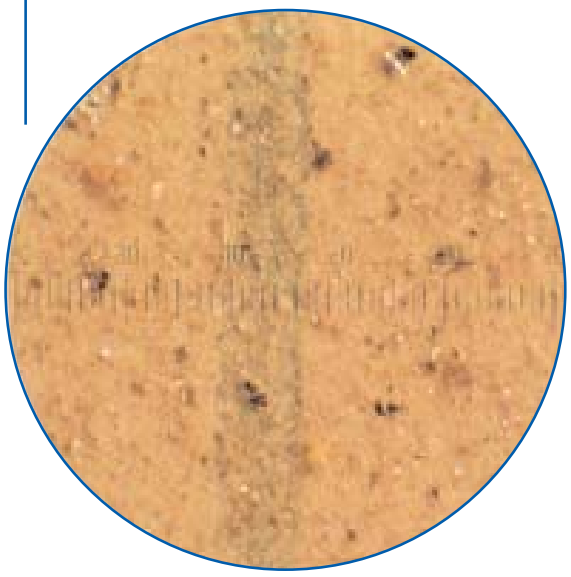
Ergebnisse der Partikelzählung

Größe	Partikelanzahl pro ml	ISO 4406	NAS1638 (SAE AS4059)
>4 µm(c)	5,000 - 10,000	20	11
>6 µm(c)	2,500 - 5,000	19	11
>14 µm(c)	640 - 1,300	16	11

Photoanalyse

Die sichtbaren Partikeln sind hauptsächlich Kieselsäure und einige Metall- und Rostpartikeln.

ISO-Code 4406 21/20/18



Probenvolumen: 100 ml
Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich = 10 µm

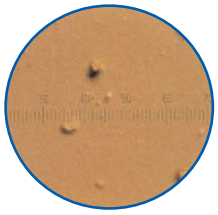
Ergebnisse der Partikelzählung

Größe	Partikelanzahl pro ml	ISO 4406	NAS1638 (SAE AS4059)
>4 µm(c)	10,000 - 20,000	21	12
>6 µm(c)	5,000 - 10,000	20	12
>14 µm(c)	1,300 - 2,500	18	12

Photoanalyse

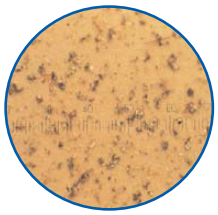
Die sichtbaren Partikeln sind hauptsächlich Kieselsäure und einige Metall- und Rostpartikeln.

Verschmutzungsarten



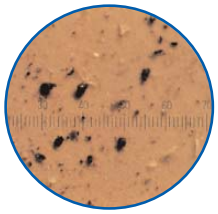
Kieselsäure

Harte, durchsichtige Partikeln, die oft im Zusammenhang mit Luft- und Umweltverschmutzung auftreten,
z. B. Sand, Staub.



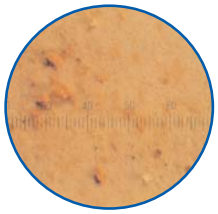
Helles Metall

Meist silbern oder golden glänzende Metallpartikeln, die innerhalb des Systems erzeugt werden. Solche Verschmutzungen sind auf Verschleiß zurückzuführen und haben häufig weiteren Komponentenverschleiß und beschleunigte Flüssigkeitszersetzung zur Folge.



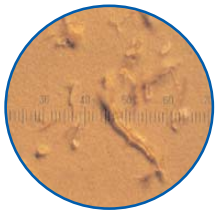
Schwarzmetall

Oxidiertes Eisenmetall, das in den meisten Hydraulik- und Schmiersystemen vorhanden ist. Verschmutzung durch eingebaute Komponenten, die innerhalb des Systems durch Verschleiß entsteht.



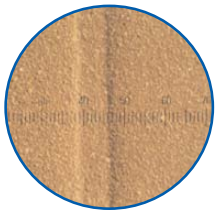
Rost

Matte, orangebraune Partikeln, die oft im Öl von Systemen auftreten, in denen möglicherweise Wasser vorhanden ist, z. B. Öltanks.



Fasern

Partikeln, die meist von Papier und Textilien, z. B. Lappen, stammen.



Kuchen aus Feinstoffen

Sehr große Konzentrationen von Partikeln in der Größe von Schwemmstoffen, die sich als Schicht über die Analysemembran legen und einen Kuchen bilden. Der Kuchen verdeckt die größeren Partikel auf der Membran, so dass die Messung der Verschmutzung unmöglich wird.

Vergrößerung: 100x
Maßstab: 1 Teilstrich =10 µm

Typische dynamische Passungsspiele

Komponente	Details	Passungsspiel
Ventile	Servoventile	1 - 4 µm
	Proportionalventile	1 - 6 µm
	Wegeventile	2 - 8 µm
Kolbenpumpen mit unterschiedlichen Volumen	Kolben - Bohrung	5 - 40 µm
	Ventilplatte - Zylinder	0,5 - 5 µm
Kreiselpumpen	Rotorblattspitze - Gehäuse	0,5 - 1 µm
	Seiten - Gehäuse	5 - 13 µm
Zahnradpumpen	Zahnspitze - Gehäuse	0,5 - 5 µm
	Zahnrad - Seitenteil	0,5 - 5 µm
Kugellager	Dicke des Schmierfilms	0,1 – 0,7 µm
Wälzlager	Dicke des Schmierfilms	0,4 - 1 µm
Radiallager	Dicke des Schmierfilms	0,5 - 125 µm
Dichtungen	Dichtung und Zahnstange	0,05 - 0,5 µm
Getriebe	Zahnflanken	0.1 - 1 µm

*Daten aus dem ‘Handbook of Lubrication and Tribology’ der Society of Tribologists and Lubrication Engineers - STLE(1994)

Die empfohlene Reinheitsklasse für eine Komponente können Sie nach den Angaben des 'Arbeitsblatts zur Ermittlung der empfohlenen Reinheitsklasse der Flüssigkeiten' auf Seite 27 bestimmen.

“Optimale Reinheit für optimale Systemleistung. Es ist noch kein System ausgefallen, weil es zu sauber war”

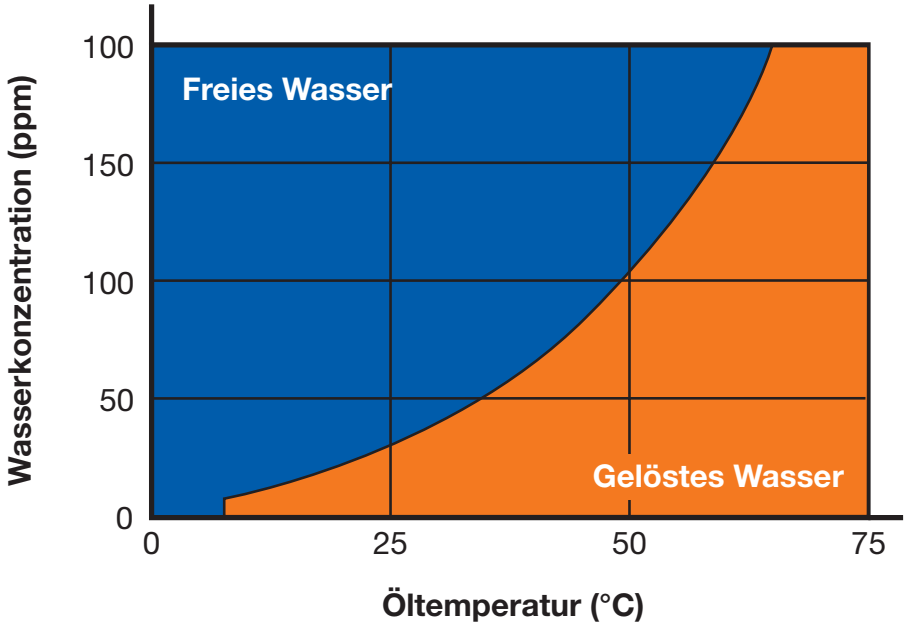
Kontamination des Öls durch Wasser

In Ölsystemen vorhandenes Wasser verursacht:

- Ölzersetzung, z. B. durch Präzipitation von Additiven und Öloxidation
- Abnahme des Schmierfilms
- Beschleunigte Oberflächenermüdung des Metalls
- Korrosion

Ursachen von Kontaminationen durch Wasser:

- Leckagen des Wärmetauschers
- Dichtungsleckagen
- Kondensation von Luftfeuchtigkeit
- Ungeeignete Tankdeckel
- Durch Temperaturabfall wird gelöstes Wasser in freies Wasser umgewandelt



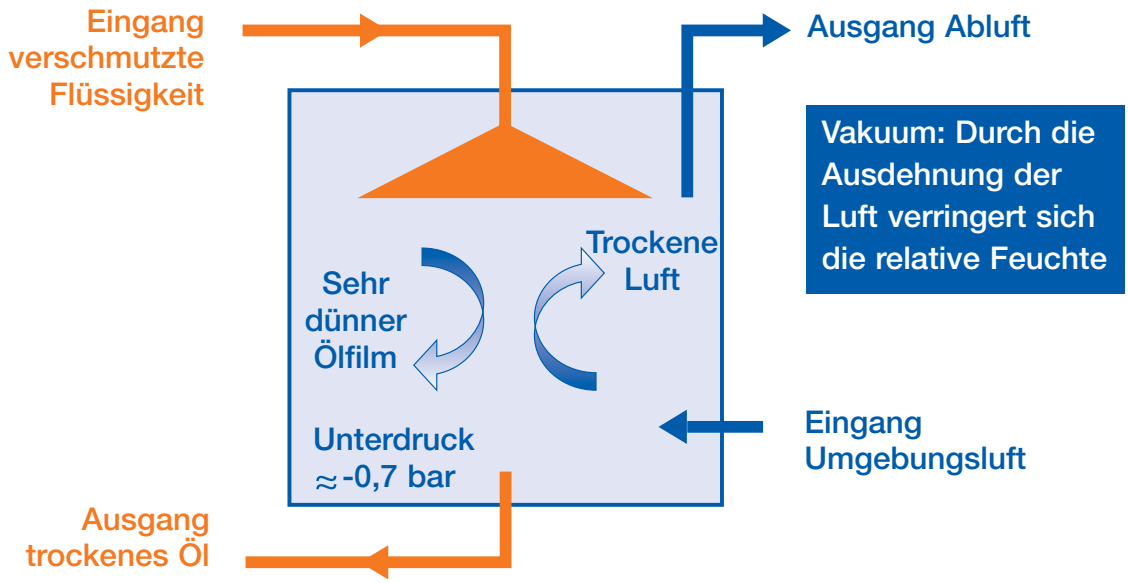
Ref: EPRI CS-4555 Turbinenöl

Um die schädlichen Auswirkungen von freiem Wasser zu minimieren, sollte der Wassergehalt möglichst weit unter dem Sättigungspunkt des Öls liegen.

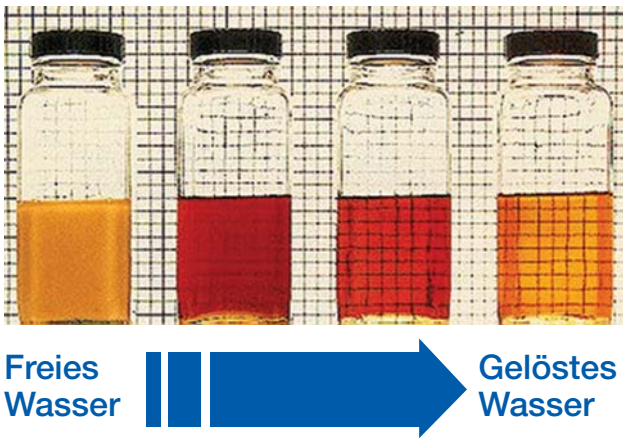
10.000 PPM	1%
1,000 PPM	0.1%
100 PPM	0.01%

Funktionsprinzip von Pall Ölreinigungsanlagen.

Prinzip: Massentransfer durch Verdunstung unter Vakuum



Pall HNP006 Ölreinigungsanlage



Pall Entwässerungsanlagen scheiden 100 % des freien Wassers und der freien Gase und bis zu 90 % des gelösten Wassers und der gelösten Gase ab.

Typische Anwendungen

- Hydrauliköle
- Schmieröle
- Isolieröle
- Phosphatester
- Kühlöle

Methoden zur Messung des Wassergehalts

Methode	Einheiten	Vorteile	Einschränkungen
Spratztest	Keine	Schneller Nachweis von freiem Wasser	Nachweis erst bei Sättigung
Chemisch (Kalziumhydrid)	Prozent oder ppm	Einfache Messung des Wassergehalts	Kein exakter Nachweis bei gelöstem Wasser
Destillation	Prozent	Relativ geringe Beeinträchtigung durch Öladditive	Eingeschränkte Genauigkeit bei trockenen Ölen
FTIR-Spektroskopie	Prozent oder ppm	Schnell und kostengünstig	Kein Nachweis unterhalb 0,1% oder 1.000 ppm möglich
Karl Fischer	Prozent oder ppm	Genauer Nachweis bei niedrigem Wassergehalt (10 – 1.000 ppm)	Nicht geeignet bei hohem Wassergehalt Mögliche Beeinträchtigungen durch Additive
Kapazitätssensoren (Wassersensoren)	Sättigungsprozent oder ppm	Äußerst genauer Nachweis von gelöstem Wasser, 0 - 100% Sättigung	Kein Nachweis von Wasser oberhalb Sättigung (100%)

Tragbarer Wassersensor WS04

Wassersensor WS08

Überwachung und Messung

Die genaue, zuverlässige und schnelle Messung der Ölreinheit zum Nachweis ungewöhnlicher Verschmutzung ist ein wesentlicher Faktor zur Gewährleistung der Produktivität industrieller Anlagen und zur Reduzierung von Ausfallzeiten.

Zuverlässige Überwachung- **Lösungen**...

...**Für** alle Bedingungen...**Für** alle Flüssigkeiten

PCM400W

PCM400W Tragbarer Reinheitsmonitor

Zur Reinheitsbewertung von Systemflüssigkeiten

- Bewährte Mehrfachsiebblockadeverfahren
- Ergebnisse werden durch Wasser- oder Luftkontamination nicht beeinträchtigt.
- Zur Verwendung bei dunklen oder trüben Flüssigkeiten.
- Datenausgabe gemäß ISO 4406, NAS 1638 oder SAE AS4059.

PFC400W

PFC400W Tragbarer Partikelzähler

Zur Messung von Größe und Anzahl der Partikel in industriellen Systemflüssigkeiten

- Bewährte Lichtblockadeverfahren
- Misst Größe und Anzahl der Partikeln in industriellen Flüssigkeiten
- Datenausgabe gemäß ISO 4406, NAS 1638 oder SAE AS4059.

WS08

WS04

Pall Wassersensor

Die neue Generation von Leitungseinbaugeräten zur Überwachung des Wassergehaltes in Systemen

- Misst den Gehalt an gelöstem Wasser in Sättigungsprozent (%sat) oder ppm.
- Als tragbares Gerät und für den Leitungseinbau erhältlich.

Messung der Komponentenreinheit

Extraktion

Cleanliness Cabinets ermöglichen die genaue, zuverlässige und wiederholbare Messung der Komponentenreinheit.

PCC030

Alle Edelstahl-Cabinets bieten die folgenden Merkmale:

- Kontrollierte Extraktionsumgebung
- Automatische Reinigung auf Blindwerte
- Lösungsmittelextraktion unter Druck und Recycling-Kreisläufe
- Entspricht den Verfahren gemäß ISO 18413, ISO 16232 und VDA 19.

PCC041

Analyse

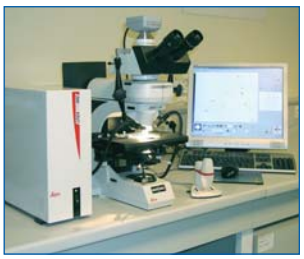
Die **Pall** PCC 500 Cabinets verbinden Extraktion und Analyse durch Filterblockade-Messverfahren, die durch in der Flüssigkeit vorhandenes Wasser oder vorhandene Luft nicht beeinträchtigt werden.

PCC500

Ohne Verschmutzung

Komponenten-verschmutzung

Komponenten-verschmutzung


Mikroskopanalyse

Prozessoptimierung

- Entwicklungsoptimierung
- Entwicklung und Nachweis der Reinheitsnorm
- Reinigungsflüssigkeiten
- Labordienste

Pall Consultancy
Build it Clean
Keep it Clean

Probenentnahmeverfahren

Einleitung

Es gibt vier Methoden zur Entnahme von Flüssigkeitsproben. Methode 1 ist am besten geeignet, gefolgt von Methode 2. Methode 3 sollte nur angewandt werden, wenn die Entnahme einer Probe aus den Leitungen nicht möglich ist, Methode 4 nur, wenn alle anderen Methoden unpraktikabel sind.

Entnehmen Sie KEINE Probe aus einem Ablaufventil am Tank. Entnehmen Sie die Probe immer unter möglichst sauberen Bedingungen und verwenden Sie vorgereinigte Flaschen.

Wenn die Anlage über keine eingebaute Probenentnahmevorrichtung verfügt, schließen Sie ein Pall Probenentnahmegerät an den Pall Filter an.

Methode 1

Kleines Kugelventil mit PTFE- oder ähnlichen Sitzen oder Messstelle

1. Nehmen Sie das System mindestens 30 Minuten vor der Probenentnahme in Betrieb, damit sich die Partikeln gleichmäßig verteilen.
2. Öffnen Sie das Probenentnahmeventil und spülen Sie mindestens einen Liter Flüssigkeit durch das Ventil.
   Lassen Sie das Ventil nach dem Spülvorgang geöffnet.
3. Achten Sie beim Öffnen der Flasche unbedingt darauf, sie nicht zu verschmutzen.
4. Füllen Sie die Flasche bis zur Hälfte mit Systemflüssigkeit, spülen Sie damit das Flascheninnere aus und entsorgen Sie die Flüssigkeit.
5. Wiederholen Sie Schritt 4 ein zweites Mal ohne das Ventil zu schließen.
6. Befüllen Sie die Flasche zu 3/4 mit Flüssigkeit. (so dass der Inhalt sich neu verteilt).
7. Verschließen Sie die Probenflasche sofort und schließen Sie dann das Probenentnahmeventil. **Vorsicht: Berühren Sie während der Probenentnahme auf keinen Fall das Ventil.**
8. Notieren Sie die Systemangaben auf dem Flaschenetikett und legen Sie die Flasche zum Transport in einen geeigneten Behälter.

Methode 2

Ventil mit unbekanntem Verschmutzungsaustrag.

1. Nehmen Sie das System mindestens 30 Minuten vor der Probenentnahme in Betrieb, damit sich die Partikeln gleichmäßig verteilen.
2. Öffnen Sie das Probenentnahmeventil und spülen Sie mindestens 3 bis 4 Liter Flüssigkeit durch das Ventil. (Dies geschieht am besten, indem der Ventilausgang über einen flexiblen Schlauch wieder mit Tank verbunden wird). Ventil nicht schließen.
3. Entfernen Sie nach dem Durchspülen des Ventils den flexiblen Schlauch vom Ventil, lassen Sie das Ventil dabei geöffnet und die Flüssigkeit weiterfließen. Entfernen Sie den Verschluss der Probenflasche und entnehmen Sie die Probe gemäß den Anweisungen 4 bis 6 für Methode 1.
4. Verschließen Sie die Probenflasche sofort und schließen Sie dann das Probenentnahmeventil. **Vorsicht: Berühren Sie während der Probenentnahme auf keinen Fall das Ventil.**
5. Notieren Sie die Systemangaben auf dem Flaschenetikett und legen Sie die Flasche zum Transport in einen geeigneten Behälter.

Probenentnahmeverfahren (Fortsetzung)

Methode 3

Probenentnahme aus Tanks und Großbehältern

Nur anwenden, wenn Methoden 1 und 2 nicht durchführbar sind

1. Nehmen Sie das System mindestens 30 Minuten vor der Probenentnahme in Betrieb, damit sich die Partikeln gleichmäßig verteilen.
2. Reinigen Sie den Eingangsbereich des Tanks, wo die Probe entnommen werden soll.
3. Spülen Sie den Schlauch der Handvakuumpumpe mit filtriertem (0,8 µm) Lösungsmittel, um möglicherweise vorhandene Verschmutzungen zu entfernen.
4. Bringen Sie eine geeignete Probenflasche an der Handvakuumpumpe an und führen Sie den Schlauch vorsichtig in den Tank ein, so dass er bis zur Hälfte der Flüssigkeit eintaucht. Achten Sie darauf, mit dem Schlauch nicht gegen die Tankwände oder Leitbleche innerhalb des Tanks zu kommen, um zu verhindern, dass Verschmutzung in den Schlauch gesaugt wird.
5. Ziehen Sie an der Handvakuumpumpe, um Vakuum zu erzeugen, und füllen Sie die Flasche bis zur Hälfte.
6. Schrauben Sie die Flasche leicht auf, um den Unterdruck abzubauen, so dass der Schlauch leerlaufen kann.
7. Spülen Sie die Flasche, indem sie die Schritte 4 bis 6 zwei- bis dreimal wiederholen.
8. Füllen Sie die Probenflasche zu 3/4 mit Flüssigkeit, lassen Sie den Unterdruck abbauen und schrauben Sie den Flaschendeckel ab. Verschließen Sie die Probenflasche sofort wieder und etikettieren Sie sie.

Methode 4

Eintauchen der Probenflasche

Am wenigsten geeignete Methode

1. Nehmen Sie das System mindestens 30 Minuten vor der Probenentnahme in Betrieb, damit sich die Partikeln gleichmäßig verteilen.
2. Reinigen Sie den Eingangsbereich des Tanks, wo die Probe entnommen werden soll.
3. Reinigen Sie die Flaschenaußenseite sorgfältig mit filtriertem Lösungsmittel.
4. Nehmen Sie den Deckel von der Probenflasche. Füllen Sie die Probenflasche vorsichtig, indem Sie sie in den Tank eintauchen. Spülen Sie die Flasche mit der Flüssigkeit aus und entsorgen Sie die Flüssigkeit.
5. Wiederholen Sie Schritt 4. Füllen Sie die Probenflasche vorsichtig, verschließen Sie sie sofort und wischen Sie die Außenseite ab.
6. Verschließen Sie alle Tanköffnungen.

Hinweis: Unsachgemäßes Vorgehen bei der Probenentnahme wird den Reinheitsgrad der Flüssigkeit in der Probenflasche nachteilig beeinträchtigen.

Eine Probe reiner zu machen als die Anlage selbst ist unmöglich, sie zusätzlich zu verunreinigen ist dagegen kein Problem.

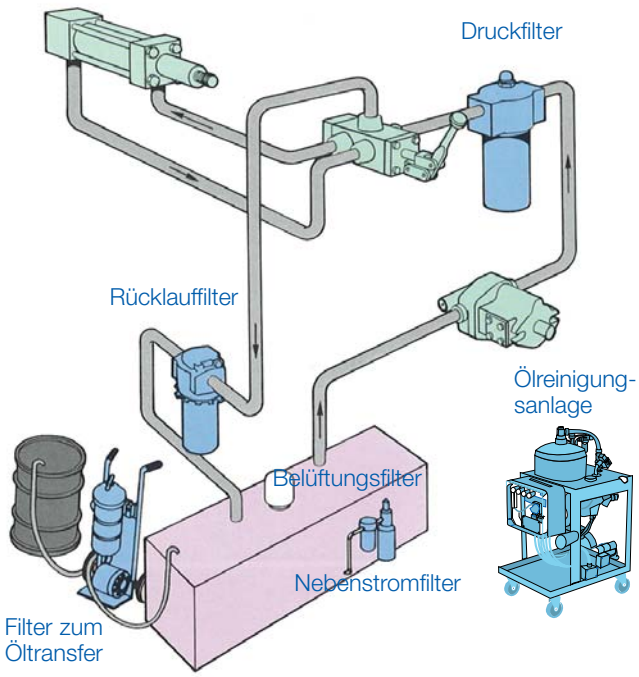
Positionierung der Filter

Spülfilter

- Zur Entfernung von Partikeln, die während der Montage oder der Wartung der Anlage vor der Inbetriebnahme in das System gelangt sind.
- Zur Entfernung großer Partikeln, die katastrophale Ausfälle verursachen
- Zur Verlängerung der Standzeit des eingebauten Filterelements

Druckleitung

- Zur Verhinderung von durch Pumpenverschleiß verursachter Partikelmigration
- Zum Auffangen von durch einen extremen Pumpenausfall verursachten Schmutzpartikeln und zur Verhinderung sekundärer Systemschäden.
- Als Last Chance Filter (“Polizeifilter”) zum Schutz von direkt dahinter liegenden Komponenten



Rücklaufleitung

- Zum Auffangen von durch Komponentenverschleiß oder äußere Einwirkung verursachten Schmutzpartikeln, die zum Tank wandern
- Zur Unterstützung der allgemeinen Systemreinheit

Belüftungsfilter

- Zur Verhinderung des Partikeleintrags mit dem Luftstrom.
- Zur Verlängerung der Standzeit des Filterelements
- Zur Erhaltung der Systemreinheit

Nebenstromfilter

- Zur Überwachung der Systemreinheit bei abnehmendem Volumenstrom in der Druckleitung (also Ausgleichspumpen)
- Für Systeme, bei denen keine Druck- oder Rücklauffiltration durchführbar ist
- Als Ergänzung zu Leitungsfiltern zur besseren Reinheitskontrolle und Verlängerung der Filterstandzeit in Systemen mit hohem Schmutzeintrag.

Vor wichtigen oder empfindlichen Bauteilen sollten zusätzliche Filter eingebaut werden.

- Zum Schutz vor extremen Maschinenausfällen (meistens mit Filtern ohne Bypass).
- Zur Verringerung von Verschleiß
- Zur Stabilisierung des Ventilbetriebs (verhindert Haftreibung).

Das Pall-Konzept des Total Cleanliness Management in der Praxis

Wasserversorgung
Pall
Mikrofiltrationssysteme

Pall
Umkehrosmose-systeme zur Wasserreinigung

Pall
Belüftungs-filter

Pall
Querstromfiltratons-systeme

Entsorgung
Pall DT
Modulsysteme
für Umkehrosmose

Pall Ultipleat® SRT
Online Füllfiltration

Meltblown
Pall Filter

Pall Fluid
Management
Service

Kühlmittelreinheit
Pall Filter für
Werkzeuginnenkühlung

Pall
Nebenstrom
filtration

Pall Ölreinigungsanlagen
Abscheidung von Wasser,
Gasen und Festkörper-
verschmutzung

Messung der
Komponenten-reinheit Pall
Cleanliness
Cabinets

Pall Diagnosegeräte für die Zustandsüberwachung von Fluiden

Pall Ultipleat® SRT
Filter für Hydraulik-
und Schmieröle

Reststandzeitanzeige

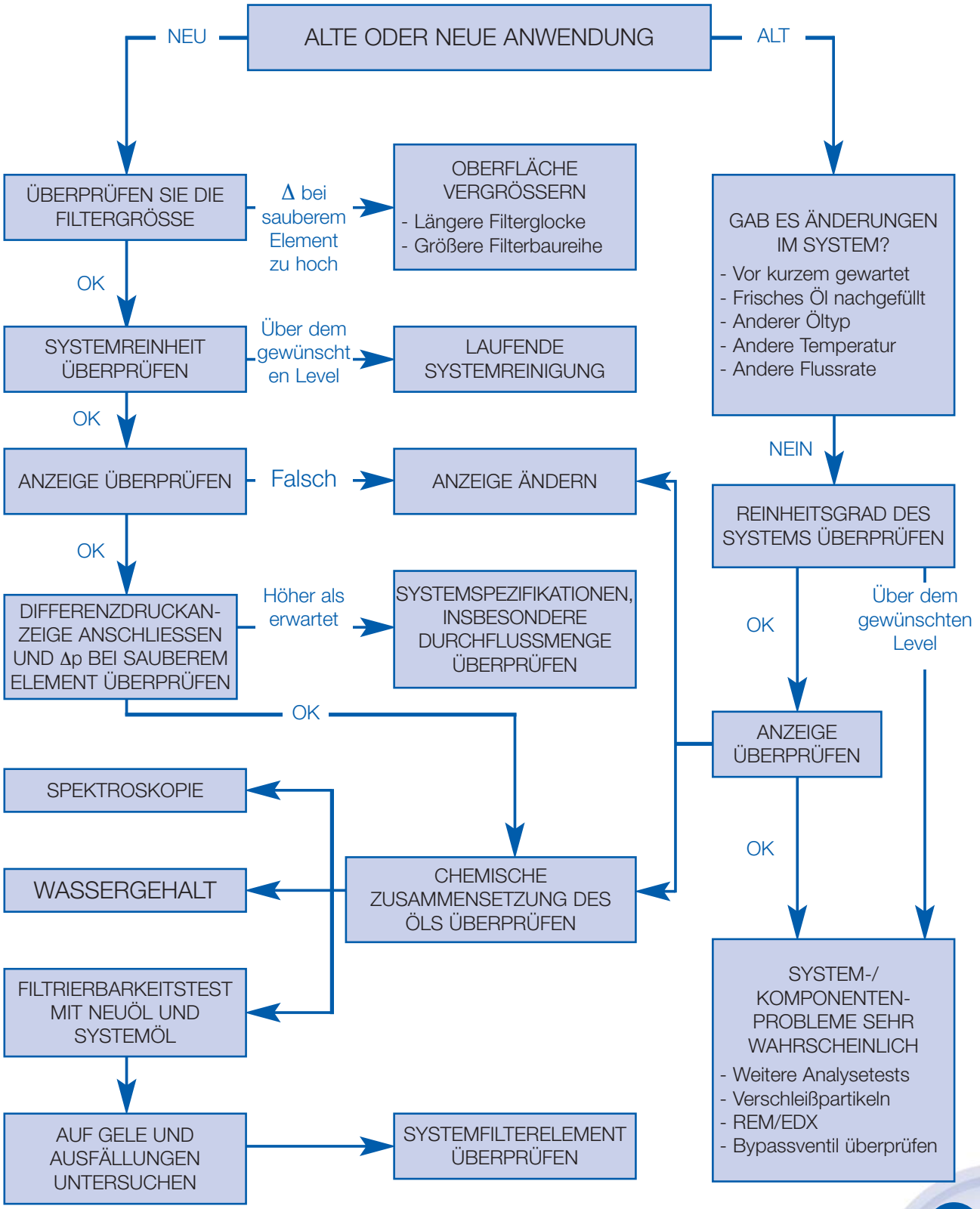
Wassersensor

Monitor zur Kontrolle
der Flüssigkeitsreinheit

Partikelzähler

Pall Scientific
and Laboratory
Services

Checkliste bei kurzer Standzeit



Revolutionäre Filtertechnologie für Hydraulik- und Schmierölsysteme

- Kleiner
- Höhere Belastbarkeit bei großer Systembeanspruchung
- Hohe Volumenströme
- Verbesserte Reinheitskontrolle
- Erhöhter Geräteschutz

PALL Ultipleat® SRT FILTRATION

Stützschicht für die Filterschicht (nicht dargestellt)**:** Stützt das Filtermedium und unterstützt den Drainagefluss.

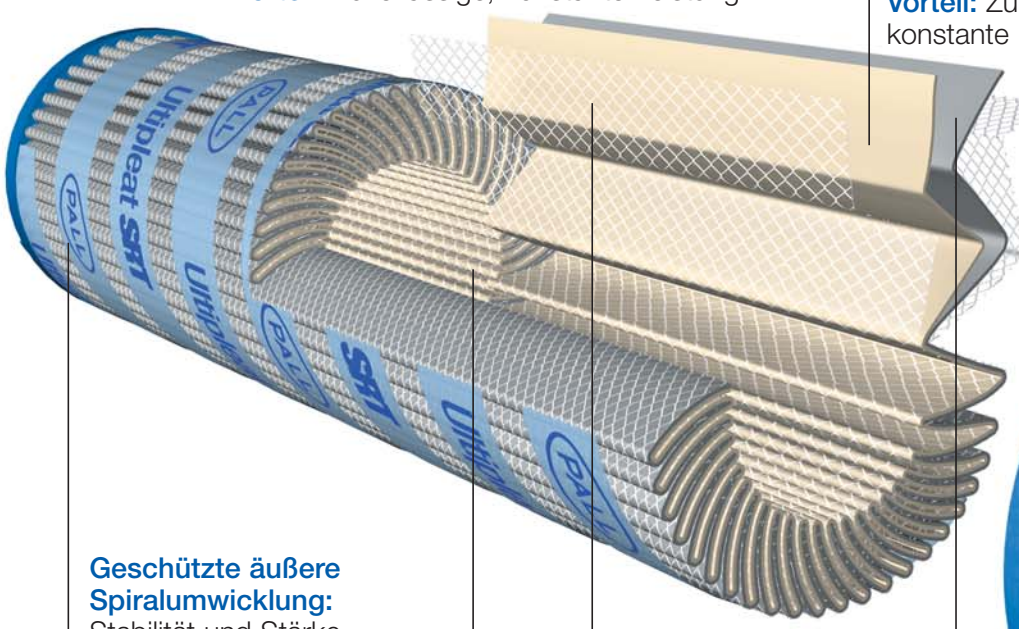
Vorteil: Zuverlässige, konstante Leistung

Patentrechtlich geschützte Pufferschicht: Stützt das Medium und schützt es vor Handhabungsschäden.

Vorteil: Zuverlässige, konstante Leistung

O-Ring Dichtung: Verhindert, dass Verschmutzung im Normalbetrieb am Filtermedium vorbeigeleitet wird.

Vorteil: Zuverlässige, konstante Filtrationsleistung



Geschützte äußere Spiralumwicklung: Stabilität und Stärke durch enge Verbindung mit jeder Falte

Vorteil: Zuverlässige, konstante Leistung und Belastbarkeit bei erschwerten Betriebsbedingungen.

Schmutz- und Reinseitige Netzgewebeschichten: Bilden Flusskanäle für gleichmäßigen Filterdurchfluss.

Vorteil: Verlängerte Standzeit bei niedrigeren Betriebskosten.

Ausführung ohne Kern/Stützkörper: Der äußere Stützkörper ist fester Bestandteil des Filtergehäuses

Vorteil: Leichteres, umweltfreundliches Element zur Senkung der Entsorgungskosten und zum bequemen Elementwechsel.

SRT Medien: Inerte, anorganische Fasern, die in einer starren, konischen Porenstruktur fest miteinander verbunden sind und so für erhöhte Resistenz bei starker Systembeanspruchung sorgen, wie z. B. bei pulsierendem Fluss und Schmutzbelastung.

Vorteil: Verbesserte Leistung über die gesamte Filterstandzeit und konstantere Flüssigkeitsreinheit.

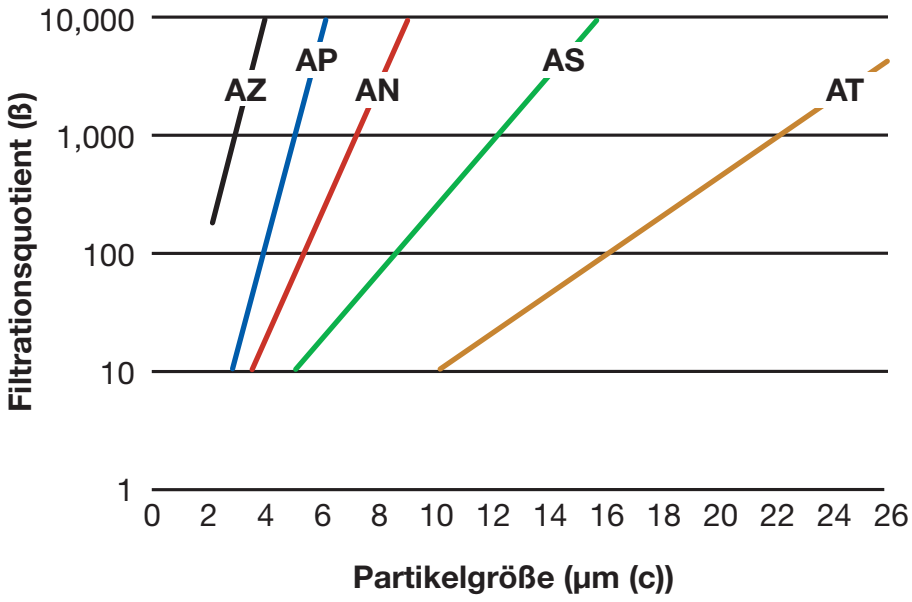
'Auto-Pull'-Auszieh-mechanismus: Korrosionsbeständige Verschlusskappen mit einzigartigem Auto-Pull Haken zum automatischen Abziehen des Elements beim Öffnen des Gehäuses.

Vorteil: Bequemer Elementwechsel.

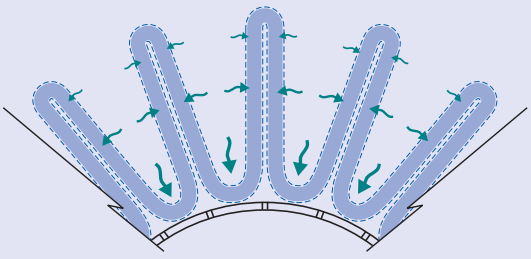
Leistungsdaten des Pall Ultipleat® SRT Filters

Ultipleat SRT Filterfeinheit	Reinheitscode (ISO 4406) nach SAE ARP 4205
AZ	08/04/01
AP	12/07/02
AN	15/11/04
AS	16/13/04
AT	17/15/08

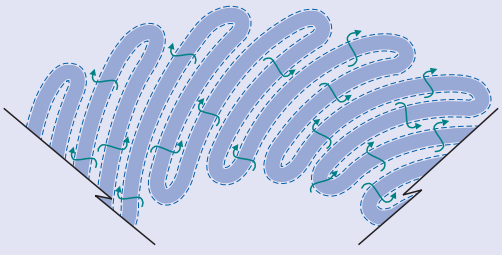
Multipass-Test zur Bestimmung der Filterleistung (ISO 16889)



Herkömmliche Sternfaltung von Filtern



Pall Ultipleat SRT



Vorteile der optimierten Sternfaltung des SRT-Filters:

- Gleichmäßige Volumenstromverteilung und erhöhte Schmutzaufnahmekapazität
- Maximierte Filterfläche und Filterstandzeit

Pall Ultipleat® SRT Gehäuseauswahl

Hochdruckfilter

UH219 UH319

UH Series	Volumenstrom L/min	USgpm	Druckrate bar	psi
209	110	30	350	5,075
219	230	60	420	6,100
239	350	90	420	6,100
319	600	160	420	6,100

UH Series	Anschlussgrößen (inches)	Länge (inches)
209	3/4, 1	3, 7
219	1, 1 1/4	4, 8, 13, 20
239	1 1/4, 1 1/2	8, 13, 20
319	1 1/4, 1 1/2, 2	8, 13, 20, 40

Rücklauffilter

UR619 UR319 UR209

UR Series	Volumenstrom L/min	USgpm	Druckrate bar	psi
209	130	35	41	600
219	265	70	41	600
319	760	200	41	600
619	835	220	28	400
629	1050	280	28	400
649	1500	400	28	400
699	835	220	28	400

UR Series	Anschlussgrößen (inches)	Länge (inches)
209	3/4, 1	3, 7
219	3/4, 1, 1 1/4	4, 8, 13, 20
319	1 1/2, 2, 2 1/2	8, 13, 20, 40
619	1 1/2, 2, 2 1/2	20, 40
629/49	3, 4	20, 40
699	2, 2 1/2, 3	20, 40

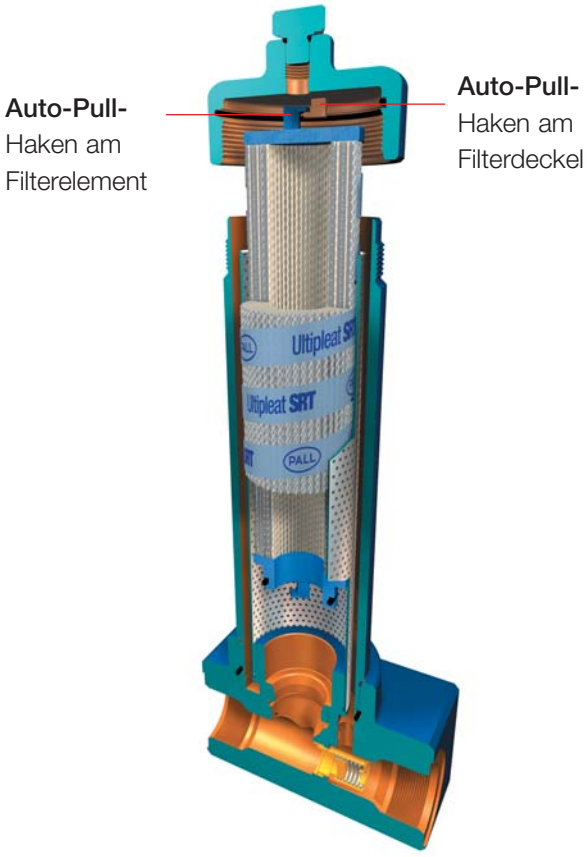
Pall Ultipleat® SRT Gehäuseauswahl (Fortsetzung)

Tankeinbaufilter

UT319 UT279

UT Series	Volumenstrom L/min	USgpm	Druckrate bar	psi
279	130	35	10	150
319	760	200	10	150

UT Series	Anschlussgrößen (inches)	Länge (inches)
279	3/4, 1, 1 1/4	4, 8, 13, 20
319	1 1/2, 2, 2 1/2	8, 13, 20, 40

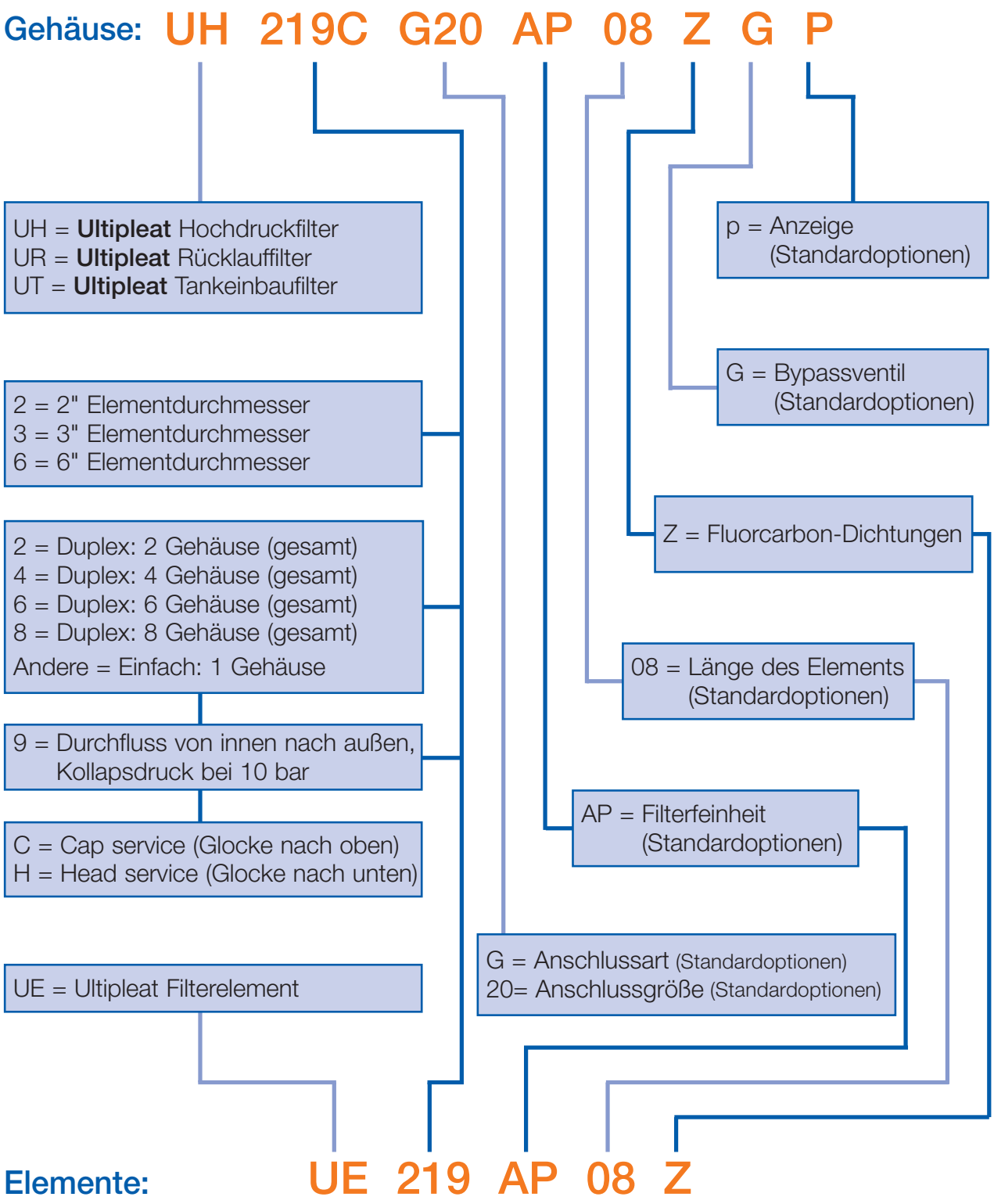


'Auto-Pull'-Ausziehmechanismus

Ultipleat SRT Filter sind zur einfacheren Entnahme des Filterelements aus dem Filtergehäuse mit Palls einzigartigem 'Auto-Pull'-Ausziehmechanismus ausgestattet.

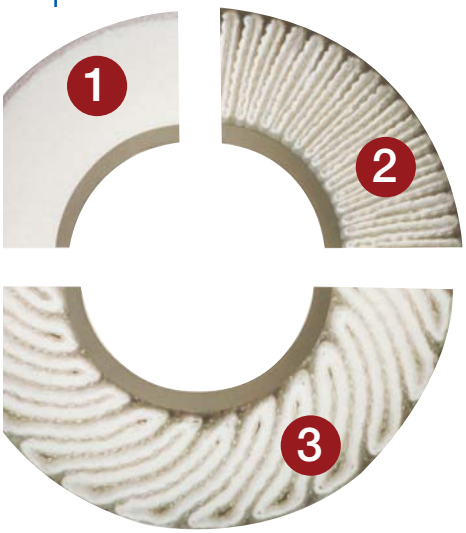
Beim Abschrauben des Deckels bzw. Rohrkörpers (je nach Filtermodell) vom Gehäuse, greifen die Vorsprünge an der Elementendkappe in die Haken im Gehäuse ein. Auf diese Weise wird das Element beim Abschrauben des Deckels bzw. der Glocke automatisch aus dem Gehäuse gezogen. Damit ist es nicht mehr notwendig, in den Rohrkörper zu greifen und das Element von Hand an der Endkappe oder einem Griff herauszuziehen.

Typenschlüssel der Pall Ultipleat® SRT Filter



Schmelzblastechnologie

Empfohlen für industrielle Anwendungen zur Aufbereitung von Wasser, Brennstoffen, wässrigen Lösungen und niedrigviskosen Prozessflüssigkeiten.



1. Tiefenfilter
2. Sternfaltung
3. Überlappende Faltung

Schmelzblastechnologie

Der Begriff ”schmelzgeblasen“ bedeutet, dass der Filter in einem computergesteuerten Verfahren hergestellt wurde, bei dem Fasern über einem vorgeformten Kern zu einer abgestuften Porenstruktur verbunden werden.

Für unterschiedliche Anwendungen und spezifische Anwenderbedürfnisse werden die Filtermaterialzusammenstellungen angepaßt. Die Palette schmelzgeblasener Filter von **Pall** reicht von Tiefenfiltern über sterngefaltete Filter bis hin zur patentierten **Ultipleat**-Ausführung mit überlappender Faltung.

Angesichts der Tatsache, dass verschiedene Anwendungen verschiedene Anforderungen an die Flüssigkeitsreinheit und die Filtration stellen, soll Ihnen die Palette der schmelzgeblasenen Filter von **Pall** dabei helfen, die beste und gleichzeitig kostengünstigste Lösung für Ihre Bedürfnisse zu finden.

Partikelkontrolle	Wirkungsgrad %	Empfohlener Bereich (µm)
Hochkritisch	99.98%	1, 3, 6, 12, 20
Kritisch bis normal	99.9%	40, 70, 90
Normal	90%	100, 150, 200

Auch Filtergehäuse sind in einer breiten Auswahl erhältlich.

Arbeitsblatt zur Ermittlung der empfohlenen Reinheitsklasse von Betriebsflüssigkeiten*

Die geeignete Reinheitsklasse sollten Sie unter sorgfältiger Abwägung der Betriebs- und Umgebungsbedingungen ermitteln. Beim Durcharbeiten der folgenden Liste einzelner Parameter ergibt sich eine Gesamtbewertung, deren Eintragung im Diagramm auf Seite 28 die empfohlene Reinheitsklasse anzeigt.

Tabelle 1. Betriebsdruck und Einsatzzyklus

Einsatz	Beispiele	Betriebsdruck (bar (psi))					Gegenwärtig
		0-70 (0-1000)	>70-170 (>1000-2500)	>170-275 (>2500-4000)	>275-410 (>4000-6000)	>410 (>6000)	
Leicht	Konstanter Einsatz	1	1	2	3	4	
Mittel	Mäßige Druck-schwankungen	2	3	4	5	6	
Schwer	Null bis voller Druck	3	4	5	6	7	
Sehr schwer	Null bis voller Druck mit sehr häufigen Schwankungen	4	5	6	7	8	

Tabelle 2. Komponentenempfindlichkeit

Empfindlichkeit	Beispiele	Bewertung	Gegenwärtig
Minimal	Stoßheber	1	
Unterdurchschnittlich	Zahnradpumpen, Kugelhähne, Tellerventile mit niedriger Leistung	2	
Durchschnittlich	Kreiselpumpen, Kolbenventile, Hochleistungszahnradpumpen	3	
Überdurchschnittlich	Kolbenpumpen, Proportionalventile	4	
Hoch	Servoventile, Hochdruck-Proportionalventile	6	
Sehr hoch	Hochleistungsservoventile	8	

Tabelle 3. Erwartete Gerätestandzeiten

Standzeit (Stunden)	Bewertung	Gegenwärtig
0-1,000	0	
1,000-5,000	1	
5,000-10,000	2	
10,000-20,000	3	
20,000-40,000	4	
>40,000	5	

Tabelle 4. Kosten des Komponentenwechsels

Wechselkosten	Beispiele	Bewertung	Gegenwärtig
Niedrig	Kugelhähne, billige Pumpen	1	
Durchschnittlich	Leitungs- und Modulventile	2	
Hoch	Zylinder, Proportionalventile	3	
Sehr hoch	Große Kolbenpumpen, Hydrogetriebemotoren, Hochleistungsservokomponenten	4	

Tabelle 5. Kosten von Gerätestillstandszeiten

Stillstandskosten	Beispiele	Bewertung	Gegenwärtig
Niedrig	Gerät nicht wesentlich für die Produktion oder den Betrieb	1	
Durchschnittlich	Kleine bis mittlere Produktionsanlage	2	
Hoch	Große Produktionsanlage	4	
Sehr hoch	Sehr hohe Stillstandskosten	6	

Tabelle 6. Bedeutung für die Betriebssicherheit

Bedeutung für Betriebssicherheit	Beispiele	Bewertung	Gegenwärtig
Niedrig	Keine Bedeutung	1	
Durchschnittlich	Ausfall kann Gefahren verursachen	3	
Hoch	Ausfall kann Verletzungen verursachen	6	

* nach Ausgabe 3, BFPA/P5 Target Cleanliness Level Selector 1999 der British Fluid Power Association

Tabelle 7. Reinheitsanforderung insgesamt

Gesamtbewertung der Reinheitsanforderung	Gesamt
Summe der Ergebnisse der Abschnitte 1 bis 6	

Suchen Sie im folgenden Diagramm, wo sich das Ergebnis für die 'Gesamtbewertung der Reinheitsanforderung' aus Tabelle 7 mit der roten Linie schneidet. Gehen Sie von dort aus nach **links**, um den empfohlenen ISO 4406 Reinheitsklassencode zu ermitteln.

Tabelle 8. Bewertung der Umgebungsbedingungen

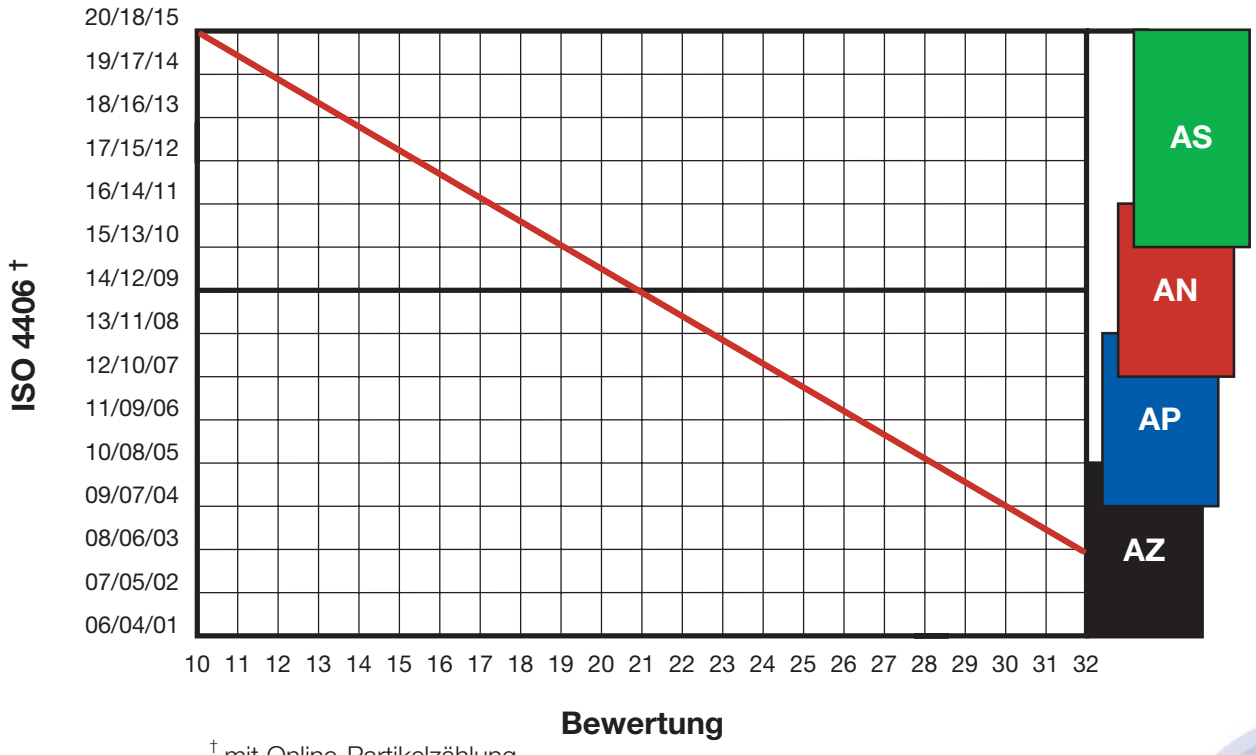
Umgebung	Beispiele	Bewertung Einzelner Filter	Bewertung Mehrere Filter	Gegenwärtig
Gut	Saubere Bereiche, nur wenige potenzielle Verschmutzungsquellen, filtriertes Neuöl, Belüftungsfiltration	0	-1	
Ausreichend	Belüftungsfilter	1	0	
Schlecht	Normale Werkshallen, potenzielle Verschmutzungsquellen einigermaßen kontrolliert Nur wenig Kontrolle über die Betriebsumgebung und Verschmutzungsquellen	3	2	
Schädlich	z. B. bei Straßenbaufahrzeugen) Hohes Verschmutzungspotenzial (z. B. Gießereien, Betonherstellung, Komponentenprüfstände, nicht im Straßenbau eingesetzte Schwerfahrzeuge)	5	4	

* Einzelner oder mehrere Filter innerhalb des Systems mit derselben Filterfeinheit.

Tabelle 9. Erforderliche Filterfeinheit

Gesamtbewertung der Filtrationsanforderung	Gesamt
Addieren Sie das Ergebnis der Umgebungsbewertung (Tabelle 8) zum Ergebnis der Gesamtbewertung der Reinheitsanforderung (Tabelle 7).	

Suchen Sie im folgenden Diagramm den Schnittpunkt des Ergebnisses für die 'Gesamtbewertung der erforderlichen Filterfeinheit' aus Tabelle 9 mit der roten Linie. Gehen Sie von dort aus nach **rechts**, um die empfohlene Filterfeinheit zu ermitteln.



† mit Online-Partikelzählung

Viskositätsumrechnung

Kinematische Viskosität cSt (mm^2/s)	Saybolt Universal Sekunden (SUS)	
	40°C	100°C
5	42	43
10	59	59
15	77	78
20	98	99
25	119	120
30	142	143
35	164	165
40	187	188
45	210	211
50	233	234
55	256	257
60	279	280
65	302	303
70	325	326
75	348	350
100	463	466
200	926	933
400	1853	1866
600	2779	2798

Umrechnen in	bei	cSt bei derselben Temperatur multiplizieren mit
SUS	40°C	4.63
SUS	100°C	4.66
Redwood Nr.1	60°C	4.1
Engler	allen Temperaturen	0.13

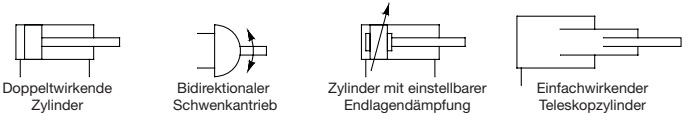
$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

ν = Kinematische Viskosität von Flüssigkeiten in cSt (mm^2/s)
μ = Dynamische Viskosität von Flüssigkeiten in cP (Pa.s)
ρ = Flüssigkeitsdichte (kg/m^3)

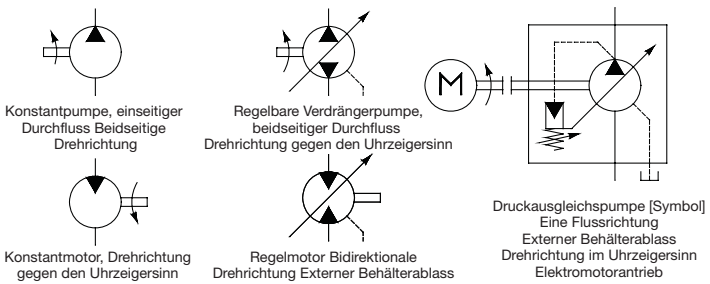
Gebräuchliche graphische Symbole für fluidtechnische Verfahrensschemen

ISO1219-1: Fluidtechnik - Graphische Symbole und Schaltpläne – Teil 1 Graphische Symbole für herkömmliche Anwendungen und Datenverarbeitung.

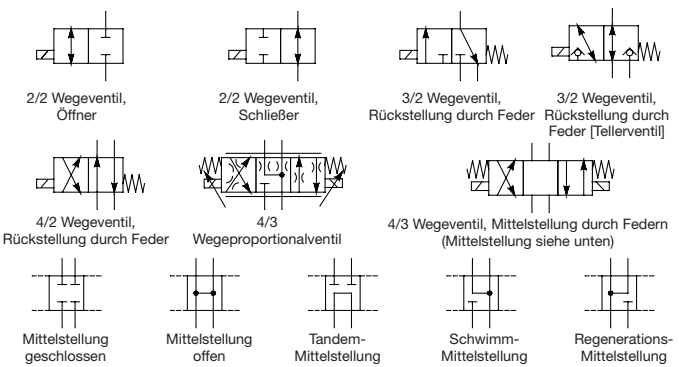
Zylinder und Schwenkantriebe



Pumpen und Motoren

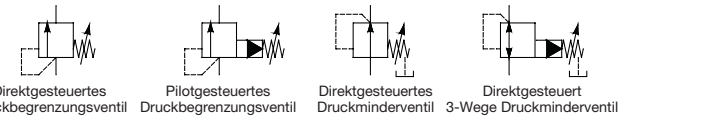


Wegeventile (Betätigung nicht spezifiziert)

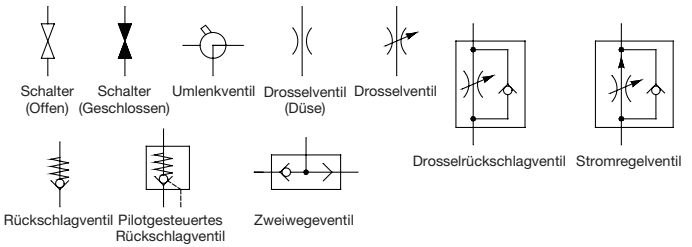


Betätigungsarten von Wegeventilen

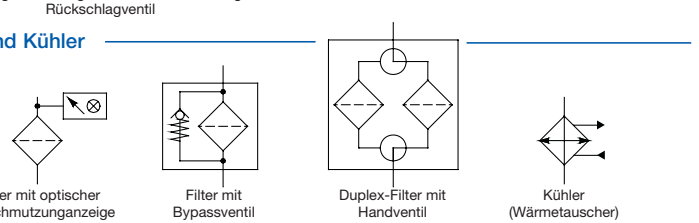
Druckregelventile



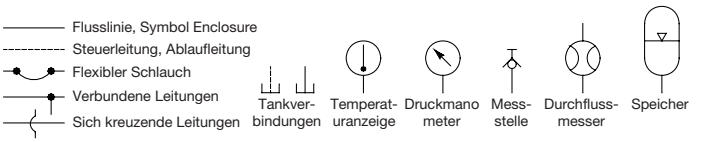
Absperr- und Durchflussregelventile

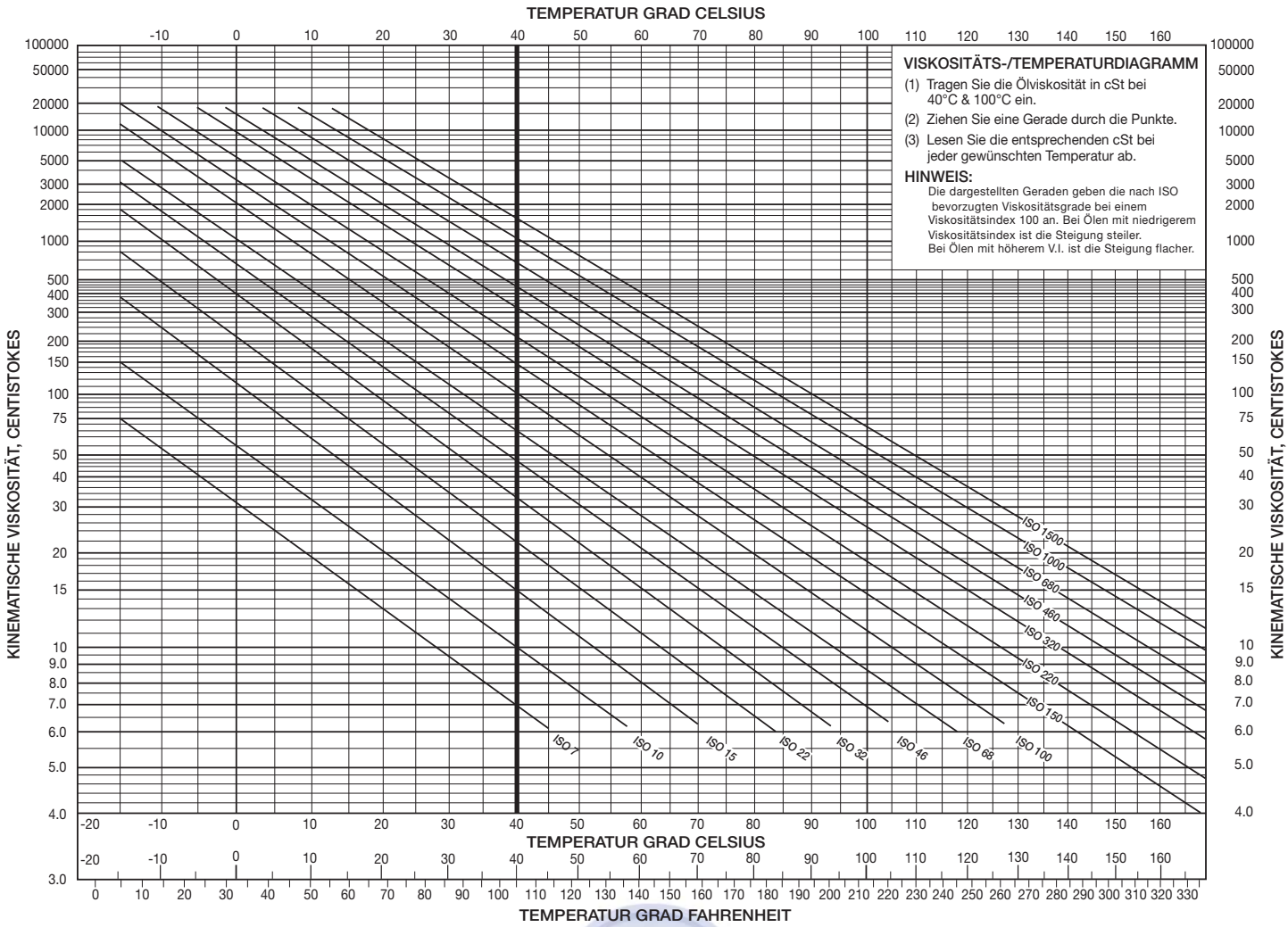


Filter und Kühler



Instrumenten- und Rohrleitungsteile



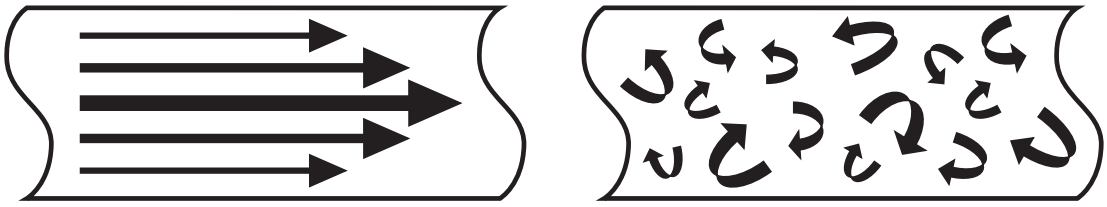

TEMPERATUR GRAD CELSIUS
-10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160
VISKOSITÄTS-/TEMPERATURDIAGRAMM
(1) Tragen Sie die Ölviskosität in cSt bei 40°C & 100°C ein.
(2) Ziehen Sie eine Gerade durch die Punkte.
(3) Lesen Sie die entsprechenden cSt bei jeder gewünschten Temperatur ab.
HINWEIS:
Die dargestellten Geraden geben die nach ISO bevorzugten Viskositätsgrade bei einem Viskositätsindex 100 an. Bei Ölen mit niedrigerem Viskositätsindex ist die Steigung steiler.
Bei Ölen mit höherem V.I. ist die Steigung flacher.
KINEMATISCHE VISKOSITÄT, CENTISTOKES
100000 50000 20000 10000 5000 3000 2000 1000 500 400 300 200 150 100 75 50 40 30 20 15 10 9.0 8.0 7.0 6.0 5.0 4.0 3.0
ISO 1500
ISO 1000
ISO 680
ISO 460
ISO 320
ISO 220
ISO 150
ISO 100
ISO 68
ISO 46
ISO 32
ISO 22
ISO 15
ISO 10
ISO 7
-20 -10 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160
TEMPERATUR GRAD CELSIUS
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320 330
TEMPERATUR GRAD FAHRENHEIT

Spülverfahren und Formeln

Spülverfahren dienen der Beseitigung von während der Anlagenmontage oder -wartung eingedrungenen Verschmutzung aus Rohrleitungen und Komponenten. Das wird erreicht, indem Flüssigkeit durch das System geleitet wird, normalerweise mit höherer Geschwindigkeit als bei Normalbetrieb.

Geschieht das nicht oder nur unzureichend, sind schneller Komponentenverschleiß, Funktionsstörungen und Systemausfälle die unausweichliche Folge.

Reynoldszahl (Re): Eine dimensionslose Kennzahl zur Charakterisierung des Turbulenzgrads in einer Rohr- oder Schlauchleitung.



Laminarer Strom **Turbulenter Strom**

Laminare Strömung – Reynoldszahl < 2.000
Transitionale Strömung – Reynoldszahl 2.000 – 4.000
Turbulente Strömung – Reynoldszahl > 4.000

Die Strömungsbedingungen in einer Rohr- oder Schlauchleitung können mit Hilfe der Reynoldszahl wie folgt berechnet werden:

$$Re = \frac{Ud}{\nu} \times 1.000 \quad \text{oder} \quad Re = 21{,}200 \times Q / (\nu \times d)$$

Re = Reynoldszahl
U = Mittlere Strömungsgeschwindigkeit (m/s)
d = Rohr-Innendurchmesser (mm)
ν = Kinematische Viskosität von Flüssigkeiten in cSt (mm^2/s)
Q = Volumenstrom (l/min)

Umrechnung britischer in metrische Maßeinheiten

Druck - psi und Bar

1 psi = 0,067 bar | 1 bar = 14,5 psi

psi	bar	bar	psi
20	1.38	1	14.5
30	2.07	2	29.0
40	2.77	3	43.5
50	3.45	4	58.0
60	4.14	5	72.5
70	4.83	6	87.0
80	5.52	7	102
90	6.21	8	116
100	6.90	9	131
200	13.8	10	145
300	20.7	15	218
400	27.6	20	290
500	34.5	25	363
600	41.4	30	435
700	48.3	35	508
800	55.2	40	580
900	62.1	45	653
1,000	69	50	725
1,100	75.9	55	798
1,200	82.8	60	870
1,300	89.7	65	943
1,400	96.6	70	1,015
1,500	104	75	1,088
1,600	110	80	1,160
1,700	117	85	1,233
1,800	124	90	1,305
1,900	131	95	1,378
2,000	138	100	1,450
2,250	155	150	2,175
2,500	172	200	2,900
2,750	190	250	3,630
3,000	207	300	4,350
3,500	241	350	5,080
4,000	258	400	5,800
4,500	310	450	6,530
5,000	345	500	7,250

Hydraulische Strömung - USgpm und l/min

1 USgpm = 3,79 l/min | 1 l/min = 0,264 USgpm

USgpm	l/min	l/min	USgpm
5	18.9	5	1.3
10	37.9	10	2.6
15	56.8	20	5.3
20	75.7	30	7.9
25	94.6	40	10.6
30	114	50	13.2
35	133	60	15.9
40	151	70	18.5
45	170	80	21.1
50	189	90	23.8
55	208	100	26.4
60	227	125	33.0
65	246	150	39.6
70	265	200	52.8
75	284	250	66.1
80	303	300	79.3
85	322	350	92.5
90	341	400	105.7
95	360	450	118.9
100	379	500	132.1
125	473	550	145.3
150	568	600	158.5
175	662	650	171.7
200	757	700	184.9
225	852	750	198.2
250	946	800	211.4
275	1,040	900	237.8
300	1,140	1,000	264.2

1 gpm (US) = 0,832 gpm (UK)

Hinweis: Werte auf 3 Stellen hinter dem Komma

Umrechnungsfaktoren für Maßeinheiten

Zur Umwandlung		Multiplizieren mit
von	**in**	**Dividieren durch**
Liter	Kubikmeter	0.001
Liter	Gallone (US)	0.2642
Liter	Gallone (UK)	0.22
Mikrometer (Mikron)	Zoll	0.000039
Fuß	Zoll	12
Zoll	Millimeter	25.4
Meter	Fuß	3.28
Meter	Yard	1.09
Meile	Kilometer	1.609
l/s	Kubikmeter/min	0.06
m/s	Kilometer/Stunde	3.6
Kilogramm	Pfund	2.205
Pfund	Unze	16
Kilowatt	PS	1.341
Kilowatt	BTU/Stunde	3412
Atmosphäre	psi	14.7
bar	psi	14.5
Kilopascal	psi	0.145
bar	Kilopascal	100
bar	Zoll Quecksilbersäule (Inches of mercury- Hg)	29.53
Zoll Wassersäule	Pascal (Pa)	249
Celsius (Grad)	Fahrenheit	°C x 1.8 + 32
Grad (Winkel)	Bogenmaß (Radiant)	0.01745

Zur Umrechnung der in Spalte 1 (linke Spalte) aufgeführten Maßeinheiten in die entsprechenden Maßeinheiten in Spalte 2 (mittlere Spalte), **multiplizieren** Sie sie mit dem in Spalte 3 angegebenen Faktor.

Beispiel: Wenn Sie 7 Liter in Kubikmeter umwandeln wollen, **multiplizieren** Sie 7 mit 0,001 = 0,007.

Zur Umrechnung der in Spalte 2 (mittlere Spalte) aufgeführten Maßeinheiten in die entsprechenden Maßeinheiten in Spalte 1 (linke Spalte), **dividieren** Sie sie durch den in Spalte 3 angegebenen Faktor.

Beispiel: Wenn Sie 25 psi in bar umwandeln wollen, **dividieren** Sie 25 durch 14,5 = 1,724.

Pall Niederlassungen

Portsmouth - **UK**
+44 23 9230 3303 tel
+44 23 9230 2507 fax

New York - **USA**
+1 516 484 3600 tel
+1 516 484 3651 fax

New Port Richey - **USA**
+1 727 849 9999 tel
+1 727 815 3115 fax

Buenos Aires - **Argentina**
+54 1 814 4730 tel
+54 1 814 4724 fax

Melbourne - **Australia**
+613 9584 8100 tel
+613 9584 6647 fax

Ontario - **Canada**
+1 905 542 0330 tel
+1 905 542 0331 fax

Beijing - **China**
+86 10 67802288 tel
+86 10 67802238 fax

Paris - **France**
+33 1 3061 3800 tel
+33 1 3061 2261 fax

Frankfurt - **Germany**
+49 6103 307 0 tel
+44 6103 340 37 fax

Mumbai - **India**
+91 225 599 5555 tel
+91 225 599 5556 fax

Jakarta - **Indonesia**
+62 217 883 0088 tel
+62 217 884 5551 fax

Milano - **Italy**
+39 02 47 7961 tel
+39 02 41 2985 fax

Tokyo - **Japan**
+81 3 6901 5800 tel
+81 3 5322 2128 fax

Seoul - **Korea**
+82 256 0 7800 tel
+82 256 9 9092 fax

Honefoss - **Norway**
+47 3218 1470 tel
+47 3218 1487 fax

Warszawa - **Poland**
+48 225 102 100 tel
+48 225 102 101 fax

Moscow - **Russia**
+7 095 787 7614 tel
+7 095 787 7615 fax

Changi - **Singapore**
+011 65 6389 6500 tel
+011 65 6389 6520 fax

Madrid - **Spain**
+34 91 657 9800 tel
+34 91 657 9844 fax

Taipei - **Taiwan**
+886 2 2545 5991 tel
+886 2 2545 5990 fax

Dubai - **UAE**
+971 4 340 6204 tel
+971 4 340 6205 fax

Johannesburg - **ZAF**
+27 11 266 2300 tel
+27 11 266 3243 fax

PALL Pall Corporation

Besuchen Sie uns im Internet unter www.pall.com

Pall besitzt Niederlassungen und Werke in der ganzen Welt, unter anderem in: Argentinien, Australien, Belgien, Brasilien, China, Deutschland, Frankreich, Grobritannien, Hong kong, Indien, Indonesien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Malaysia, Mexiko, den Niederlanden, Neuseeland, Norwegen, Österreich, Polen, Puerto Rico, Russland, Singapur, Südafrika, Spanien, Schweden, Schweiz, Taiwan, Thailand, USA, Venezuela und den Vereinigten Arabischen Emiraten. In allen wichtigen Industrieregionen der Welt befinden sich Pall-Niederlassungen.

Auf Grund technologischer Weiterentwicklung können sich diese Daten und Anleitungen jederzeit ohne Vorankündigung ändern. Daher ersuchen wir die Anwender, die Gültigkeit dieser Dokumente jährlich zu überprüfen. Die oben angegebenen Bestellnummern sind durch das Copyright von Pall Europe Limited geschützt.

PALL, Pall und Ultipleat sind Warenzeichen der Pall Corporation.
Filtration. Separation. Solution. ist ein Servicezeichen der Pall Corporation.
® bezeichnet ein in den USA eingetragenes Markenzeichen.
©2007, Pall Europe Limited.