Filterfibel

Im Folgenden finden Sie die Grundlagen der Filtration an einfachen Beispielen dargestellt und erklärt.

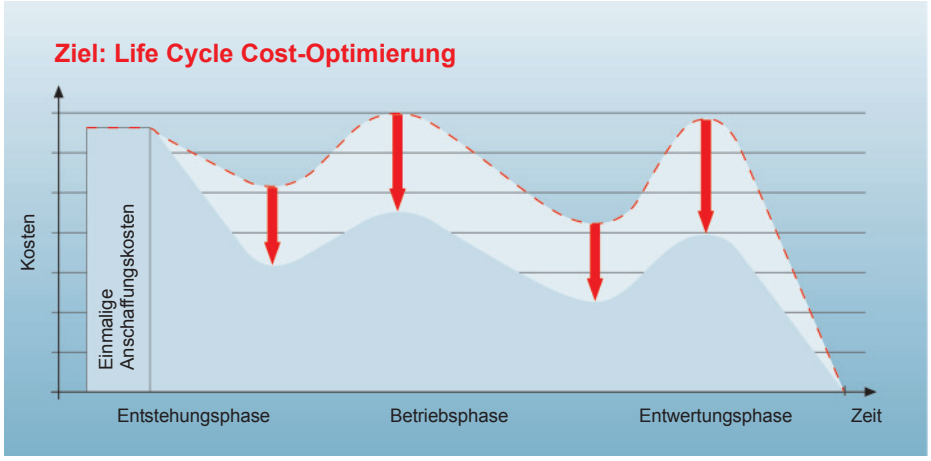
Für Spezialisten aus Filtration und Hydraulik, die detailliertere Info wünschen, empfehlen wir den Download unserer ausführlichen Filterfibel (www.hydac.com).

Bei Rückfragen zu den beschriebenen Inhalten oder für eine konkrete Problemlösung stehen wir Ihnen natürlich gerne auch persönlich zur Verfügung. Wenden Sie sich an unsere Außenbüros in Ihrer Nähe bzw. an das HYDAC-Stammhaus.

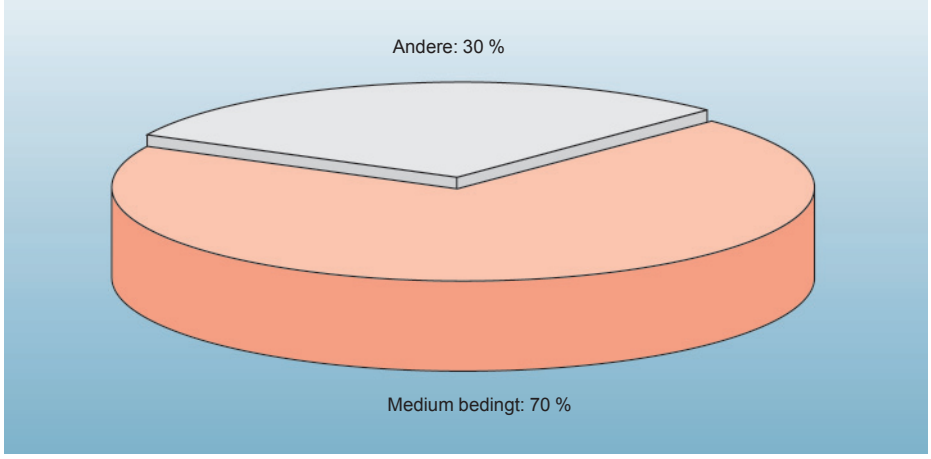
Bewusstsein für Fluids !

Um als Hersteller oder Betreiber von Maschinen und Anlagen im heutigen, schnelllebigen und globalisierten Umfeld in Zentraleuropa bestehen zu können, führt kein Weg an kontinuierlicher Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit vorbei.

Dies impliziert in erster Linie die Reduktion von Kosten, und zwar nicht nur die der Anschaffungskosten sondern aller Kosten, die während der **gesamten Lebensdauer** der Anlage entstehen (Life Cycle Cost - Reduktion).



Bei diesem Vorhaben kommt dem Zustand des Betriebsmediums eine entscheidende Rolle zu, denn etwa **70 % der Ausfälle von Schmier- und Hydrauliksystemen sind medienbedingt** - mit nachweislich ungünstigen Auswirkungen auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Anlagen und Geräten.



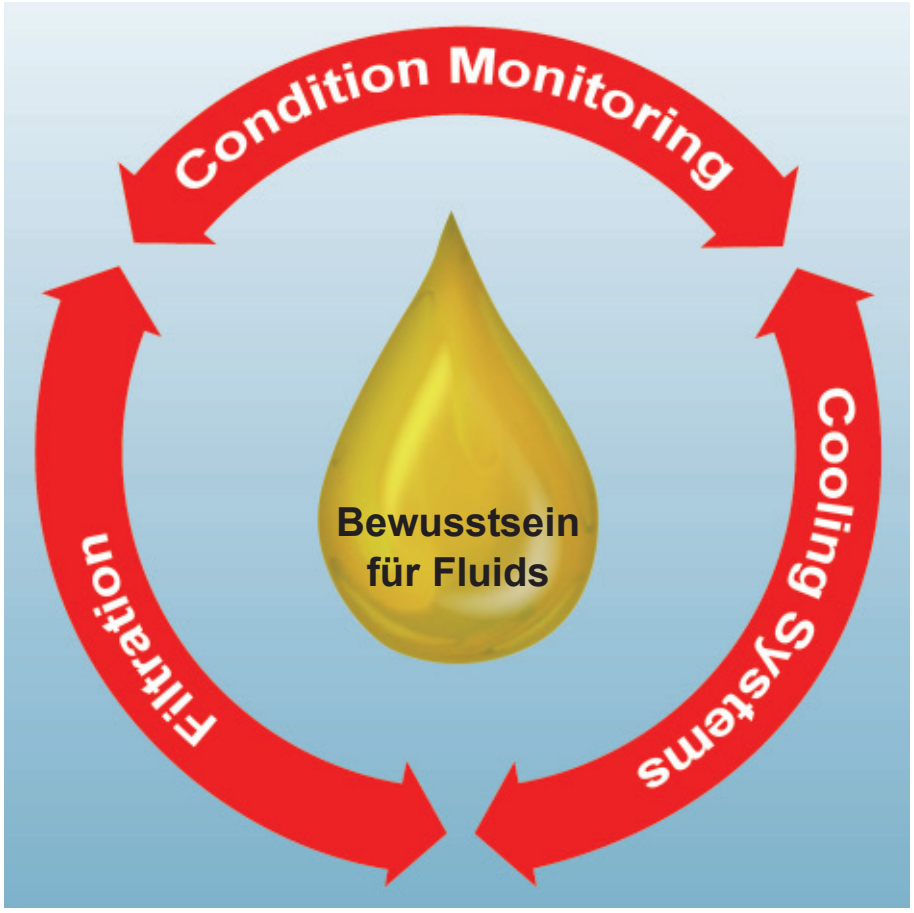
Ursachen für Ausfälle an Hydraulik- und Schmieranlagen

Macht man sich den direkten Einfluss der Fluidbeschaffenheit auf die Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Hydraulik- und Schmieranlage bewusst, liegen die notwendigen Maßnahmen auf der Hand: Kühlung, eine kontinuierliche Online-Überwachung und ein ausgereiftes Filtrationskonzept garantieren die Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit des gesamten Systems.

Obwohl sich die vorliegende Filterfibel - wie der Name schon sagt - in erster Linie mit der Komponente "Filter" beschäftigt, bieten Ihnen die Experten von HYDAC natürlich auch in Sachen Kühlung und Condition Monitoring moderne und auf Ihr System zugeschnittene Lösungen an.

Nur mit einer ganzheitlichen Betrachtung ist es möglich, den Zustand der eingesetzten Flüssigkeit dauerhaft zu verbessern und die Lebensdauerkosten (Life Cycle Cost) zu senken.

Wir, die Hydraulik-Experten von HYDAC, haben uns das **Bewusstsein für Fluids** auf die Fahne geschrieben und möchten Sie teilhaben lassen an unseren Erfahrungen - im Folgenden zum Thema Filtration, auf Anfrage natürlich auch gerne zu den Themen Kühlung und Condition Monitoring.



Warum ist Filtration überhaupt so wichtig?

Die Auswahl der optimalen Filtrationslösung trägt maßgeblich dazu bei, Schäden durch Verschmutzung zu verhindern, die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen und somit die Produktivität merklich zu steigern.

Speziell für die Reduzierung dieser Life Cycle Cost wurde die neue Filterelementtechnik Betamicron®4 entwickelt. Bereits mit den bisherigen Glasfaserelementen von HYDAC (Generation Betamicron®3) war man stets auf der sicheren Seite: Hohe und langzeitstabile Fluidreinheit für Ihr Hydraulik- bzw. Schmiersystem.

Die neue Generation setzt noch eins drauf: Mit nochmals verbesserten Leistungsdaten sorgen Elemente mit Betamicron®4-Technik für höchste Fluidreinheit. Durch eine Optimierung der Filtermedienstruktur wurden sowohl die Abscheideleistung als auch die Schmutzaufnahme nahezu durchgängig gesteigert. Das bedeutet: dauerhafter Schutz empfindlicher Bauteile und eine deutlich längere Lebensdauer des Filterelementes.

Durch eine spezielle Ausrüstung der Filtermatte können darüber hinaus selbst Fluide mit extrem niedriger Leitfähigkeit gefiltert werden, ohne dass es zu Entladungen im Filterelement kommt. Ein weiteres Plus also in Sachen Betriebssicherheit und für HYDAC die Vorreiterrolle in Sachen Element-Innovation.

Nebenstehende Tabelle fasst den positiven Einfluss der neuen Elementtechnik Betamicron®4 auf die Life Cycle Cost Ihrer Maschine oder Anlage zusammen.

		Optimierter Mattenaufbau	Optimierte Längsnaht	Zinkfreier Aufbau	Wickelfalzstützrohr	Schützender Aussenmantel	Elektrische Ableitfähigkeit
		minimiert					
Energie	Kosten	●					
Personal	Kosten	●	●			●	●
Logistik	Kosten			●	●		
Ausfall	Kosten	●	●	●		●	●
Produktion	Kosten	●	●				●
Reparatur	Kosten	●	●	●		●	●
Wartung	Kosten	●	●	●		●	●
Ersatzteil	Kosten	●	●	●		●	●
Entsorgung	Kosten				●		

Ausführlichere Informationen wie technische Kenndaten und Kundenvorteile finden Sie im Einzelprospekt **"Filterelemente Betamicron®4. Für reduzierte Life Cycle Cost".**

Welche Arten von Schäden werden durch Verschmutzung verursacht?

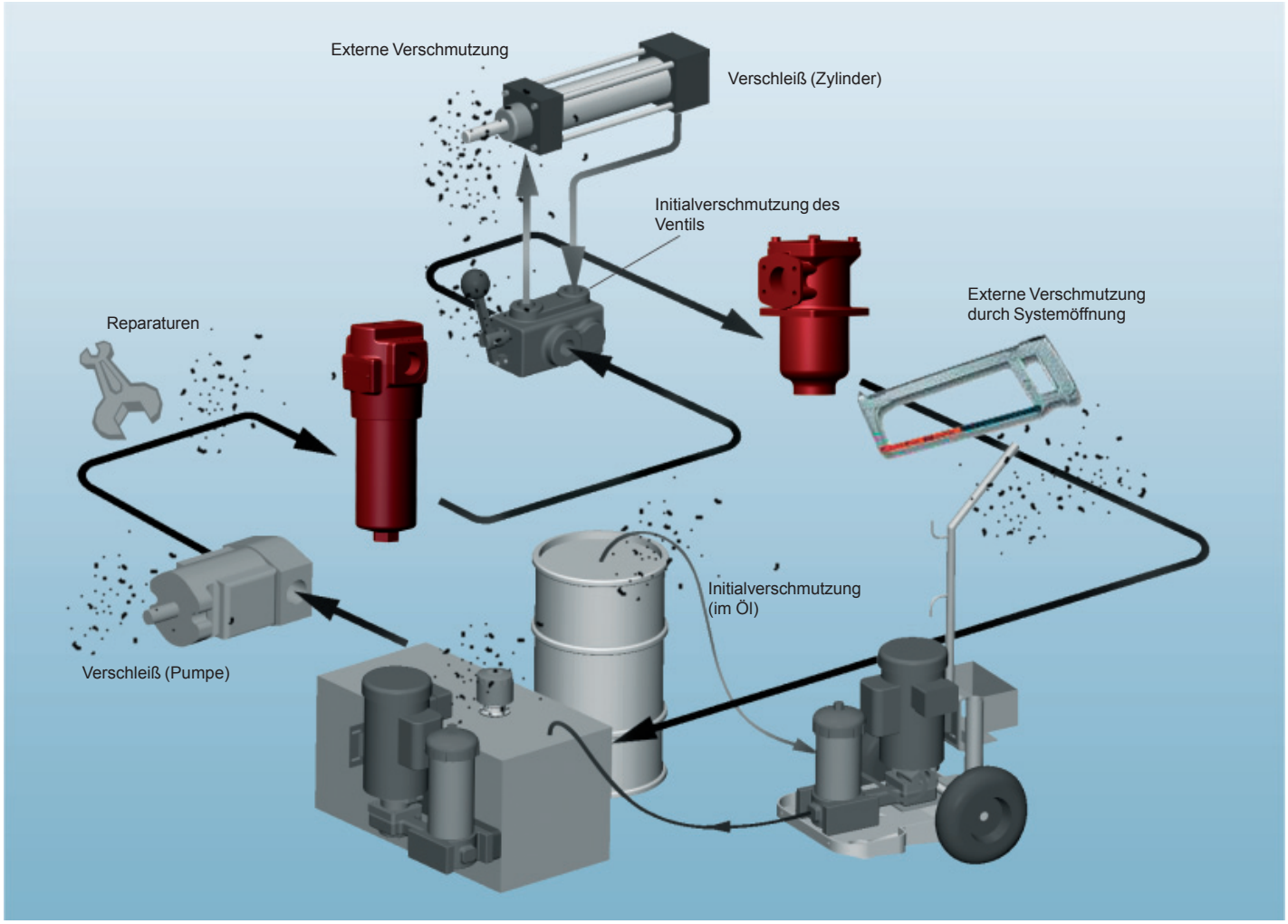
Verunreinigungen beeinträchtigen die Funktion von Hydraulik- und Schmierflüssigkeiten, wie z. B. die Wärme- und Energieübertragung, bis hin zum Anlagenstillstand.

Bei der anschließenden Schadensanalyse wird in ca. 75 % der Systemausfälle eine Beschädigung der eingesetzten Komponenten diagnostiziert - verursacht durch Verschmutzung des Betriebsmediums.

Ursachen der Verschmutzung

Was sind jedoch die Ursachen der Verschmutzung und welche Mechanismen können zu einem Anstieg der oben genannten Kosten führen?

Folgende Abbildung verdeutlicht, wo überall Verschmutzung lauert:



Herkunft/Entstehung der Kontamination:

- Integrierte Kontamination durch die eingebauten Komponenten (wie z. B. Ventile, Fluide, Zylinder, Pumpen, Tanks, hydraulische Motoren, Schläuche, Rohre)
- Erzeugte Kontamination während des Zusammenbaus des Systems, beim Einbruch des Systems, während des Systembetriebs und beim fluidbedingten Systemausfall
- Verunreinigung, die von außen ins System gelangt, z. B. durch:
  - Tankbelüftung
  - Zylinder, Dichtungen
- Kontamination, die während Instandhaltungsmaßnahmen ins System gerät
  - beim Systemaufbau/-abbau
  - bei der Systemöffnung
  - beim Nachfüllen von Öl

Werden die meist teuren Komponenten durch Feststoffverschmutzung in den Hydraulik- und Schmiermedien beschädigt, können Anlagenstörungen bis hin zum unverhofften Stillstand auftreten.

Die Intensität der Komponentenbeschädigung ist abhängig vom Material der Verschmutzung, vom Betriebsüberdruck, von der Beschaffenheit (rund oder scharfkantig) und von Größe und Anzahl der Partikel.

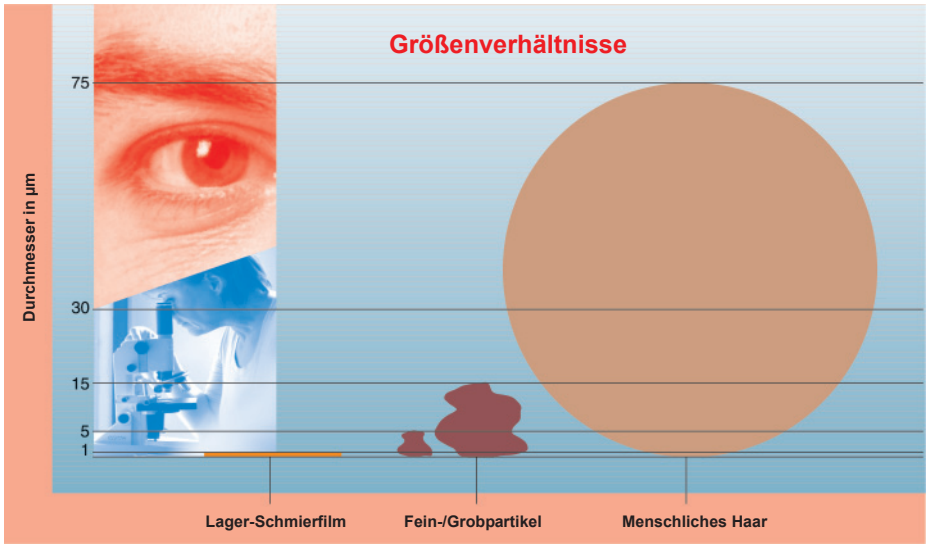
Dabei gilt: Je härter die Partikel, desto größer die Komponentenbeschädigung, und je höher der Betriebsüberdruck, desto stärker werden die Partikel in den Schmierspalt gedrückt.

Hierbei wird oft verkannt, dass ein Großteil dieser Feststoffpartikel kleiner als 30 µm und mit dem bloßen Auge nicht erkennbar ist. Das heißt, ein augenscheinlich sauberes Fluid kann in Wirklichkeit bedenklich verschmutzt sein.

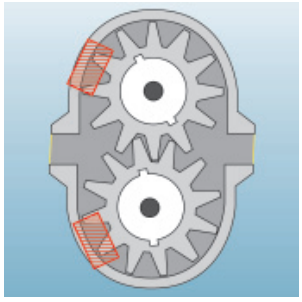
Besonders kritisch sind Partikel, die so groß wie das Passungsspiel an den bewegten Teilen sind.

Erschwerend kommt hinzu, dass durch die Forderung der Hydraulikanwender nach kleineren, leichteren leistungsfähigen Komponenten die Spaltweiten ständig verkleinert werden.

Im Folgenden finden Sie typische Spaltweiten

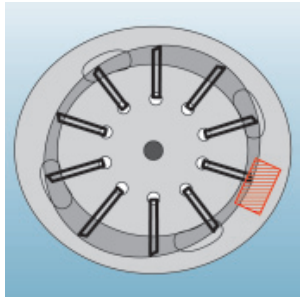


Bei hydraulischen Pumpen:



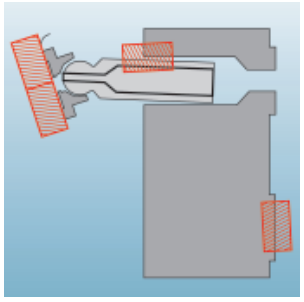
Zahnradpumpe
Dyn. Zwischenraum

Zahn zu Seitenblech: 0,5-5 µm
Zahnkopf zum Gehäuse: 0,5-5 µm



Flügelzellenpumpe
Dyn. Zwischenraum

Flügelzellenrand: 5-13 µm
Flügelzellendüse: 0,5-1 µm

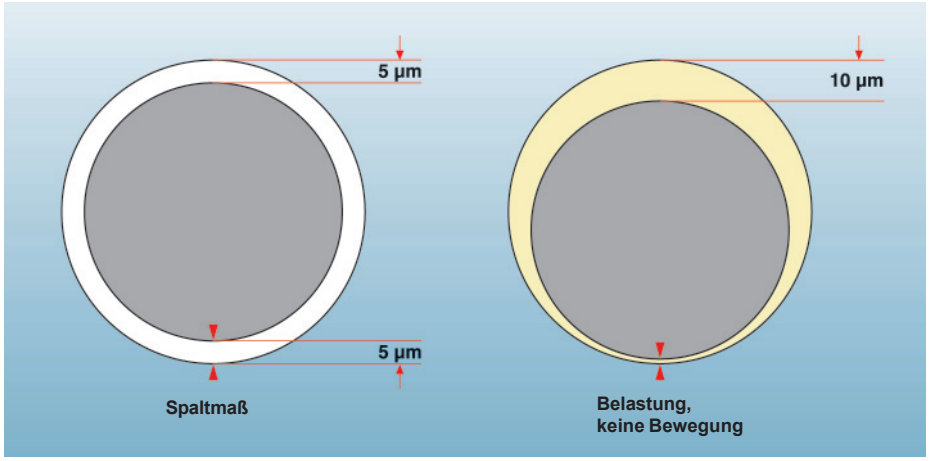


Kolbenpumpe
Dyn. Zwischenraum

Kolben zur Bohrung: 5-40 µm
Ventilplatte zu Zylinder: 0,5-5 µm

Bei Ventilen:

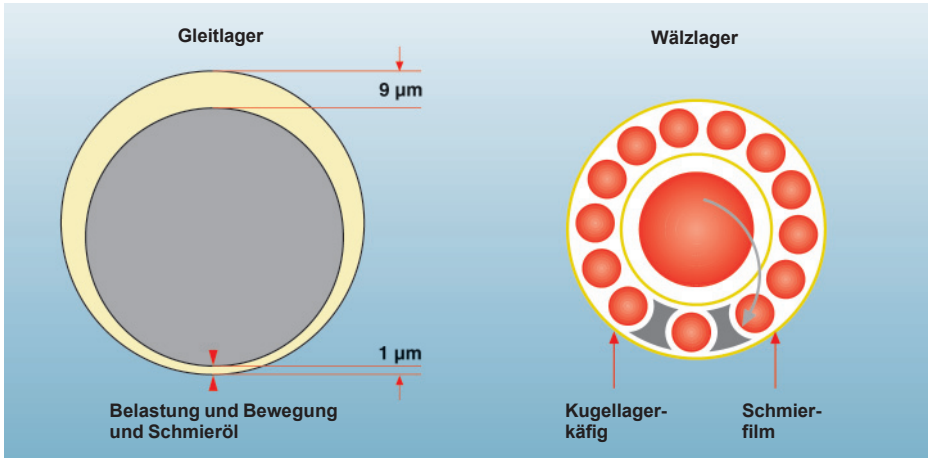
Servoventil	1-4 µm
Proportionalventil	1-6 µm
Richtungssteuerventil	2-8 µm



Der Arbeits- oder dynamische Schmierfilm ist nicht gleich dem Maschinenspaltmaß und ist abhängig von der Kraft, Geschwindigkeit und der Viskosität des Schmieröls.

Der Schmierfilm trennt somit die sich bewegenden Oberflächen, um einen Metallkontakt zu verhindern.

Komponente	Aussparung (µm)
Gleitlager	0,5-100
Wälzlager	0,1-3
Hydrostatische Kugellager	1-25



Welche Verschleißarten gibt es?

1. Abrasion
durch Partikel zwischen den sich hin- und herbewegenden Oberflächen.

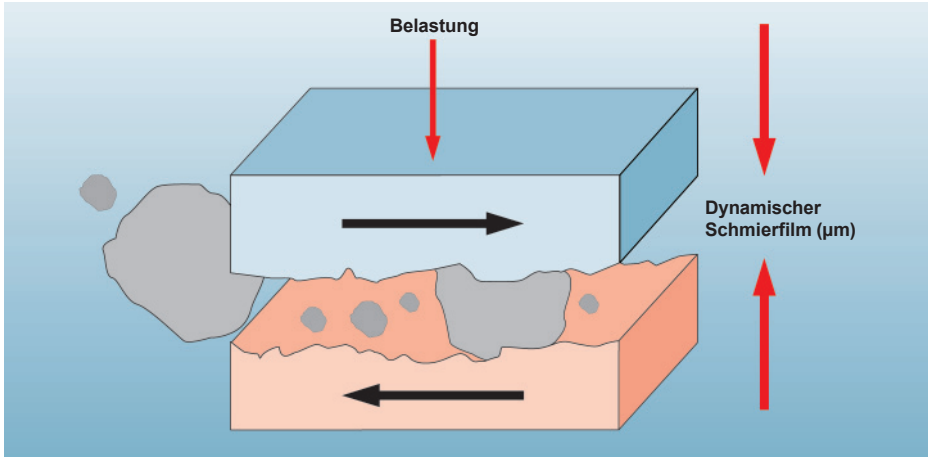
2. Erosion
durch Partikel und hohe Fluidgeschwindigkeit.

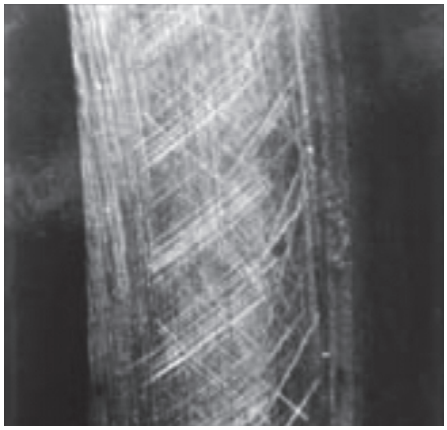
3. Adhäsion
durch Reibung von Metall auf Metall (Verlust von Fluid).

4. Oberflächenermüdung
durch Partikel beschädigte Oberflächen werden durch wiederholte Belastung überansprucht.

5. Korrosion
durch Wasser oder Chemikalien (wird im Folgenden nicht näher betrachtet).

1. Abrasion





Abrasion durch Fremdkörper

Auswirkungen der Abrasion:
- Veränderungen der Toleranzen
- Leckagen
- Geringere Effizienz
- Im System erzeugte Partikel bedeuten höherer Verschleiß!

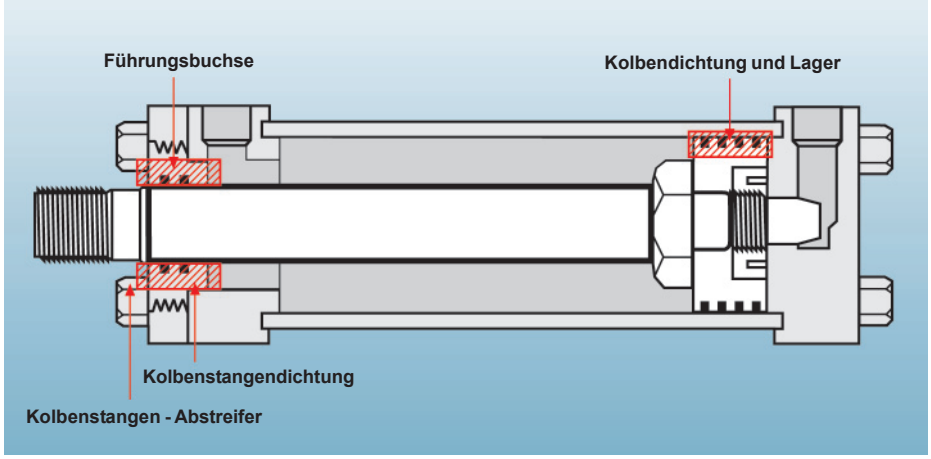
Auswirkungen von Verschleiß am Beispiel eines Hydraulikzylinders:

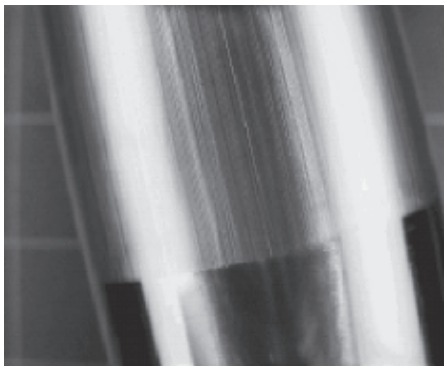
Kolbenstangendichtungsverschleiß
➡ Äußerliche Ölleckage

Führungsbuchsenverschleiß
➡ Fehlerhafte Ausrichtung der Kolbenstange

Kolbendichtungsverschleiß
➡ Verlust von Zylinder-Geschwindigkeit
➡ Verlust von Halterungsfähigkeit

Kolben-Lager-Verschleiß
➡ Fehlerhafte Ausrichtung des Kolbens



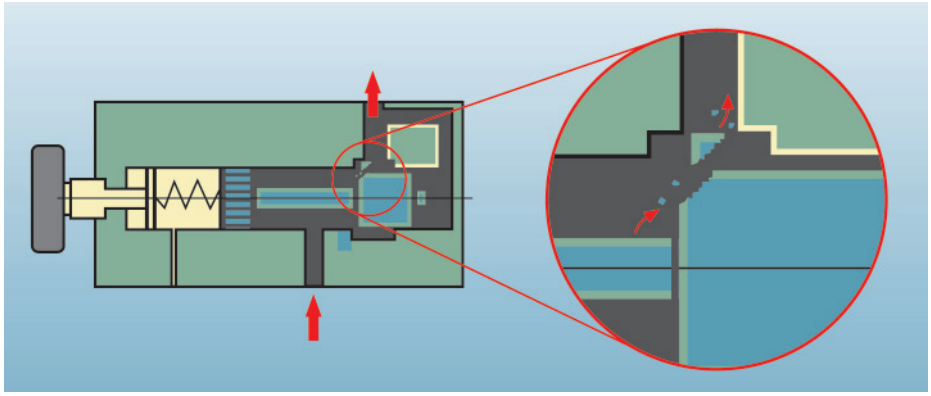


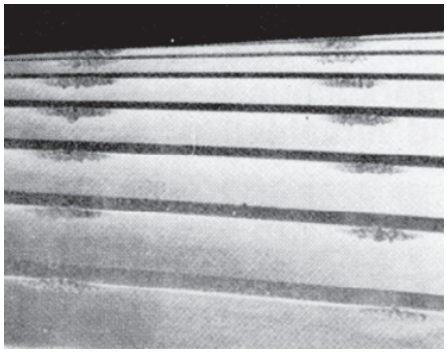
Beschädigter Zylinderkolben

Auswirkungen der Erosion:

Durch die hohe Durchfluss-geschwindigkeit des Fluids werden bereits vorhandene Partikel gegen die Ecken und Kanten der Anlage geschleudert.
Somit lösen sich weitere grobe und feine Partikel von der Oberfläche ab und es kommt nach und nach zum Abtrag der Oberflächen im System.

2. Erosion



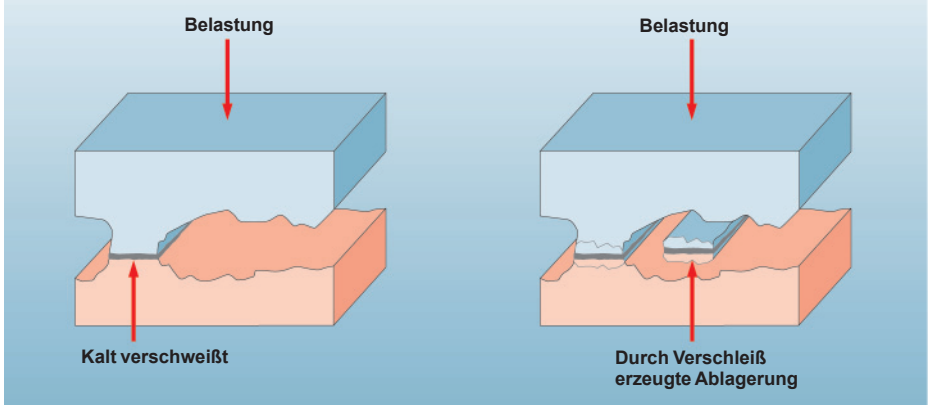


Erosionsschäden am Zahnrad

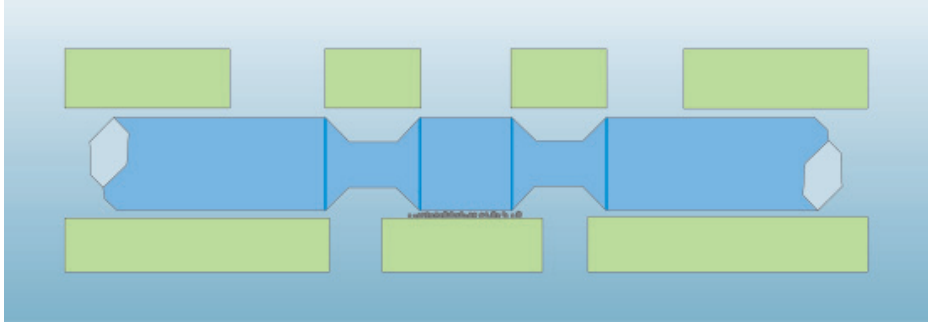
Auswirkungen der Adhäsion:

Geringe Geschwindigkeit, exzessive Belastung und/oder Reduktion der Fluidviskosität können die Dicke des Ölfilms reduzieren.
Dies kann zu einem Metallkontakt führen, eventuell auch zu Abscheren.

3. Adhäsion

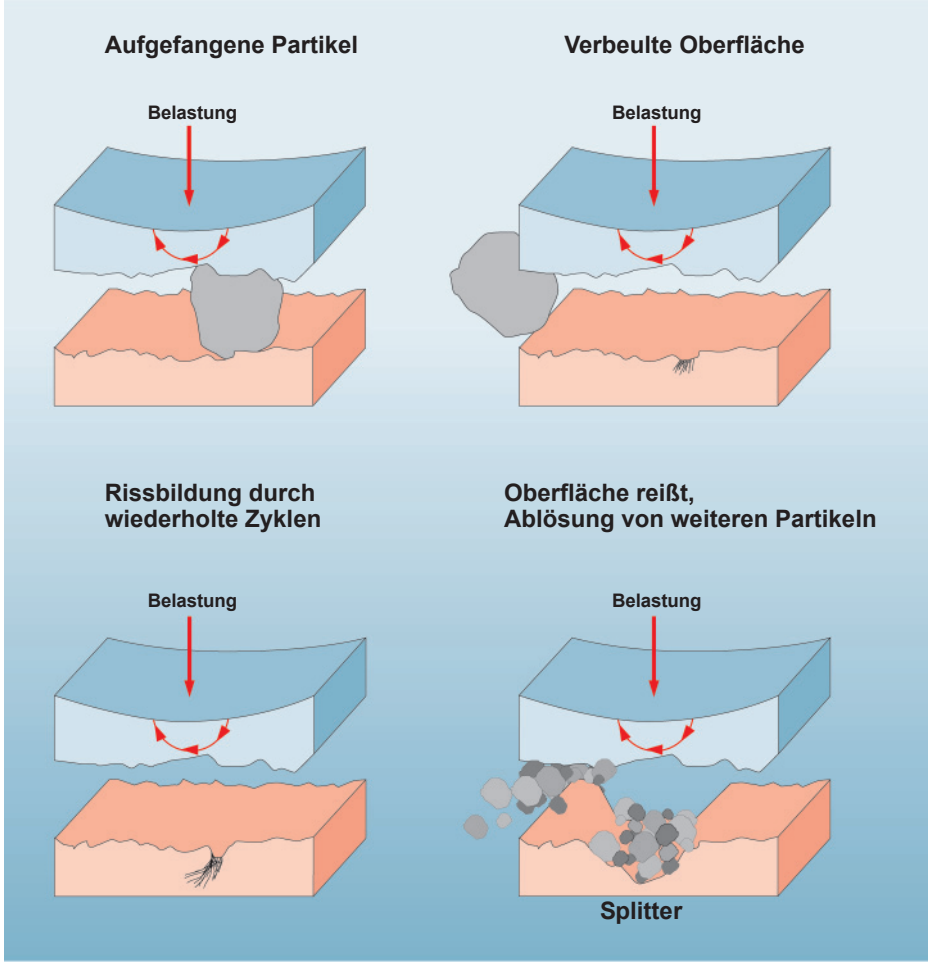


Adhäsion an Wälzlager



Kleinste Risse in der Oberfläche werden unterspült, was zum Abplatzen von Material und somit zur Bildung neuer Partikel führt. Dieser Vorgang verursacht einen Verschleißanstieg.

4. Oberflächenermüdung



Oberflächenermüdung am Wälzlager

Wie sauber sollte das Fluid sein ?

Klassifizierung der Feststoffverschmutzung

Die Klassifizierung der Feststoffverschmutzung in Schmier- und Hydraulikflüssigkeiten erfolgt nach ISO 4406/1999.

Zur Festlegung der Ölreinheitsklasse werden die Feststoffpartikel gezählt, die in 100 ml Flüssigkeit vorhanden sind, nach Größe und Anzahl geordnet und in Partikelbereiche eingeteilt.

Je nach Verfahren der Partikelauszählung sind dies 2 oder 3 Bereiche:

Partikelauszählung	Partikelgrößen (Code-Nr.)		
Automatischer Partikelzähler	> 4 $\mu m_{(C)}$	> 6 $\mu m_{(C)}$	> 14 $\mu m_{(C)}$
Mikroskopische Zählung	---	> 5 µm	> 15 µm

Der ISO-Code kann mit Hilfe nebenstehender Tabelle in eine maximale Partikelanzahl je Partikelgrößenbereich "übersetzt" werden.

Dieser Code wird für jeden Größenbereich bestimmt.

Die mit elektronischen Partikelzählern ermittelte Reinheitsklasse des Öles wird durch eine dreiteilige Zahlenkombination angegeben, z. B. 21/18/15; die mit mikroskopischer Auszählung ermittelte Partikelanzahl wird durch eine zweiteilige Zahlenkombination angegeben, z. B. -/18/15.

ISO Code	Partikelanzahl/100ml	
(nach ISO 4406)	von	bis
5	16	32
6	32	64
7	64	130
8	130	250
9	250	500
10	500	1000
11	1000	2000
12	2000	4000
13	4000	8000
14	8000	16000
15	16000	32000
16	32000	64000
17	64000	130000
18	130000	260000
19	260000	500000
20	500000	1000000
21	1000000	2000000
22	2000000	4000000
23	4000000	8000000
24	8000000	16000000
25	16000000	32000000
26	32000000	64000000
27	64000000	130000000
28	130000000	250000000

Ermitteln mit...

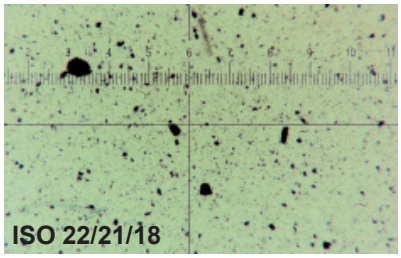
...elektronischem Partikelzähler

21 / 18 / 15
>4µm$_C$ >6µm$_C$ 14µm$_C$

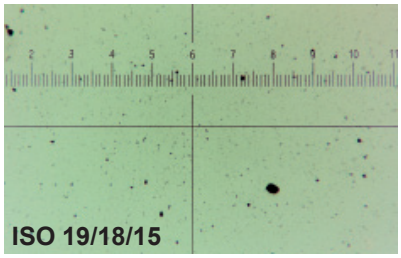
...mikroskopischer Auszählung

– / 18 / 15
>5µm$_C$ 15µm$_C$

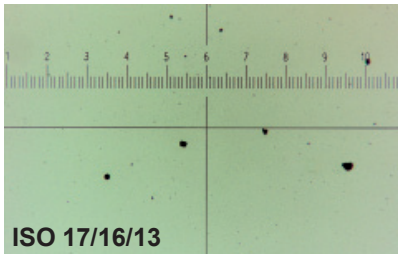
Typische Sauberkeitsniveaus:



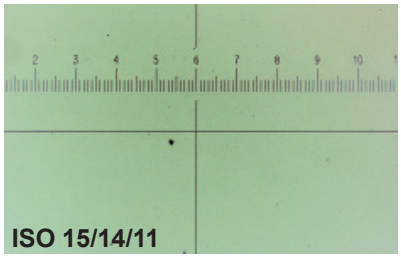
Frischöl, angeliefert in Fässern



Frischöl, angeliefert im Tankwagen



Frischöl, angeliefert im Minicontainer



für moderne Hydrauliksysteme erforderlich

Reinheitsanforderungen für Schmier- und Hydraulikbauteile

Die erforderliche Reinheitsklasse im Schmier- oder Hydrauliksystem wird durch die schmutzempfindlichste Komponente bestimmt.

Zahlreiche Hersteller von Komponenten für die Schmierung, Stationär- und Mobilhydraulik spezifizieren die optimalen Sauberkeitsanforderungen für ihre Bauteile. Flüssigkeiten mit stärkerer Verschmutzung können zu einer wesentlichen Verkürzung der Lebensdauer dieser Bauteile führen. Es empfiehlt sich daher, stets die jeweiligen Hersteller zu konsultieren und schriftliche Empfehlungen bezüglich der Sauberkeit des Fluids anzufordern.

Bei Gewährleistungsansprüchen sind diese Informationen wichtig, um Regressansprüche zurück zu weisen. Sollten seitens der Komponentenhersteller keine konkreten Angaben zur erforderlichen Ölreinheit vorliegen, empfiehlt sich die Festlegung auf Basis der nebenstehenden Tabelle:

Systemart/Anwendungsbereich/ Komponente	Empfohlene Reinheitsklasse
Gegen Feinstverunreinigung empfindliche Systeme mit Servohydraulik	15/13/10
Industriehydraulik ● Proportionaltechnik ● Hochdrucksysteme	17/15/12
Industrie- und Mobilhydraulik ● elektromagnetische Steuerventiltechnik ● Mitteldruck- und Niederdrucksystem	 18/15/12 19/16/14
Industrie- und Mobilhydraulik mit geringen Anforderungen an Verschleißschutz	20/18/15
Druckumlaufschmierung bei Getrieben	18/16/13
Frischöl	21/19/16
Pumpen/Motoren ● Axialkolbenpumpe ● Radialkolbenpumpe ● Zahnradpumpe ● Flügelzellenpumpe	 18/16/13 19/17/13 20/18/15 19/17/14
Ventile ● Wegeventile ● Druckventile ● Stromregelventile ● Rückschlagventile ● Proportionalventile ● Servoventile	 20/18/15 19/17/14 19/17/14 20/18/15 18/16/13 16/14/11
Zylinder	20/18/15

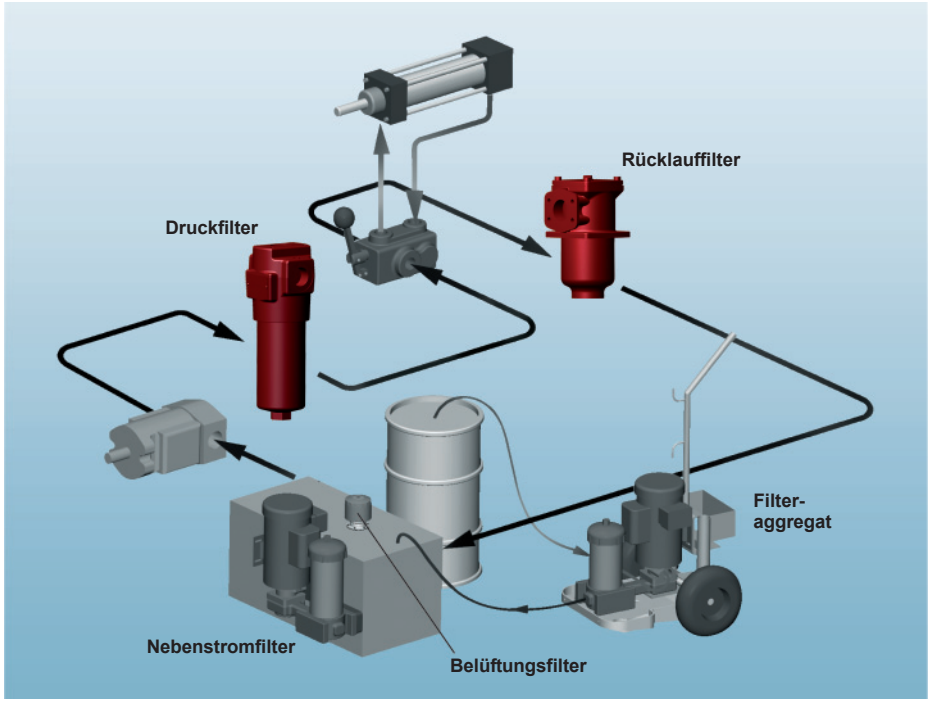
Die in der Tabelle angegebenen Reinheitsklassen beziehen sich auf einen Betriebsdruck von 100 bis 160 bar, eine normal einzustufende Umgebungsverschmutzung und eine normale Anlagenverfügbarkeit.

Deshalb müssen bei der Festlegung der erforderlichen Reinheitsklasse des Fluids nebenstehende Kriterien mit berücksichtigt werden:

		Korrekturfaktor für die empfohlenen Reinheiten
Betriebsdruck	kleiner 100 bar größer 160 bar	1 Klasse schlechter 1 Klasse besser
Erwartungen an die Lebensdauer der Maschine	bis 10 Jahre über 10 Jahre	keine Korrektur 1 Klasse besser
Reparatur und Ersatzteilkosten	hoch	1 Klasse besser
Ausfallkosten infolge von Stillstand	bis 10.000 €/St. über 10.000 €/St.	keine Korrektur 1 Klasse besser
Pilotanlage (Anlage, die den Fertigungsprozess bzw. Ablauf stark beeinflusst)		1 Klasse besser

Welche Filterbauarten gibt es und wann werden sie eingesetzt?

Installationsorte eines Filters

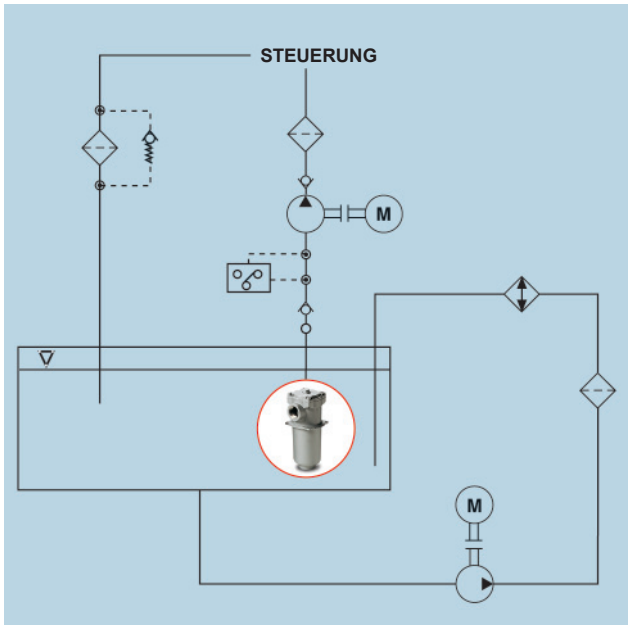


Saugfilter

Saugfilter dienen zum Schutz der Pumpe vor groben Flüssigkeitsverunreinigungen, die zu einem plötzlichen Pumpenausfall führen können.

Aufgrund der Gefahr von Kavitation der Pumpe werden relativ grobe Filtermaterialien mit einer Filterfeinheit > 25 µm verwendet.

Daher sind Saugfilter **nicht** geeignet, den für den wirtschaftlichen Betrieb der Anlage notwendigen Komponentenschutz sicherzustellen.



SF, SFM, Saugfilter-Element

Auszug aus Produktpalette

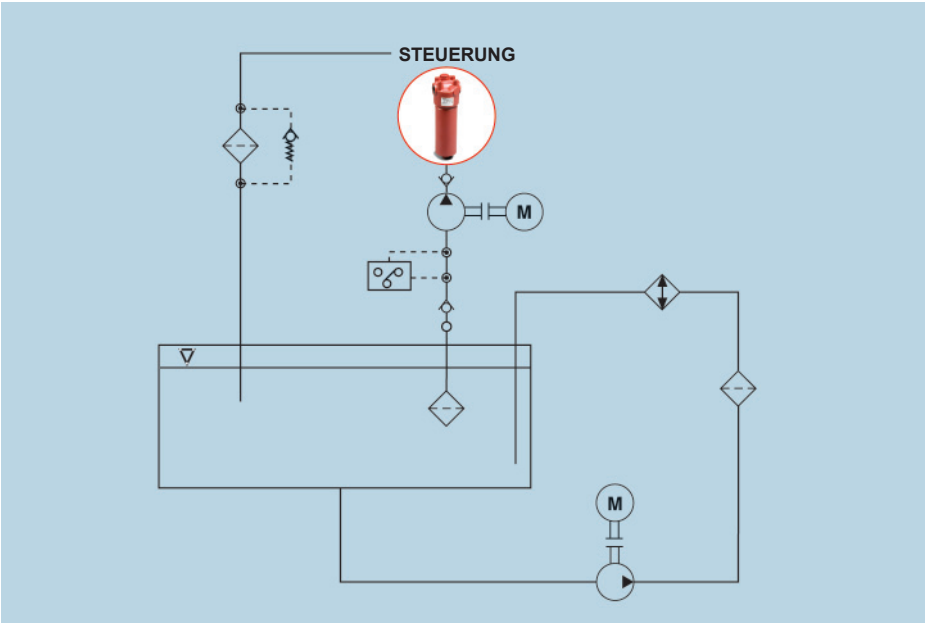
Saugfilter	
Vorteile	zu beachten
● Schützt die Pumpe vor Grobverschmutzung	● Feinstfiltration nicht möglich ● Pumpe muss gegen Kavitation geschützt werden (Unterdruckschalter) ● Kavitationsgefahr insbesondere bei tiefen Temperaturen (Kaltstart) ● Zur Gewährleistung von Verschleißschutz ist die Installation weiterer Filter notwendig

Druckfilter

Druckfilter werden hinter der Systempumpe installiert und sind auf den Systemdruck und auf den Volumenstrom in der Druckleitung, in der sie installiert sind, ausgelegt. Druckfilter eignen sich besonders zum Schutz empfindlicher, unmittelbar hinter dem Filter befindlicher Bauteile, wie z. B. Servoventile. Hochdruckfilter haben dem maximalen Systemdruck standzuhalten, wobei in vielen Fällen infolge häufiger Druckspitzen im System auch die Dauerfestigkeit gewährleistet sein muss.

Druckfilter sollten grundsätzlich mit einer Verschmutzungsanzeige ausgestattet sein. Vor besonders kritischen Komponenten sollten nur Leitungsfilter ohne Bypassventil verwendet werden. Derartige Filter müssen mit einem Filterelement ausgerüstet sein, das selbst höheren Differenzdruckbelastungen standhält, ohne Schaden zu nehmen.

Die Filtergehäuse müssen dem max. dynamischen Systemdruck standhalten.



Leitungsfilter

DF 420 bar

MFM 280 bar

LPF 50 bar

Auszug aus Produktpalette

Blockanbaufiler

DFZ 315 bar

DF...M A 250 bar
DF...Q E 315 bar

DFP 315 bar

Auszug aus Produktpalette

Druckfilter	
Vorteile	zu beachten
● Filtration erfolgt direkt vor den zu schützenden Komponenten ● Gewünschte Reinheitsklasse wird gewährleistet	● Teureres Filtergehäuse und -element durch Druckbeanspruchung ● Aufwendige Elementkonstruktion aufgrund der notwendigen Differenzdruckfestigkeit ● Pumpe wird nicht geschützt ● Bei Einfachfiltern muss die Anlage zum Elementwechsel abgeschaltet werden.

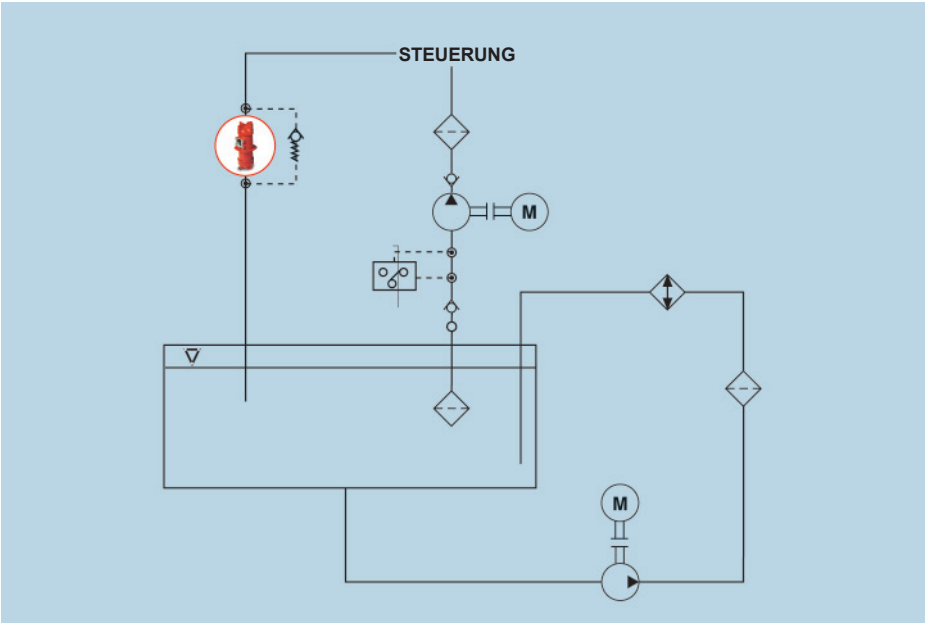
Rücklauffilter

Rücklauffilter sitzen in der Rücklaufleitung als Leitungsfilter oder als Behälteranbaufilter auf dem Tank bzw. Tankeinbaufilter im Tank.
Dies bedeutet, dass die Druckflüssigkeit vom System kommend, gefiltert in den Behälter zurückfließt. Damit werden alle Schmutzpartikel aus der Druckflüssigkeit gefiltert, bevor sie in den Behälter gelangen.

Bei der Auswahl der richtigen Filtergröße muss der maximal mögliche Volumenstrom berücksichtigt werden. Dieser entspricht dem Flächenverhältnis zwischen Kolben- und Kolbenstange des Hydraulikzylinders und kann größer sein als der Volumenstrom, der von den Pumpen erzeugt wird.

Damit eine mögliche Flüssigkeitsverschäumung im Behälter vermieden wird, ist unbedingt darauf zu achten, dass der Flüssigkeitsaustritt aus dem Filter unter allen Betriebsbedingungen immer unterhalb des Flüssigkeitsspiegels liegt. Eventuell ist die Installation eines Rohres oder Volumenstromdiffusers im Filterauslauf notwendig. Es ist zu beachten, dass der Abstand zwischen Behälterboden und Rohrende nicht geringer als das zwei- bis dreifache des Rohrdurchmessers ist.

Rücklauffilter können mit Belüftungsfilter, als Zusatzausrüstung, eingesetzt werden.



Rücklauffilter

RF

NF

RFN

Auszug aus Produktpalette

Rücklauffilter	
Vorteile	zu beachten
● Filtration der gesamten zurückströmenden Flüssigkeit ● Dem Tank wird kein Anlagenschmutz zugeführt ● Preiswertes Filtergehäuse und -element	● Bei hochwertigen Bauteilen muss ein Druckfilter als Zusatzfilter eingesetzt werden ● Installation eines Bypassventils ratsam ● Bei Elementen mit geringer Differenzdruckfestigkeit Zerstörung des Elements durch Mengenpulsation möglich ● Bei Einfachfiltern muss die Anlage zum Elementwechsel abgeschaltet werden ● Große Filter bei hohen Volumenströmen erforderlich (Flächenübersetzung bei Differenzialzylinder)

Rücklauf-Saugfilter

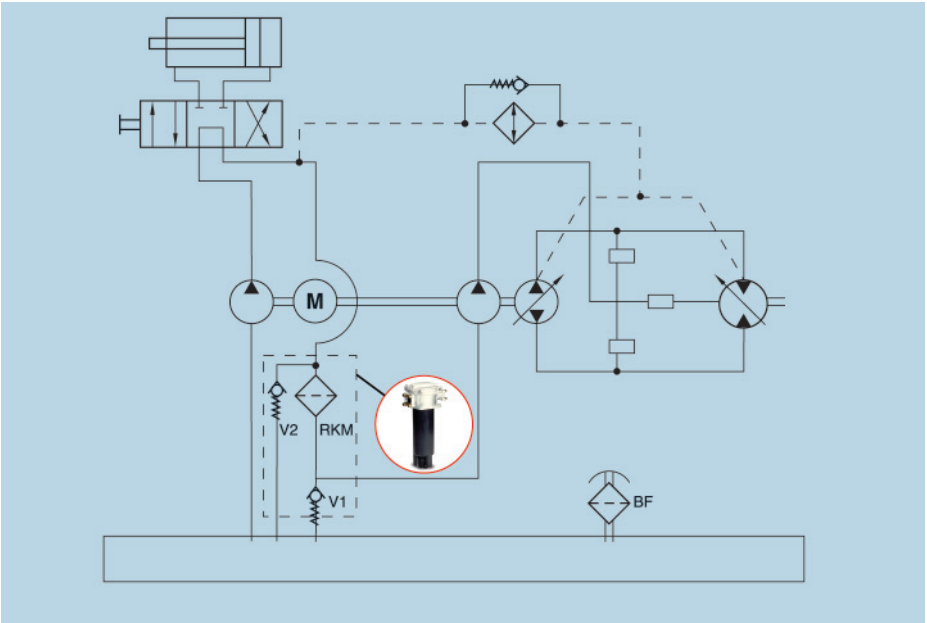
Vor allem bei mobilen Geräten, die mit einer Arbeitshydraulik (z. B. Ein- und Ausfahren von Zylindern) und einer Fahrhydraulik ausgerüstet sind, kommen Rücklauf-Saugfilter zum Einsatz.

Diese Filter bieten den Vorteil, dass gefiltertes Öl mit einem Überdruck von ca. 0,5 bar der Füllpumpe des Fahrantriebs zugeführt wird, was die Kavitationsgefahr in der Füllpumpe vermindert und somit exzellente Kaltstarteigenschaften ermöglicht.

Zur Aufrechterhaltung der Vorspannung von ca. 0,5 bar am Anschluss zur Füllpumpe ist unter allen Betriebsbedingungen ein Überschuss zwischen Rücklauf- und Saugmenge in Höhe von mindestens 10 % erforderlich.

Durch ein Druckbegrenzungsventil wird ab einem Δp von 2,5 bar das Öl direkt in den Tank geleitet (kein Bypass zum geschlossenen Kreis).

Wird neben der Menge des offenen Kreislaufes auch das Lecköl aus dem hydrostatischen Antrieb über den Filter geführt, ist zum Schutz der Radial-Wellendichtringe zu beachten, dass der zulässige Leckölдruck (unter Berücksichtigung des Druckverlustes der Leckölleitungen, des Ölkühlers und des Druckbegrenzungsventiles) am Filter nicht überschritten wird.



Rücklauf-Saugfilter

RKM

Rücklauf-Saugfilter	
Vorteile	zu beachten
● Feinstgefiltertes Öl zum Verbraucher (Erhöhung der Verfügbarkeit) ● Öl am Sauganschluss vorgespannt (0,5 bar) (Vermeidung von Kavitation, weniger Verschleiß) ● Ersetzt mehrere Filter (weniger Montagekosten, nur EIN Ersatzelement) ● Extrem niedriger Druckverlust (Vollfiltration bei tieferen Temperaturen) ● Vielfältige Optionen (Thermo, Multi Port)	● sinnvoll, wo unter Betriebs-bedingungen die Rücklaufmenge höher ist als die Menge, die saugseitig benötigt wird

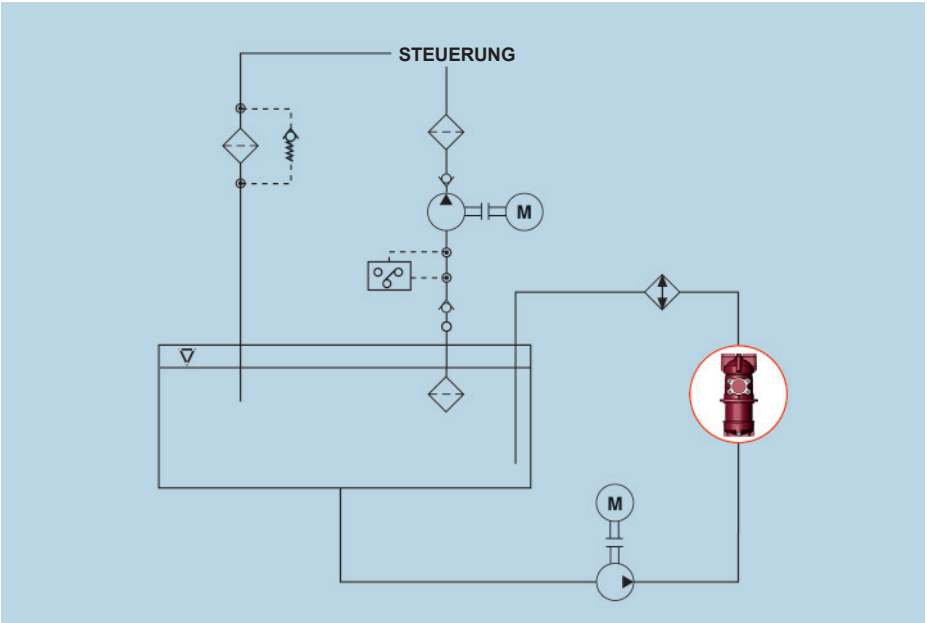
Nebenstromfilter

In hochbeanspruchten Hydrauliksystemen werden vermehrt zusätzliche Nebenstromfilter eingesetzt, um die Anreicherung von Feinstpartikeln zu vermeiden.

Im Gegensatz zu Hauptstromfiltern wird über Nebenstromfilter lediglich eine Teilmenge des gesamten Volumenstromes im System gefiltert.

Durch die kontinuierliche Filtration, unabhängig vom Arbeitszyklus der Maschine, lassen sich in Verbindung mit Feinstfilterelementen hervorragende Ölreinheiten erzielen. Weiterhin werden die Haupstromfilter entlastet, so dass deren Wechselintervalle verlängert werden können.

Nebenstromfiltersysteme sollten zusätzlich zu Hauptstromfiltern eingesetzt werden. In diesem Fall sollten die Hauptstromfilter als Schutzfilter, d.h. weniger fein filternd und ohne Bypassventil, ausgelegt werden.



Nebenstromfilter

Auszug aus Produktpalette

NF

Nebenstromfilter
Vorteile
● hervorragende Reinheitsklassen ● systemunabhängige Filtration ● hohe Schmutzaufnahme der Filterelemente durch geringe, pulsationsfreie und konstante Durchströmung der Filterelemente ● Elementwechsel ohne Stillstandzeiten der Maschine möglich ● Kosteneinsparung durch geringere Materialkosten ● geringere Wartungszeiten ● geringere Ausfallzeiten ● preisgünstige Filterelemente ● Befüllung der Hydraulikanlage möglich ● problemlos bei Systemen mit unzureichender Filtration nachrüstbar ● Entwässerung des Fluids möglich ● Verweilzeit des Fluids im System wird erhöht

Allgemein sollten Nebenstromfilter vorgesehen werden,

- wenn hohe Schmutzeindringraten zu erwarten sind, wie z. B. bei Serien-Prüfständen, Großanlagen in staubhaltiger Umgebung, Reinigungsanlagen
- bei der Installation eines separaten Kühlkreislaufs
- bei stark wechselnden Volumenströmen im System

Tankbelüftungsfilter

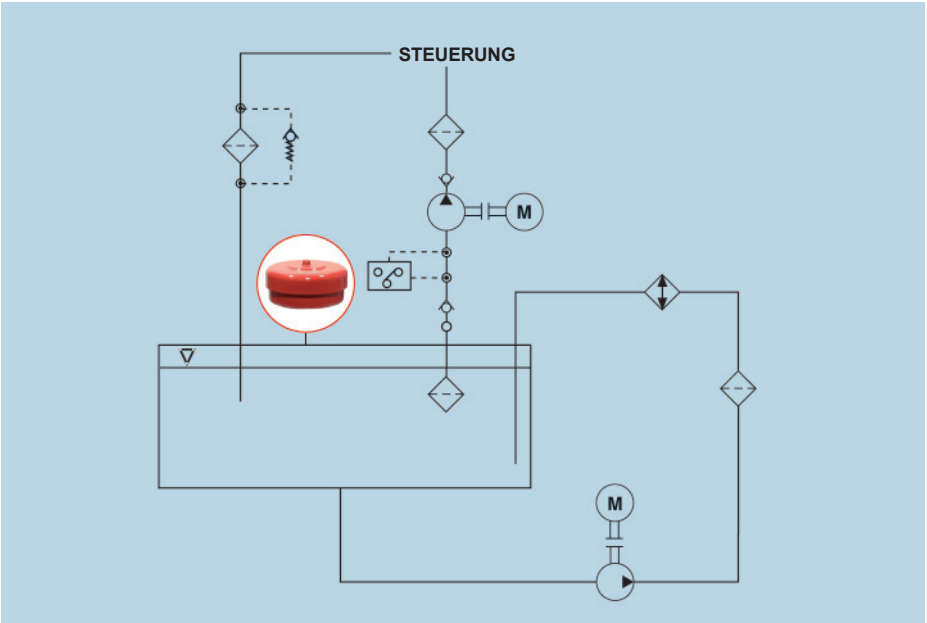
Tankbelüftungsfilter gehören zu den wichtigsten Gliedern beim Filterkonzept.

Infolge von Temperaturveränderungen sowie durch den Einsatz von Zylindern bzw. Druckspeichern unterliegt das Ölniveau in den Behältern von Hydraulik- und Schmieranlagen permanenten Schwankungen.

Die entstehende Druckdifferenz zur Umgebung wird durch Luftaustausch ausgeglichen, wodurch Schmutz in den Behälter gelangen kann.

Das Eindringen von Schmutz kann durch einen Belüftungsfilter verhindert werden. Idealerweise sollte dieser mindestens die gleiche Filterfeinheit wie die Systemfilter im Hydraulikkreis aufweisen. Durch den Einsatz von Belüftungsfiltern mit Doppel-Rückschlagventilen lässt sich der Luftaustausch zwischen Behälter und Umgebung erheblich reduzieren, wodurch der Eintritt von Schmutz und Staub minimiert und die Standzeit des Belüftungselementes erhöht werden kann.

Bei hohen Temperaturveränderungen und hoher Luftfeuchtigkeit gelangt zusätzlich Wasser in den Tank. HYDAC-Filter der Bauart BD verhindern das Eindringen von Wasser und verbessern somit das Fluidverhalten.



Tankbelüftungsfilter

BF

ELF/L

BD/BDH/BDL

Auszug aus Produktpalette

Belüftungsfilter	
Vorteile	zu beachten
● Entlastung der Systemfilter durch Schutz vor Schmutzeintritt durch die Tankbelüftung ● hoher Luftdurchsatz ● kostengünstig ● umweltfreundlich	● Bei nicht sachgemäßer Auslegung der Filter können Beschädigungen am Tank und den Pumpen auftreten.

Zusammenfassung

Filteranordnung	Vorteile	zu beachten	Filterbe-zeichnung
Belüftungsfilter	● Entlastung der Systemfilter durch Schutz vor Schmutzeintritt durch die Tankbelüftung ● hoher Luftdurchsatz ● kostengünstig ● umweltfreundlich	● Bei nicht sachgemäßer Auslegung der Filter können Beschädigungen am Tank und den Pumpen auftreten.	ELF, BF, BL, BD, ELFL, BT
in der Saugleitung	● Pumpenschutz	● erlaubt nur grobe Filtration ● Aufgrund der Pumpenan-saugbedingungen sind großzügig dimensionierte Filterbaugrößen mit einem geringen Differenzdruck erforderlich ● kein Schutz der nachfolgenden Bauteile vor Pumpenabrieb ● ungeeignet für viele Regelpumpen ● minimaler Systemschutz ● Absicherung der Pumpe gegen den Unterdruck zwingend notwendig	SFE, SF, MF, MFD, LPF, LF, RFL, RFLN, SFM, SFF, SFR, SFFZ
in der Druckleitung	● direkter Komponentenschutz ● Beitrag zur allgemeinen Sauberkeit des Systems ● hocheffiziente Feinstfilterelemente können eingesetzt werden ● filtert Pumpenantrieb aus	● Gehäuse und Element teuer, da sie für den max. Systemdruck ausgelegt sein müssen ● filtert keine Verunreinigungen von dahinterliegenden Komponenten aus ● hohe Energiekosten	DF, DFZ, DFN DFP, ILF, LFDK, MDF, MFM, LPF, LF MF, MFD, LFM, DFM, LFN, LFNF, LPF, LPFR, LFR, DFF, DFG, DFDK, DF..M A, DF..Q E, HFM
in der Rücklauf-leitung	● filtert die Verunreinigungen, die durch Abrieb von Bauteilen und durch verschlissene Abstreifer in die Anlage eingedrungen sind vor der Einleitung in den Hydrauliktank aus ● niedrige Druckauslegung des Filtergehäuses ermöglicht geringere Kosten ● kann in Leitungen oder in den Tank integriert werden	● kein Schutz der Pumpe ● Rückleitungs-Durchfluss-schwankungen können die Filterleistung reduzieren ● kein direkter Bauteilschutz ● evtl. Notwendigkeit großer Filter, da Rückstrom oft größer ist als Pumpenförderstrom	RF, RFM, RKM, RFL, RFLD, RFN, RFD, RFND, RFLN, RFLR, RFMR, RKMR
im Nebenstrom z. B. Kühlkreislauf	● fortlaufende Reinigung der Hydraulikflüssigkeit auch bei abgeschaltetem System ● Wartung bei laufendem System möglich ● Filterwirkungen werden nicht von Durchflussschwankungen beein-trächtigt und bieten optimale Lebens-dauer und Leistung der Filterelemente ● Befüllen des Tankes mit gefiltertem Neuöl möglich ● besonderer Reinheitsgrad kann genauer erzielt und aufrechterhalten werden. ● Flüssigkeitskühlung kann u. U. problemlos integriert werden	● hohe Investitionskosten ● zusätzlicher Platzbedarf ● kein direkter Komponentenschutz	NF, NFD, LF, MF

Filterauswahl

Die Wirksamkeit eines Filters ist der wichtigste, jedoch nicht der einzige Einflussfaktor bei der Beurteilung eines Filtrationskonzeptes. Ein Filter kann wirkungslos sein, wenn er an der falschen Stelle eingebaut und mit einer falschen Aufgabe betraut wird.

Bei der Erstellung eines Filtrationskonzeptes spielen einige **Grundregeln** eine wichtige Rolle.

So sollte z. B. ein Hydraulikfilter immer verschleißmindernd wirken, also feiner als die kritische Spalttoleranz sein, Filter sollen im größtmöglichen Volumenstrom eingesetzt sein, geeignete Abdichtungen an Zylindern und Belüftungsfilter sollen den Schmutzeintritt in das System verhindern, etc..

Man unterscheidet deshalb zwischen **Schutzfiltern** und **Arbeitsfiltern**.

Schutzfilter	Arbeitsfilter
● Komponentenschutz	● Reinigungsarbeit
● kein Bypassventil	● möglichst pulsationsarmer Volumenstrom am Einbauort
● verhindert keinen Langzeitverschleiß	● optional mit Bypassventil
● filtert gröber als Arbeitsfilter	● Differenzdruckanzeige ist empfehlenswert
● hochdifferenzdruckfeste Filterelemente	● Einsatz von niederdifferenzdruckstabilen Elementen möglich

Begrenzung der Strömungsgeschwindigkeit

Weil bestimmte Strömungsgeschwindigkeiten in den Anschlussleitungen nicht überschritten werden sollten, empfehlen wir je nach Filterbauart nur spezielle maximale Volumenströme.

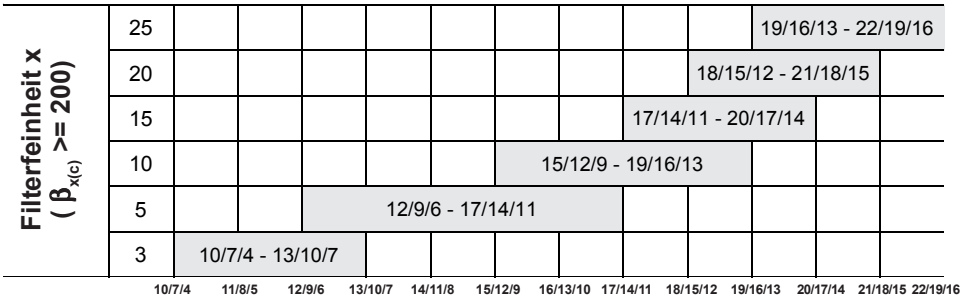
Wir geben hier Richtwerte vor, die auf unserer Erfahrung beruhen; Ausnahmen sind natürlich je nach Einsatzfall möglich und sinnvoll.

	Maximal empfohlener Volumenstrom in l/min				
Gewinde-anschluss	Saugfilter 1,5 m/s	Rücklauf-filter 4,5 m/s	Druckfilter bis 100 bar 4,5 m/s	Druckfilter bis 280 bar 8 m/s	Druckfilter bis 420 bar 12 m/s
G ½	14	42	42	46	68
G ¾	23	69	69	74	111
G 1	37	112	112	119	178
G 1 ¼	59	178	178	182	274
G 1 ½	92	275	275	295	443

Festlegung des geeigneten Filterelementes

Je nach Umgebungs- und Systembedingungen erreichen gleiche Filterfeinheiten unterschiedliche Ölreinheiten.

Mit HYDAC-Elementen werden typischerweise folgende Ölreinheitsklassen erzielt:



Ölreinheit nach ISO 4406

Auswahl des geeigneten Filtermaterials

Durch die Vielzahl der Anwendungen von HYDAC-Filtern sind unterschiedliche und nach dem jeweiligen Einsatzfall optimierte Elementausführungen entstanden. Dadurch sind wir in der Lage für Ihren speziellen Einsatzfall die technisch und wirtschaftlich optimierte Elementausführung anzubieten. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Filtermedien genannt. Zur Auswahl des für Ihren Einsatzfall geeigneten Filtermaterials steht Ihnen unsere Vertriebsmannschaft jederzeit zur Verfügung.

	Elementbezeichnung	Aufbau Filtermatte	Typische Merkmale
	Synthetische Feinstfiltermaterialien		
	Betamicron® BN4HC (20 bar) BH4HC (210 bar)	mehrlagig abgestützte, sterngefaltete Filtermatte (Meshpack) mit Glasfaservliesen	● hohe Schmutzaufnahme ● hohe Partikelabscheidung über einen weiten Differenzdruckbereich ● hohe Beständigkeit gegen Druck- und Volumenstromschwankungen
	Mobilemicron MM	mehrlagig abgestütztes, sterngefaltetes Meshpack mit Kunststofffaservliesen	● hohe Partikelabscheidung ● geringer Druckverlust ● ausreichende Schmutzaufnahme ● hochwertige Filtration im Saugbereich möglich
	Ecomicron ECON2	mehrlagig abgestütztes, sterngefaltetes Meshpack mit Kunststofffaservlies Stützrohr und Endkappen aus elektrisch leitendem Kunststoff	● hohe Partikelabscheidung ● geringer Druckverlust ● hohe Schmutzaufnahme ● Verwendung von hochwertigen und einfach entsorgbaren Kunststoffen ● geringes Gewicht ● stahl- und eisenfrei
	Lubimicron G/HC	mehrlagig abgestütztes, sterngefaltetes Meshpack mit Kunststofffaservlies	● Definition der Filterleistung gemäß API-Vorschrift
	Dimicron® DM	Filterscheiben mit mindestens zwei Filterlagen aus Kunststofffasern	● hohe Schmutzaufnahme (500 g/Element) ● hohe Partikelabscheidung ● hohe Reinigungswirkung im Einmaldurchgang (Betankungsstationen)
	Papierfasern		
	Papier P/HC	einfach abgestütztes, sterngefaltetes, organisches Papiervlies (meist phenolharz-imprägniert)	● Billigelement ● geringe Partikelabscheidung und Schmutzaufnahme (meist kein Multipass möglich) ● geringer Druckverlust ● geringer Kollapsberstdruck (Bypass zwingend notwendig)
	Edelstahl- und Drahtgewebematerialien		
	Drahtgewebe oder Tressengewebe W/HC oder T/HC	mehr- oder einlagig abgestütztes, sterngefaltetes Quadratmaschen-gewebe aus Edelstahl oder Tressengewebe	● Schutzfilter mit geringer Filterwirkung und Schmutzaufnahme
	Chemicron und Metallvlies V	mehrlagig aufgebautes sterngefaltetes Meshpack mit gesintertem Edelstahlvlies	● Die im Element eingesetzten Bauteile sind komplett aus Edelstahl. ● Bei Elementausführung "Metallvlies V" sind diese Bauteile mit einem 2-Komponenten-Kleber verbunden (max. Temperatur 100 °C). ● Bei Elementausführung "Chemicron" sind die Elementbauteile ohne Fremdstoffe verbunden.

Filterdimensionierung

Nachdem das Elementmaterial, die erforderliche Filterfeinheit und die Filterbauart festgelegt sind, kann die Filterbaugrößenbestimmung erfolgen.

Hierbei geht man davon aus, dass der Anfangsdruckverlust eines Filters einen bestimmten Vorgabewert nicht übersteigt, bzw. diesem Wert möglichst nahe kommt (siehe nebenstehende Tabelle).

Einsatz als	Filterbauart	Gesamt-Anfangsdifferenzdruck (mit neuem Filterelement)
Arbeitsfilter	Rücklauffilter, Druckfilter mit Bypassventil	0,15 bis 0,2 • $P_{Anzeige}$
	Nebenstromfilter, Leitungsfilter, separate Aggregate	0,15 bis 0,2 bar
Schutzfilter	Druckfilter ohne Bypassventil	0,3 • $P_{Anzeige}$
	Saugfilter	0,04 bar

Der Gesamtdruckverlust eines Filters (bei einem bestimmten Volumenstrom Q) besteht aus dem Gehäuse-Δp und dem Element-Δp und ermittelt sich wie folgt:

$$\Delta p_{Gesamt} = \Delta p_{Gehäuse} + \Delta p_{Element}$$

$\Delta p_{Gehäuse}$ = **ermittelbar aus Gehäusekennlinie (siehe z. B. Prospekt)**

$$\Delta p_{Element} = Q \cdot \frac{\text{Elementsteigungskoeffizient}}{1000} \cdot \frac{\text{Betriebsviskosität}}{30}$$

Beispiel

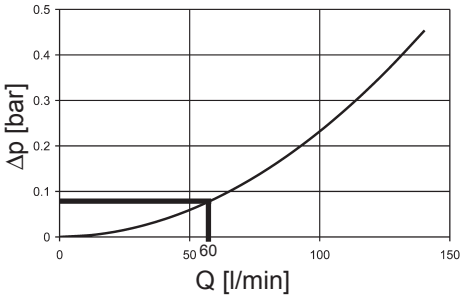
Auslegung eines Rücklauffilters, Tankanbau, Typ RFM 150, Elementmaterial Betamicron®4, 10 µm Filterfeinheit, Volumenstrom im Rücklauf: 60 l/min, Betriebsmedium: ISO VG 46, Betriebstemperatur: 40 °C.

Anmerkung:
dieses Öl hat bei 40 °C eine Betriebsviskosität von ca. 46 mm²/s (bitte immer die Öldaten des Herstellers beachten).

Maximaler Anfangsdifferenzdruck: 1 bar (=0,2 • $P_{Anzeige}$ = 0,2 • 2 bar = 0,4 bar)

$\Delta p_{Gehäuse}$:
(bitte dem Prospekt "RFM" entnehmen)

RFM 90, 150



$\Delta p_{Element}$:
(bitte den Steigungskoeffizienten für Element 0150 R 010 BN4HC den Prospekten "Filterelemente" oder "RFM" entnehmen

$$60\ \text{l/min} \cdot \frac{4{,}0}{1000} \cdot \frac{46\ \text{mm}^2/\text{s}}{30} = 0{,}368$$

$$\Delta p_{Gesamt} = \Delta p_{Gehäuse} + \Delta p_{Element}$$
$$0{,}09 + 0{,}368 = 0{,}458\ \text{bar}$$

Wie geht man in der Praxis vor?

Legt man großzügig aus, d. h. einen Filter größer, geht dies zu Gunsten der Standzeit, wobei höhere Investitionskosten zu erwarten sind. Legt man jedoch zu knapp aus, d. h. wählt man einen möglichst kleinen Filter, riskiert man trotz geringerer Anschaffungskosten geringere Standzeiten und schlechteren Komponentenschutz.

Ziel ist natürlich, den wirtschaftlichsten Filter zu finden, und das unter Berücksichtigung der gesamten Anlagenlebensdauer (Reduzierung der Life Cycle Cost).

Die Baugrößenfestlegung der Filter kann erfolgen mit Hilfe von

- Gehäuse- und Element-Druckverlustkennlinien aus den Prospekten (=händige Filterauslegung)
- Filterauslegungsprogramm **Size-IT** (=rechnergestützte Filterauslegung)
- Konzepterstellungswerkzeug **Optimize-IT** (=rechnergestützte Systemoptimierung)

Rechnergestützte Filterauslegung mit Filterauslegungsprogramm "Size-IT".

Size-IT ermöglicht eine rechnergestützte Filterauslegung, abgestimmt auf das jeweilige Anlagen- und Anwendungsprofil.

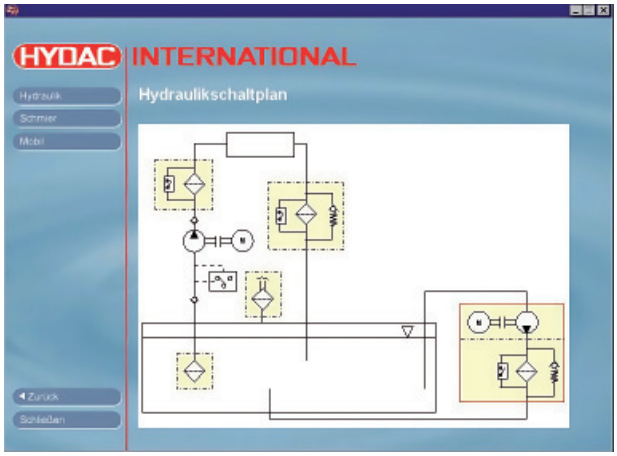
Es ist Bestandteil unseres elektronischen Produktkataloges auf CD-ROM, genannt **Filter-IT**.

Auf Wunsch senden wir Ihnen natürlich gerne ein Exemplar zu. Alternativ steht Ihnen das Programm auf unserer Internetseite (www.hydac.com) zur Verfügung.

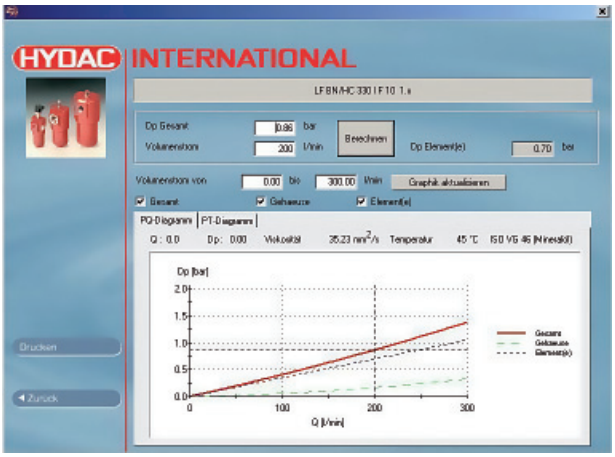
Mit **Size-IT** werden alle Berechnungen, die im vorausgehenden Auslegungsbeispiel mühsam Schritt für Schritt durchgeführt werden mussten, vollautomatisch realisiert.

Mögliche Fehler beim Herauslesen von Diagrammwerten werden verhindert; die Zeitersparnis ist beträchtlich.

Beispiel einer Filterauslegung mit Auslegungs-Software "Size-IT":



Auswahl eines Filtertyps im Hydraulikschaltplan



Darstellung von Element-, Gehäuse-, und Gesamtkennlinie für den ausgewählten Filtertyp

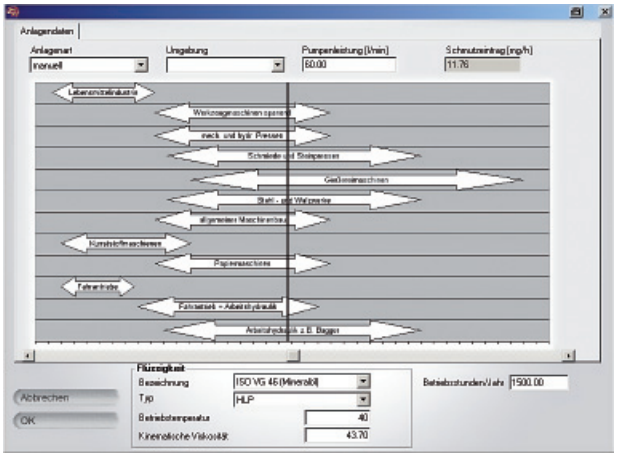
Filterauslegung nach der zu erwartenden Schmutzeindringrate mit dem Konzepterstellungswerkzeug "Optimize-IT"

Auch dieses elektronische Werkzeug, genannt **Optimize-IT**, ist Bestandteil unseres elektronischen Produktkataloges, zugängig jedoch nur unseren Filterspezialisten.

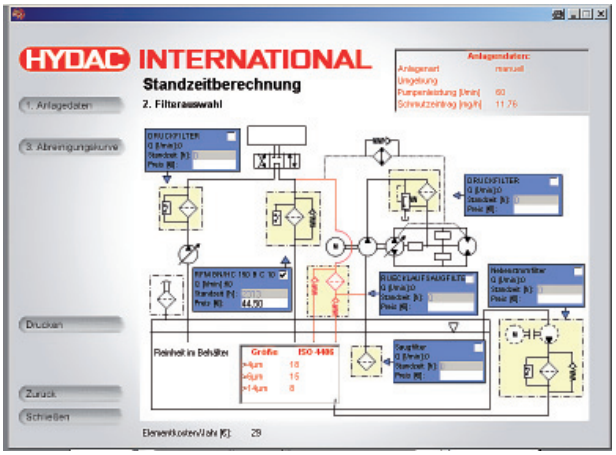
Es ermöglicht, Reinheitsklassen und erzielbare Standzeiten für unterschiedliche Filterkonzepte zu ermitteln und zu vergleichen.

Basierend auf dem zu erwartenden Schmutzeintrag kann so die optimale Filter- und Filtergrößenkombination bestimmt werden, bis hin zur konkreten Berechnung der Elementkosten pro Jahr.

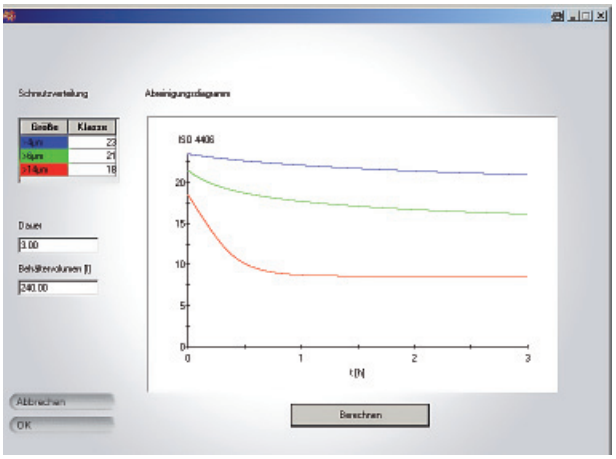
Beispiel einer Konzeptoptimierung mit elektronischem Werkzeug "Optimize-IT":



Bestimmung des zu erwartenden Schmutzeintrages für ein bestimmtes System



Berechnung der Standzeiten und Elementkosten/Jahr



Abreinigungskurve