



Steffen Haupt
Moritzer Straße 35 01589 Riesa-Poppitz
Tel. 03525/ 68 01 - 0 Fax: 03525/ 6801 - 20
e-mail: info@haupt-hydraulik.de
Internet: www.haupt-hydraulik.com

Hydraulic Filter Division Europe

Anleitung zur Verschmutzungsanalyse – Kapitel 18

FDHB500DE v2.0 05/2014

KATALOG

Vertrieb

Frau Krauspe Tel.: 03525 680110
Frau Göhler Tel.: 03525 680111

krauspe@haupt-hydraulik.de
goehler@haupt-hydraulik.de

Technischer Außendienst

Herr Burkhardt Tel.: 03525 680112

burkhardt@haupt-hydraulik.de

Anleitung zur Verschmutzungsanalyse

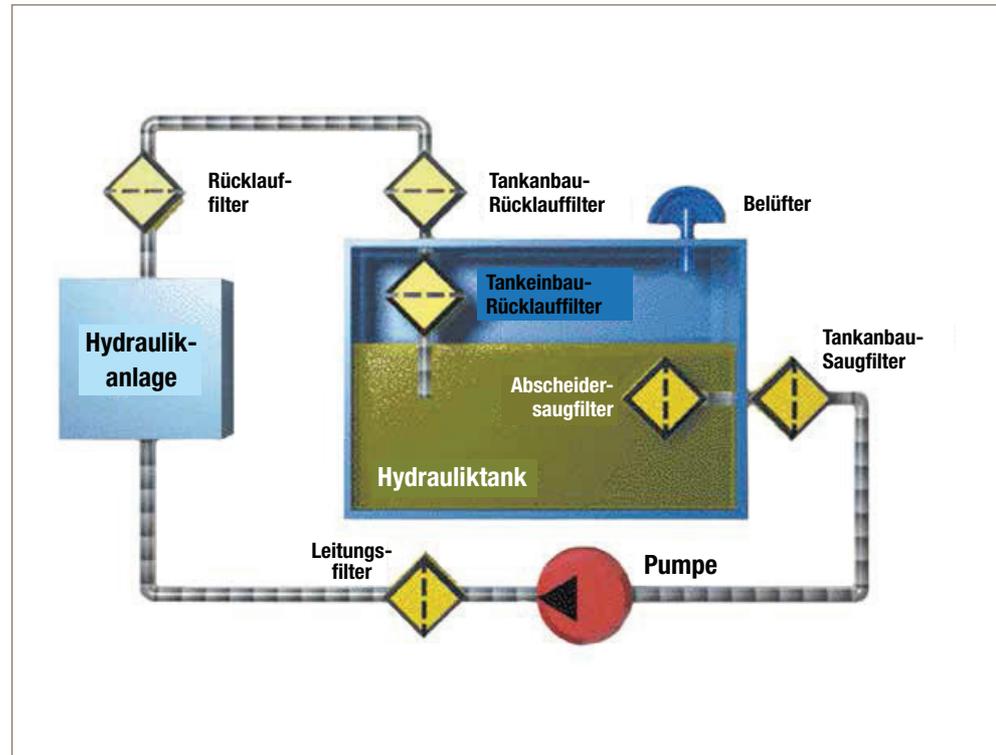
Erkennung und Maßnahmen zur Bekämpfung der Verschmutzungsgefahr



Senkung der Ausfallzeiten durch effektive Verschmutzungsüberwachung

Erkennung und Maßnahmen zur Bekämpfung der Verschmutzungsgefahr

Die Auswirkungen von festen und flüssigen Verschmutzungen auf die Effizienz und Leistung von Hydrauliköl sind ein komplexes Thema, bei dem es allerdings einige grundsätzliche Komponenten und Lösungen für die Überwachung, Messung und letztlich Beseitigung der Partikel aus der Anlage gibt. Parker Filtration kann auf langjährige Erfahrungen in diesem Themenbereich verweisen.



Produktmerkmale:

- Beispiele und Erklärungen der ISO-Verschmutzungswerte
- Code-Übersicht der Festkörper-Verschmutzungen
- Erklärung der Geräte zur Zustandsüberwachung
- Übersicht über die Filterfeinheit

Anleitung zur Verschmutzungsanalyse

Erkennung und Maßnahmen bei Verschmutzungsgefahr

Die Gefahr der Verschmutzung

Die Anforderungen der Industrie in Bezug auf Hydraulik- und Schmier-systeme konzentrieren sich auf Zuverlässigkeit, hohe Lebensdauer und weniger Energieverbrauch. Abhängig von den jeweiligen Umständen sind 70 - 80 % der Systemausfälle auf Verschmutzungen zurückzuführen. Die Überwachung der Sauberkeit spielt ebenso wie die richtigen Filterkomponenten eine wichtige Rolle bei der Bekämpfung der Verschmutzungen. Der erste Schritt besteht jedoch darin, die spezifischen Systemanforderungen und örtlichen Betriebsbedingungen zu verstehen.

Diese Anleitung zur Verschmutzungskontrolle beschreibt folgende Punkte:

- Fehlerarten
- Verschmutzungsquellen
- Sauberkeit der Fluide
- Zustandsüberwachung
- Ölanalyse-Service
- Filtration: Parameter und Fakten
- Filterauswahl und Filtertypen

Fehlerarten

Komponentenfehler treten häufig unsichtbar auf. Im Allgemeinen gibt es drei Arten von Fehlern:

1. Katastrophale Fehler

Dieser Fehler tritt plötzlich und ohne Vorwarnung auf. Er lässt sich nicht beheben. Häufig wird er durch größere Partikel verursacht, die in eine Komponente eindringen und die relative Bewegung zwischen den Oberflächen behindern und so dazu führen, dass die Komponente sich nicht mehr bewegen kann.

2. Vorübergehende Fehler

Ganz allgemein ist diese Art von Fehler kurzlebig und wird auch gar nicht immer bemerkt, was aber nicht für die Folgen gilt. Er wird durch Partikel verursacht, die sich vorübergehend auf die Funktion einer Komponente auswirken. Die Partikel nisten sich in einem kritischen Freiraum zwischen zusammen gehörenden Teilen ein und werden dann in der nächsten Ablaufphase weggespült. Somit wird die Komponentenleistung weniger vorhersehbar und auch unsicher.

3. Verschlechternde Fehler

Die schrittweise Verschlechterung der Leistung einer Komponente führt letztlich zur Reparatur oder zum Austausch. Dieser Fehler wird durch die Abnutzung verursacht, die durch Verschmutzungen entsteht. Zusätzlich erzeugte Verschmutzungen können zu katastrophalen Folgen führen. Fehler oder weniger Systemleistung wirken sich direkt auf die Anlagenkosten, die Effizienz und die relativ empfundene Qualität beim Anwender aus.

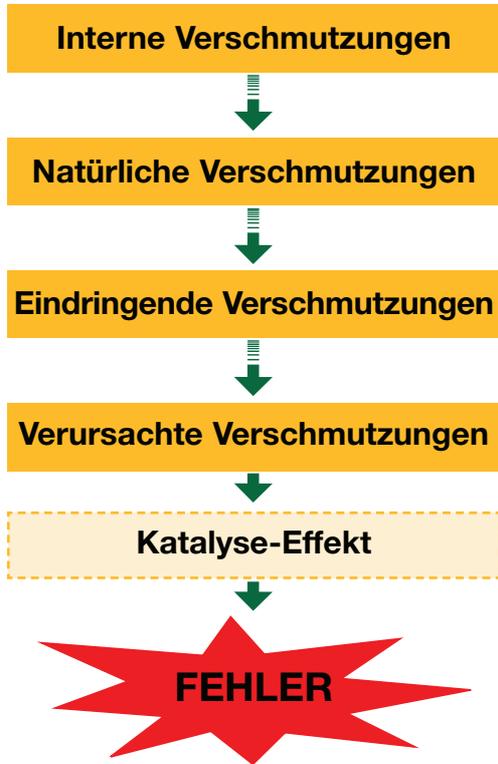


Verschmutzungsquellen

Das richtige Gleichgewicht

Was braucht man für die Umsetzung einer an das jeweilige System angepassten Filtration?

Eine Überprüfung der Verschmutzungsquellen ist der erste Schritt in Richtung Ausgewogenheit zwischen Filterleistung und Systemanforderungen.



Verschmutzungsquellen

Mehrere Verschmutzungsquellen sind zu berücksichtigen, wenn eine systemgerechte Filtration realisiert werden soll. Ohne angemessene Filtration ist der Schutz des Systems gefährdet, und ein Komponenten- oder Systemausfall ist zu erwarten. Eine systemgerechte Filtration verändert die Verschlechterung zu einer ausgewogenen Situation und stellt somit den ständig überprüften Prozess sicher, der eine Voraussetzung für ein zuverlässiges System ist. Dies ist jedoch nur dann möglich, wenn die erforderliche Sauberkeit der Fluide sichergestellt wird.

1. Interne Verschmutzungen

Ablagerungen durch Montage- und Herstellungsprozesse lassen sich nicht vermeiden. Beispiele hierfür sind Bearbeitungsabfälle, Schweißspritzer, Gussmaterial, Lack, Rohrdichtungen oder Fasern von Reinigungstüchern. Das Spülen von Systemkomponenten vor der Montage und sorgfältige Abläufe in allen Stufen der Montage sind unverzichtbare Voraussetzungen für die Verringerung der sich ansammelnden Verschmutzungen.



Faltung der Filtermedien

2. Natürliche Verschmutzungen

Im Allgemeinen entspricht die Reinheit von frischem Öl nicht immer den Anforderungen des Systems. Trotz der Bemühungen, die Sauberkeit des Öls während der Produktion zu sichern, können Transport und Vertriebswege das Öl verschmutzen. Abhängig von den Anforderungen an die Systemsauberkeit wird empfohlen, das frische Öl vor der Verwendung zu filtern.

3. Eindringende Verschmutzungen

Alle Systeme sind ständig der Verschmutzungsgefahr ausgesetzt. Leider lassen sich eindringende Verschmutzungen nicht vermeiden. Belüfter, Zylinder-Stößeldichtungen, Wischerdichtungen, Komponentendichtungen oder schlecht angebrachte Abdeckungen sind nur einige wenige Beispiele für Systemteile, die sich erheblich auf die Menge eindringender Verschmutzungen auswirken.

4. Verursachte Verschmutzungen

Partikel erzeugen Partikel. Dieses Phänomen wird als Abrasivverschleiß bezeichnet. Andere Prozesse wie Hohlraumbildung, Korrosion, Erosion, Ermüdung und metallischer Kontakt von beweglichen Teilen erzeugen Partikel und beeinflussen somit die Verschmutzung, die bereits im System vorhanden ist. Obwohl diese Prozesse sich nicht immer vermeiden lassen, hängen ihre Auswirkungen stark von einer effektiven Filtration ab.

5. Katalyse-Effekt

Bei der Filterauswahl wird generell nur auf die Beseitigung fester, harter Verschmutzungen geachtet. Die Leistung von Hydraulik- und Schmier-Fluiden steht unter der Einwirkung des katalytischen Effektes. Dieser reduziert die Lebensdauer des Öls erheblich.

Anleitung zur Verschmutzungsanalyse

Erkennung und Maßnahmen bei Verschmutzungsgefahr

Lebensdauer des Öls

Auswahl des richtigen Öls

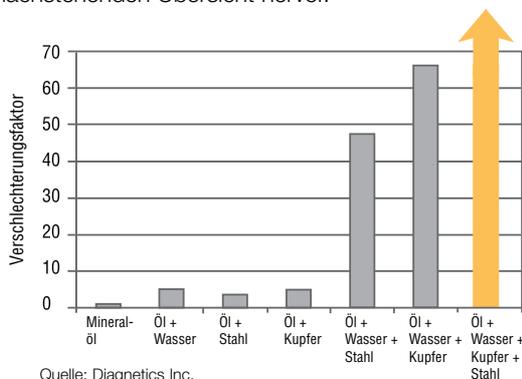
Öle werden auf der Grundlage ihrer Leistung in folgenden Bereichen ausgewählt:

- Energietransfer
- Korrosionsschutz
- Kühlung (Wärmeübertragung)
- Schmierung

Die Lebensdauer von Ölen hängt von Sauerstoff, Öltemperatur, Wasseranteil und dem Vorhandensein von Katalysator-Elementen ab. Der zulässige Wasseranteil schwankt von Öltyp zu Öltyp. Aufgrund von defekten Dichtungen oder Kondensation kann der Wasseranteil schnell Konzentrationen erreichen, die weit über dem zulässigen Wert liegen. Die Kombination aus Wasser und Verschleißelementen wie Eisen oder Kupfer sorgt für einen katalytischen Effekt, der wiederum die Lebensdauer des Öls verkürzt. Diese hängt auch von der erzeugten Elektrostatik ab.

Reduzierung der Lebensdauer

Die Verkürzung der Lebensdauer des Öls wird durch den Verschlechterungsfaktor dargestellt. Der Einfluss des katalytischen Effektes des Verschlechterungsfaktors geht aus der nachstehenden Übersicht hervor.



Die Ölverschlechterung kann den Schutz vor Korrosion und die Schmierleistung beeinträchtigen.

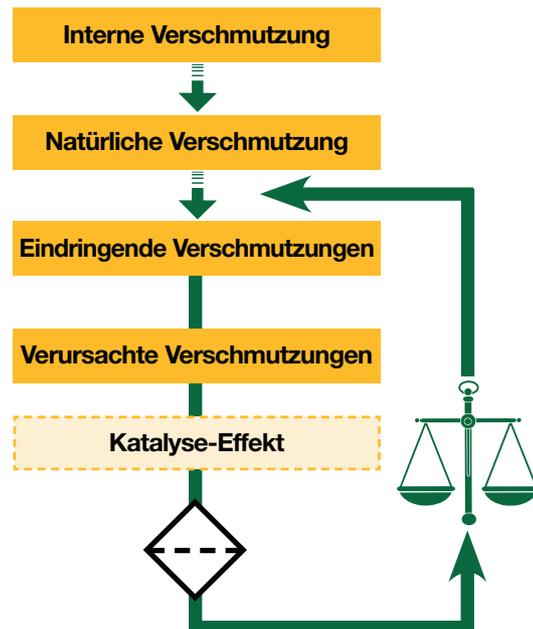
Eine regelmäßige Ölanalyse ist bei der Überwachung des Zustands von Hydraulik- oder Schmier-Fluiden sehr wichtig. Diese Analyse dient auch zur Beschaffung von Informationen im Zuge der Auswahl der zum jeweiligen System passenden Filterkomponenten.



Tanktopper II Rücklauffilter mit integriertem Belüfter und patentiertem LEIF® Element

Abwägung zwischen Systemanforderungen und Leistung des Filtersystems

Die Philosophie von Parker geht über den herkömmlichen Ansatz des Systemschutzes durch Filtration hinaus.



Die für das System geeignete Filtration ist nicht auf einen Filter begrenzt. Die an das System angepasste Filtration basiert auf der richtigen Umsetzung geeigneter Filterprodukte, wobei die Kombination aus Anforderungen an Hydraulikflüssigkeit oder Schmierstoff, Systemkomponenten und kundenseitigen Erwartungen zu berücksichtigen ist.

Verschmutzungskontrolle

Der benötigte Systemschutz setzt ein korrektes Verständnis des Systems voraus. Die heutigen Filter werden auf der Grundlage mehrerer Parameter wie β -Wert, Druckabfall und Schmutzaufnahmefähigkeit ausgewählt.

Vor der Filtration



Nach der Filtration

Anleitung zur Verschmutzungsanalyse

Erkennung und Maßnahmen bei Verschmutzungsgefahr

Reinheitswert

Beispiele für den Reinheitswert gehen aus der ISO-Kurve hervor. Diese Linien stehen für:

- A. Niederdrucksysteme (Code 21/20/17)
- B. Niederdruck-Steuer-systeme (Code 19/18/14)
- C. Hochmoderne Pumpen-/Motorsteuerventile (Code 18/17/13)
- D. Sehr anspruchsvolle Systeme und Hydrostatikantriebe (Code 16/15/11)
- E. Empfindliche Servosysteme (Code 15/14/10)
- F. Empfindliche Hochleistungssysteme (Code 12/11/8)

Wir empfehlen die Überprüfung der benötigten Reinheitswerte auf der Grundlage der im System verwendeten Komponenten. Hersteller von Systemkomponenten machen häufig Angaben zur benötigten Fluid-Reinheit für ihre Produkte.

Geräte zur Zustandsüberwachung

Im Verlauf der Jahre hat die Zustandsüberwachung von Fluiden immer mehr an Bedeutung gewonnen. Durch das Angebot von systemgerechten Filtrationslösungen kann den strengen kundenseitigen Anforderungen in Bezug auf längere Komponentenlebensdauer oder bessere Systemzuverlässigkeit entsprochen werden. Parker hat ein umfangreiches Angebot an Geräten und Komponenten für Wartungsprogramme und Fluid-Zustandsanalysen vor Ort entwickelt, z. B. den LaserCM (siehe unten).



Die Partikelzähler von Parker sind bekannt für ihre zuverlässige Leistung vor Ort oder im Rahmen einer Produktionsanlage. Leichte, tragbare Partikelzähler dienen der vorübergehenden Messung der Fluid-Reinheit.

Der permanent zu installierende MCM20 ist für die ständige Fluid-Überwachung vorgesehen. Die kompakten Feuchtigkeitssensoren MS100 und MS150 stellen eine komplette Lösung zur Messung des Wasseranteils in Hydraulik- oder Schmier-Fluiden dar.

Festkörper-Code

Neben dem Standard ISO 4406: 1999 gibt es noch andere Standards zur Festlegung des Fluid-Reinheitswertes. Ein Vergleich zwischen diesen Normen ist aus der nachstehenden Übersicht zu ersehen.

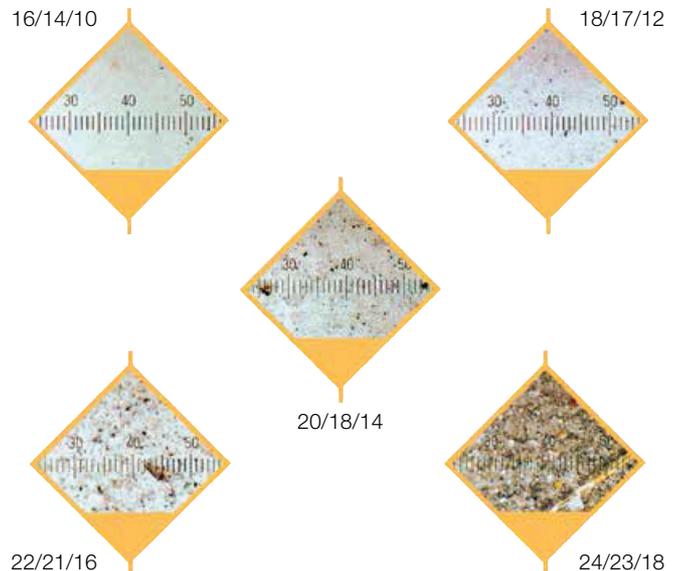
ISO 4406: 1999	ISO 4406: 1987	NAS 1638 CLASS
13/11/8	11/8	2
14/12/9	12/9	3
15/13/10	13/10	4
16/14/9	14/9	-
16/15/11	14/10	5
17/15/9	15/9	-
17/15/10	15/10	-
17/15/12	15/12	6
18/16/10	16/10	-
18/16/11	16/11	-
18/16/13	16/13	7
19/17/12	17/12	-
19/17/14	17/14	8
20/18/12	18/12	-
20/18/13	18/13	-
20/18/15	18/15	9
21/19/13	19/13	-
21/19/16	19/16	10
22/20/13	20/13	-
22/20/17	20/17	11

Hinweis:

ISO 4406: 1987 geht von einer Partikelgröße von über 5 und 15 µm aus.

ISO 4406: 1999 geht von einer Partikelgröße von über 4, 6 und 14 µm aus.

Mehrere Reinheitsstufen



Ölanalyse-Service

Ölanalyse-Service zur Verhinderung von Ausfällen

Da Parker keinerlei finanzielle Interessen an der Ölindustrie hat, kann das Unternehmen als unabhängiges Labor auftreten. Das Entwicklungslabor von Parker Filtration BV in Arnhem, dem einzigen Labor dieser Art in Belgien, den Niederlanden und Luxemburg, verfügt über alle Einrichtungen, die für die umfangreiche F+E-Abteilung benötigt werden. Außerdem werden diese Dienstleistungen gegen Bezahlung auch Dritten angeboten.

Geräte

Das Labor arbeitet mit hochmodernen Testanlagen. Das Unternehmen hat in die neuesten Karl Fischer Coulometric-Geräte investiert, die verhindern, dass die Tests von z. B. Additiven im Öl beeinträchtigt werden. Die Partikelzähler werden gemäß neuestem Standard ISO 11171 kalibriert. Jetzt ist es möglich, die gemessene Sauberkeit gemäß ISO 4406:1999 anzugeben.

Standard-Test

Der hochwertige Standard-Test im Parker-Labor besteht aus einer Wasseranalyse und einer Sauberkeitsberechnung gemäß ISO 4406, laut neuem ISO 4406:1999 und dem Standard NAS 1638. Das Ergebnis wird teilweise in Form einer Partikelgröße von 2 bis 100 µm vorgelegt. Membranuntersuchung und Digitalphotographie der Membran sind ebenfalls Bestandteil des Standard-Tests. Die Ergebnisse dieser einzelnen Tests werden in einem Bericht beschrieben, der eindeutige Schlussfolgerungen zulässt. Es ist auch möglich, eine Spektralanalyse vornehmen zu lassen.

In der Praxis

Wie funktionieren die Labordienstleistungen? Schon drei Tage nach Eingang der Ölprobe ist die Standardanalyse abgeschlossen. Die Ergebnisse einer Spektralanalyse liegen nach sieben Tagen vor. Die Berichte können direkt zugestellt und per E-Mail ausgefüllt werden. Eine kostenlose Probenflasche wird auf Anfrage zur Verfügung gestellt.

Filtration: Parameter und Fakten

Ganz allgemein werden faserartige Materialien wie Zellulose und Glasfaser zum Filtern von Hydraulik- und Schmierfluiden verwendet. Die Filter werden auf der Grundlage folgender Parameter ausgewählt:

- Benötigter Schutz der Systemkomponenten
- Anordnung der Filter im System
- Durchfluss und zulässiger Druckverlust
- Gewünschte Lebensdauer des Filters
- Hydraulik- oder Schmierfluid

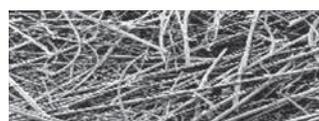
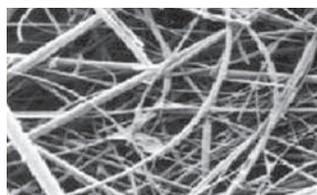
Die Schmutzaufnahmekapazität ist die Menge an Festkörperverschmutzungen, die ein Filter aufnehmen kann, bevor das Filtermaterial verstopft ist. Dieser Wert wird gemäß ISO 16889 mit dem Prüfstaub gemäß ISO MTD gemessen. Die Lebensdauer des Filterelementes hängt stark von den Verschmutzungsbedingungen ab, die im System und seinem Umfeld vorherrschen.

Die Vorhersage der Lebensdauer des Filterelementes im System ist kompliziert, weil die Unterschiede in der Verschmutzung (z. B. Metall, Sand und Fasern, jeweils mit einer bestimmten Verteilung der Partikelgrößen) im Verhältnis zur vorgegebenen Schmutzaufnahmekapazität zu berücksichtigen sind.

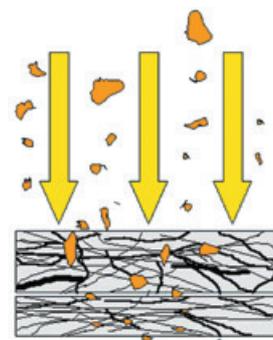
Filtriereinstufung

Die Filtrationsphilosophie von Parker basiert auf der optimalen Verteilung mehrerer Partikelgrößen unter Verwendung der vollständigen Stärke von Glasfaserschichten.

Vorschicht



Hauptschicht



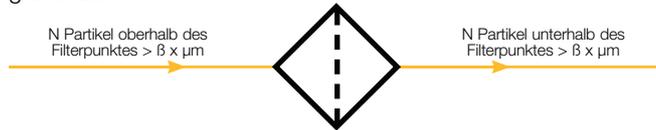
Jede Filterschicht hat bei der Beseitigung der Festkörperverschmutzungen eine andere Funktion. Systemgerechte Filtration stellt die Entfernung schädlicher Partikel sicher. Bei einigen Systemen ist die bessere Beseitigung kleinerer Partikel wichtiger als bei anderen Systemen, die mit Komponenten arbeiten. Die Kombination aus Vor- und Hauptschichten sorgt für einen realistischen Fluid-Reinheitwert. Der komplette Filter- und Supportschiensatz wird als Falzpaket bezeichnet.

Anleitung zur Verschmutzungsanalyse

Erkennung und Maßnahmen bei Verschmutzungsgefahr

Filterfeinheit

Der β -Wert drückt die Filterleistung für eine bestimmte Partikelgröße aus.



$$\beta(x) = \frac{\text{N Partikel oberhalb des Filterpunktes } > x \mu\text{m}}{\text{N Partikel unterhalb des Filterpunktes } > x \mu\text{m}}$$

Der frühere Standard ISO 4572 verwendete lediglich den Verhältnis $\beta > 75$. Dieser Standard wurde jetzt aktualisiert und durch ISO 16889 ersetzt. Dabei wird der β -Verhältnis in den Stufen 2, 10, 75, 100, 200 und 1000 für jedes Filtermedium oder Falzpaket angegeben. Die entsprechenden Leistungswerte sind nachstehend aufgeführt.

β -Verhältnis	2	10	75	100	200	1000
Leistung	50,00 %	90,00 %	98,67 %	99,00 %	99,50 %	99,99 %

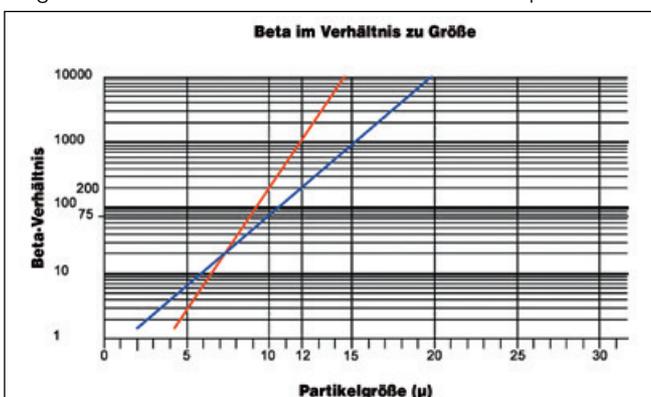
Bei Berücksichtigung des Elementes $\beta 75(c) > 10$ liegt die Rückhalterate bei 98,67 % der Partikel, die größer sind als 10 μm .

Zu häufig werden Filterelemente nur anhand eines β -Verhältnisses verglichen. Die Konzentration auf hohe β -Verhältnisses führt in die falsche Richtung und liefert nicht immer die benötigten Informationen.

Vergleich β -Verhältnis	Filter Element I	Filter Element II
Beta-Verhältnis	$\beta-75(c) > 10$	$\beta-200(c) > 10$
Anzahl der Partikel oberhalb des Filters $> 10 \mu\text{m}$	5,000,000	5,000,000
Filterleistung	98,67 %	99,50 %
Anzahl der Partikel unterhalb des Filters $> 10 \mu\text{m}$	66,500	25,000

Aussagen wie die, dass ein $\beta 200$ -Filter die Fluid-Sauberkeit um einen Faktor von 2,6 (66.500/25.000) verbessert, sind mit Vorsicht zu genießen. Die Fluid-Reinheitsnummern basieren auf mehreren Partikelgrößen. Es werden weitere Angaben benötigt, wenn man die Gesamtleistung von Filtermedien beurteilen will.

Vergleich zwischen zwei Filtermedien der Größe 10 μm .

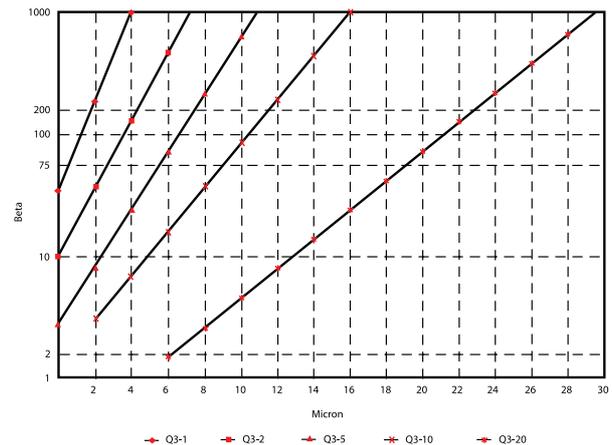


Filterelement (blau) I: $\beta 10(c) > 75$, Filterelement (rot) II: $\beta 10(c) > 200$

Das Filterelement II hat eine geringere Leistung bei kleineren Partikeln. Kleinere Partikel können sich leicht in schmalen Toleranzbereichen bewegen. Sie erhöhen das Ausmaß der erzeugten Verschmutzung, wirken sich auf die Funktion anderer Systemkomponenten aus und beschleunigen die Ölverschlechterung.

Die Gesamtleistung des Elementes ist der Wert für die Fluid-Reinheit.

Die korrekte Filterleistung wird auf der Grundlage der benötigten Fluid-Reinheit und nicht anhand eines β -Verhältnisses ausgewählt.



Hinweise auf die empfohlenen Werte der Fluid-Reinheit sind dieser Tabelle zu entnehmen. Es ist in der Branche üblich, dass Hersteller von Komponenten die erforderliche Fluid-Reinheit für die zuverlässige Funktion ihrer Produkte angeben.

Komponenten	ISO Code
Servoregelventile	16/14/11
Proportionalventile	17/15/12
Ventile und Kolbenpumpen/Motoren	18/16/13
Richt- und Druckregelventile	18/16/13
Getriebepumpen/-motoren	19/17/14
Durchflussregelventile	20/18/15
Zylinder	20/18/15

Die ISO-Codes sind lediglich Richtwerte.



Zusammensetzung der Filtermedien

Durchfluss und Druckverlust

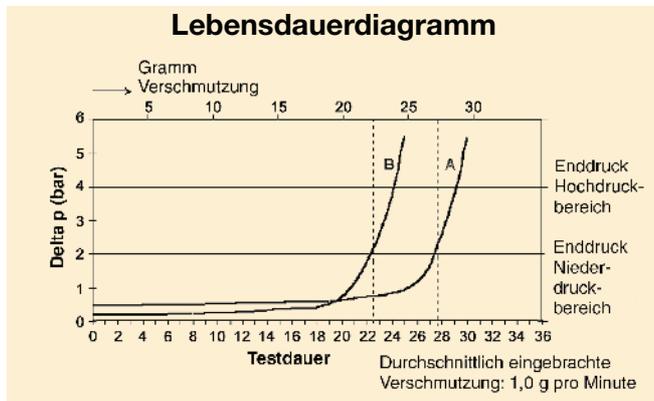
Durchfluss und zulässiger Druckverlust

Jedes Filterelement ist für einen bestimmten Nenndurchfluss vorgesehen. Der zulässige Durchfluss hängt von Fluid-Viskosität, Filterfeinheit und Druckverlust ab. Indirekt ist die benötigte Elementlebensdauer ein wichtiger Parameter. Ein größeres Element mit einer effektiveren Filterfläche wirkt sich positiv auf die Elementlebensdauer aus.

Medien	Filterfeinheit	Oberer Bereich	Unterer Bereich
Q3	2	16/14/10	13/11/8
Q3	5	18/16/13	17/15/9
Q3	10	20/18/15	19/17/12
Q3	20	22/20/17	21/19/13

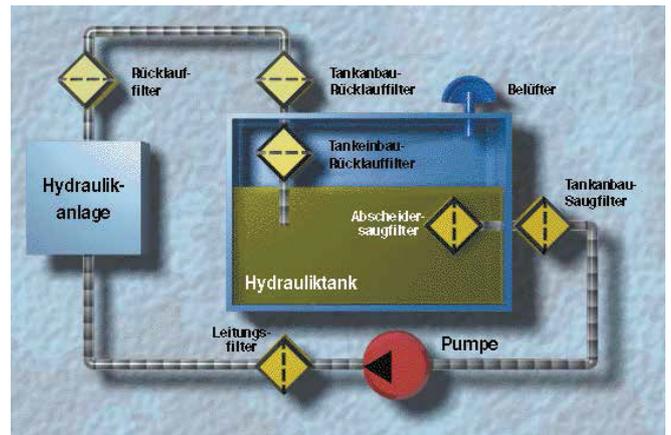
Die angegebenen Reinheitswerte sind lediglich Richtwerte auf der Grundlage von Durchschnittswerten.

Filterelemente werden ausgehend vom anfänglichen Druckabfall des sauberen Elementes ausgewählt. Es wird meistens von einem Verhältnis von mindestens drei zu eins zwischen Element-Bypass-Einstellung und Anfangs-Differenzdruck des Elementes ausgegangen.



Der Vergleich von Filterelementen mit verschiedenen Filtermedien auf der Grundlage des Anfangs-Differenzdrucks des sauberen Elementes liefert keinen zuverlässigen Hinweis auf die Schmutzaufnahmekapazität des Elementes. In diesem Beispiel hat das Filtermedium A einen höheren Anfangsdruckverlust. Im Verlauf der Lebensdauer ist der Druckverlust jedoch konstanter als bei Medium B. Somit ergibt sich eine längere Elementlebensdauer. Der Unterschied in der Leistung entsteht durch die effektivere Verteilung der entfernten Partikel in Medium A.

Filterarten und Installationspunkte



Abhängig vom Filtertyp und der Anbringungsstelle ist eine allgemeine Druckverlustangabe möglich.

Saugleitung: 0,03 - 0,05 bar

Druckleitung: 1 bar

Rücklaufleitung: 0,3 - 0,5 bar

Saugrückleitungsfilter: 1 bar