

# Filtrationsrichtlinien

**Die Sauberkeit der Hydraulikflüssigkeit ist ein vorrangiger Aspekt bei der Auslegung aller Hydrauliksysteme, da ca. 80 % der Ausfälle auf feste Verunreinigungen zurückzuführen sind.**

Die feste Verunreinigung kann nicht vollständig entfernt werden, aber sie kann mit Hilfe von Hydraulikfiltern (in der Leitung und in der Rücklaufleitung, siehe Abschnitt 2) konsequent reduziert und kontrolliert werden, so dass die Menge und die Abmessungen der in der Flüssigkeit vorhandenen Partikel erreicht werden (Verschmutzungsklasse) sind für den jeweiligen Anlagentyp akzeptabel.

**Dieses Dokument enthält Informationen zu den verschiedenen Filtertypen und Vorschläge für deren korrekte Verwendung. Durch ein optimiertes Filtrationssystem ist es möglich, eine angemessene Sauberkeit der Flüssigkeit zu erreichen und so die Schäden durch Verunreinigungen zu reduzieren, die Lebensdauer der Maschinen zu verlängern und Produktionsausfälle zu vermeiden.**



## 1 EMPFOHLENE VERSCHMUTZUNGSKLASSEN

Die **empfohlene Verschmutzungsklasse für Flüssigkeiten** ist der maximale Grad der Verschmutzung, der für ein bestimmtes Hydrauliksystem zulässig ist, und hängt von der Architektur des Filtrationssystems ab.

Die Verschmutzungsklasse der Flüssigkeit muss unter Berücksichtigung verschiedener Parameter wie:

- Art der im System eingebauten Hydraulikkomponenten: Der erforderliche Reinheitsgrad muss entsprechend der empfindlichsten Komponente, d. h. dem Vorhandensein von servoproportionalen Ventilen, ermittelt werden
- Art der Anwendung und Umgebung: Besondere staubige Umgebungen, d. h. Keramikpressen, erfordern spezielle Filterkreisläufe und -Methoden, um zu verhindern, dass die Feststoffe in den Systemtank gelangen (Druckbehälter).
- Arbeitszyklus: Hohe Beanspruchung und hohe Druckwerte erfordern bessere Verschmutzungsklassen
- Erwartete Systemlebensdauer
- Typische Betriebs- und Anlauftemperaturen

Der Verschmutzungsgrad der Flüssigkeit eines bestimmten Hydrauliksystems entspricht dem im Tank gemessenen Verschmutzungsgrad.

Die folgende Tabelle enthält die vorgeschlagenen Verschmutzungsklassen, abhängig von den Hydraulikkomponenten und ihrer erwarteten Lebensdauer. Die Verschmutzungsklasse muss entsprechend der empfindlichsten Komponente im System ausgewählt werden.

Standard	Typische Verschmutzungsklassen							
ISO 4406	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16	
NAS 1638	4	5	6	7	8	9	10	
SAE 5049	5A/4B/4C	6A/5B/5C	7A/6B/6C	8A/7B/7C	9A/8B/8C	10A/9B/9C	11A/10B/10C	
Empfohlenes Filterelement	F03 F06	F03 F06	F06	F06 F10	F10 F20	F20 F25		
Komponente								
Proportionale Ventile		längere Lebensdauer			Normalbetrieb			
Magnetschalter und konventionelle Ventile						längere Lebensdauer	Normalbetrieb	
Variable Verdrängerpumpen				längere Lebensdauer		Normalbetrieb		
Konstante Verdrängerpumpen					längere Lebensdauer		Normalbetrieb	
Zylinder					längere Lebensdauer	Normalbetrieb		

## 2 HYDRAULIKFILTER TYP

Die Architektur eines Filtrationssystems umfasst die Verwendung verschiedener Arten von Hydraulikfiltern mit spezifischen Eigenschaften; typischerweise handelt es sich dabei um „Inline“- und „Rücklauffilter“.

Die Art der im Hydrauliksystem verwendeten Flüssigkeit beeinflusst die Filterauswahl.

Es wird immer empfohlen, die Kompatibilität der Flüssigkeitseigenschaften mit dem gewählten Filter zu überprüfen.

### 2.1 Leitungsfilter

In der Regel werden Leitungsfilter in der Hauptleitung des Systems unmittelbar nach der Pumpe oder vor dem Ventilverteiler installiert, um alle nachgeschalteten Komponenten vor Verunreinigungen zu schützen.

Sie müssen in Übereinstimmung mit dem maximalen Systemdruck und der maximalen Durchflussmenge dimensioniert werden.

Atos-Leitungsfilter **FPS** (Gewindeanschlüsse) und **FPH** (SAE 6000 Flanschanschlüsse) sind für max. Betriebsdruck bis 420 bar geeignet.

Leitungsfilter sind mit oder ohne Bypassventil erhältlich:

- Filter mit Bypassventil ermöglichen den Durchfluss bei verstopftem Filterelement. Dies ist ein extremer Zustand, der durch eine korrekte Wartung stets zu vermeiden ist
- Filter ohne Bypassventile dienen zum Schutz kritischer Komponenten wie servoproportionaler Ventile; bei dieser Ausführung kann das Filterelement einem höheren Differenzdruck (Kollapsdruck) standhalten.

Leitungsfilter können mit einer Verschmutzungsanzeige versehen werden, die den Status des Filterelements anzeigt und dessen Austausch vor der Filterumgehungsöffnung (falls vorhanden) ermöglicht (siehe Abschnitt 6).



FPS



FPH



FRS

### 2.2 Rücklauffilter

Sie **filtrieren die Flüssigkeit, die vom Hydraulikkreislauf in den Tank zurückfließt**, und stellen sicher, dass alle durch den Verschleiß der Bauteile erzeugten Verunreinigungen nicht in den Tank gelangen und nicht wieder in das System zurückgeführt werden.

Sie müssen unter Berücksichtigung des maximalen Durchflusses an der Rücklaufleitung während des gesamten Maschinenzyklus dimensioniert werden; insbesondere bei Differentialzylindern kann der Rücklauf größer sein als der Pumpendurchfluss.

Rücklauffilter können in der Leitung oder auf der Oberseite des Hydrauliktanks installiert werden und müssen unter Berücksichtigung des Rücklaufleitungsdrucks ausgewählt werden.

Die Atos Rücklauffilter vom Typ **FRS** sind für die Montage über dem Tank ausgelegt und halten einen max. Betriebsdruck von bis zu 8 bar stand.

Rücklauffilter sind mit einem Bypassventil ausgestattet, um einen gefährlichen übermäßigen Gegendruck in der Rücklaufleitung zu verhindern, der durch das verstopfte Einfüllélément verursacht wird.

Der Filterauslass muss unter allen Betriebsbedingungen immer unter dem Flüssigkeitsstand stehen, um eine mögliche Schaumbildung der Flüssigkeit im Tank zu verhindern.



FSS

### 2.3 Saugfilter

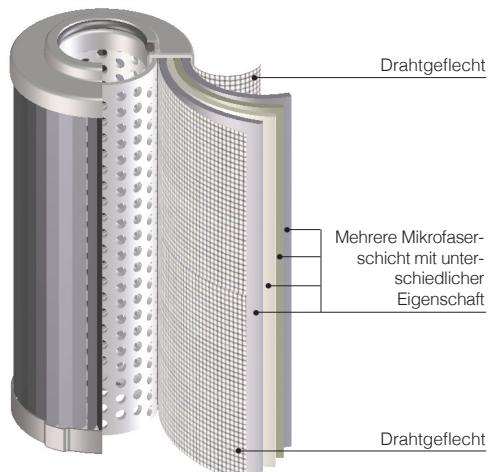
Diese Filter dienen zum **Schutz der Pumpe vor dem Eindringen grober Verunreinigungen**. Atos Saugfilter vom Typ **FSS** sind so konzipiert, dass sie direkt auf die Saugleitung der Pumpen passen.

Um das Risiko von Pumpenkavitation zu vermeiden, sind die Saugfilter großzügig dimensioniert und verfügen über hohe Filterleistungen und niedrige Differenzdrücke.

Saugfilter müssen auch unter Berücksichtigung des Kaltstarts dimensioniert werden, da geringe Öltemperaturen das Kavitationsphänomen verstärken können.

Aus Gründen der Kavitation werden sie normalerweise für Kolbenpumpen mit variablem Hubraum vermieden.

**F+** FILTRATION PLUS



PSH Filterelement

### 2.4 Filterelemente

Die Filterelemente von Atos Filtration Plus bieten eine hervorragende Leistung in Bezug auf Effizienz ( $\beta$ ETA-Verhältnis > 1000) und Stabilität im Vergleich zu Druckabfall.

Dank der speziellen Konstruktion auf Basis von Mikrofasermedien zeichnen sich diese Elemente durch eine sehr hohe Schmutzhaltekapazität (DHC) aus – siehe Abschnitt 4 bis zu 30 % höher als andere Medienpakete.

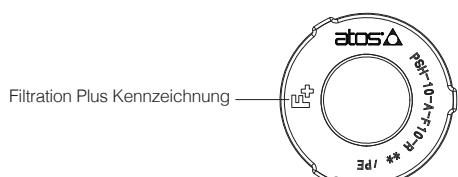
Der höhere DHC in Kombination mit einem geringeren Druckabfall trägt zu einer deutlich längeren Lebensdauer des Filterelements und somit zu einer Senkung der Wartungskosten bei.

**F+ Filtration Plus-** Filterelemente sind mit Standard-Filterleistung erhältlich:

5µm, 7µm, 12µm, 22µm für Leitungsfilter Typ FPS und FPH

7µm, 12µm, 27µm für Rücklauffilter FRS

Filterleistung 4µm(c) ist auf Anfrage für FPS- und FPH-Filter für Anwendungen erhältlich, die eine extrem hohe Sauberkeit der Flüssigkeiten erfordern.

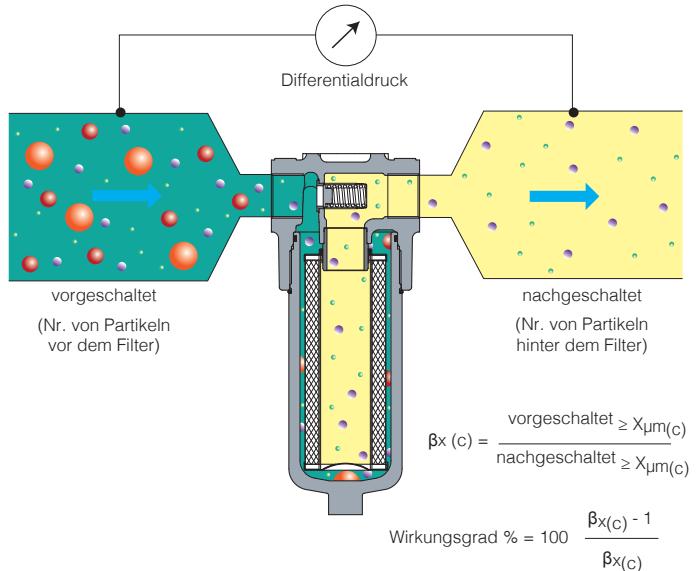


Filtration Plus Kennzeichnung

### 3 FILTEREFFIZIENZ UND BETA-VERHÄLTNIS

Die Filtereffizienz ist die Fähigkeit des Filters, eine bestimmte Menge an Partikeln zu blockieren, die gleich oder größer als eine bestimmte Größe sind. Die in der Branche am häufigsten verwendete Bewertung ist das **Beta-Verhältnis  $\beta_{x(c)}$** , definiert als die Anzahl der Partikel einer bestimmten Größe vor dem Filter, geteilt durch die Anzahl der Partikel derselben Größe, die hinter dem Filter gezählt werden. Je höher das Beta-Verhältnis, desto höher ist die Filtereffizienz.

Nr. von Partikeln vor dem Filter	Nr. von Partikeln hinter dem Filter	Beta-Verhältnis $\beta_{x(c)}$	Wirkungsgrad %
1.000.000	500.000	2	50
	100.000	10	90
	50.000	20	95
	13.000	75	98,7
	5.000	200	99,5
	1.000	1.000	99,9



#### 3.1 Standards für die Bestimmung des Beta-Verhältnisses

Seit 1999 ist die Norm **ISO16889** als internationale Norm eingeführt, um die Durchführung von Multi-Pass-Tests zur Bewertung des Beta-Wertes eines Filterelements zu regeln. Sie ersetzt die alte Norm ISO 4578.

ISO 16889 betrachtet den Filterwirkungsgrad = 99,9 % ( $\beta$ -Verhältnis > 1000), während bei der alten ISO 4572 der Wirkungsgrad niedriger war als 99,5 % ( $\beta$ -Verhältnis > 200).

Um Missverständnisse zu vermeiden, werden die nach ISO16889 gemessenen Partikel als  **$\mu m(c)$**  gekennzeichnet.

In der folgenden Tabelle sind die Beta-Werte der Atos-Filterelemente nach dem entsprechenden Standard.

Mikrofaserfilterelement	$\beta_{x(c)} > 1000$ (ISO16889)	$\beta_x > 200$ (ISO4572)
<b>F03</b>	5 $\mu m(c)$	3 $\mu m$
<b>F06</b>	7 $\mu m(c)$	6 $\mu m$
<b>F10</b>	12 $\mu m(c)$	10 $\mu m$
<b>F20</b>	22 $\mu m(c)$	20 $\mu m$
<b>F25</b>	27 $\mu m(c)$	25 $\mu m$

Zellulosefilterelement	$\beta_{x(c)} > 2$ (ISO16889)	$\beta_x > 2$ (ISO4572)
<b>C10</b>	10 $\mu m(c)$	10 $\mu m$
<b>C25</b>	25 $\mu m(c)$	25 $\mu m$

**Verschmutzungsklassen und Druckabfallwerte bleiben zwischen ISO4572 und ISO16889 unverändert**

### 4 SCHMUTZAUFNAHMEVERMÖGEN

Das Beta-Verhältnis gibt keinen Hinweis auf die Gesamtmenge an Verunreinigungen, die der Filter während seiner Lebensdauer abfangen kann.

Dieser Parameter ist die definierte **SCHMUTZAUFNAHMEKAPAZITÄT (DHC)** und definiert die Menge an Verunreinigungen, die das Filterelement abfangen und aufnehmen kann, bevor der maximal zulässige Gegendruck oder Delta P erreicht ist.

Im Allgemeinen hat ein Filterelement mit einer größeren effektiven Filterfläche eine größere Schmutzaufnahme und somit eine längere Lebensdauer.

### 5 FILTRATIONSKREISLAUF

Die durch den normalen Verschleiß der Bauteile verursachte feste Verunreinigung ist die Hauptquelle für die Verunreinigung der Flüssigkeit. Um Fehlfunktionen und eine allmähliche Verschlechterung der im Hydrauliksystem eingebauten Komponenten zu vermeiden, muss ein ordnungsgemäßer Filterkreislauf entwickelt werden.

Die folgenden Empfehlungen unterstützen den Benutzer bei der Gestaltung eines optimierten Filtrationskreislaufs.

In der folgenden Tabelle wird die Auswahl eines Filtrationskreislaufs gemäß der angestrebten Verschmutzungsgrad vorgeschlagen; empfohlene Verschmutzungsgrade finden Sie in Abschnitt ①.

Filtrationskreislauf	D							
	C							
	B							
	A							
		21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10

**Verschmutzungsklassen**

HÖHERE FILTRIERUNG

Allgemeine Regeln, die zu beachten sind, um optimale Betriebsbedingungen für die Hydrauliksysteme zu gewährleisten:

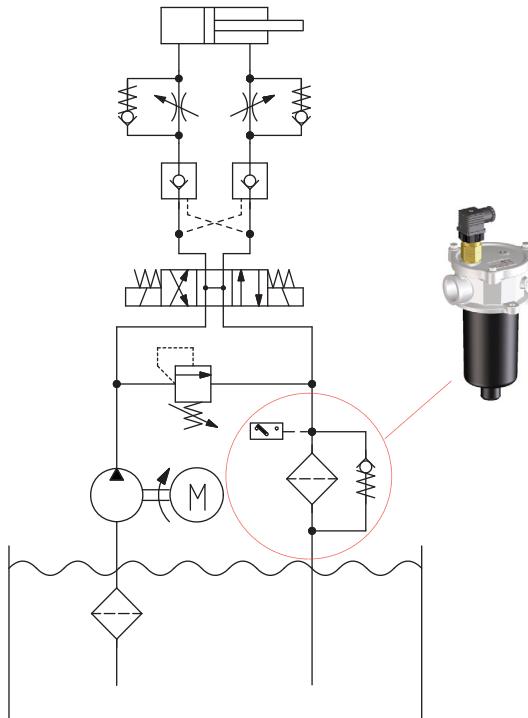
- der Hydrauliktank muss so ausgelegt sein, dass das Eindringen von äußerer Verschmutzung begrenzt wird
- Wartungsarbeiten müssen durchgeführt werden, um das Eindringen von Verunreinigungen zu vermeiden.

Wenden Sie sich an das technische Büro von Atos, um zusätzliche Unterstützung für die korrekte Auslegung von Filtrationskreisläufen zu erhalten.

## KREISLAUF A

**Rücklauffilter** gewährleistet, dass alle Verunreinigungen, die während des Systembetriebs entstehen, korrekt gefiltert werden, bevor sie in den Tank gelangen. Es ist eine kostengünstige Lösung, die hauptsächlich in Systemen mit Ein/Aus-Ventilen verwendet wird.

Diese Konfiguration kann den Schutz der Hydraulikkomponenten vor dem von der Pumpe generierten Verschleiß nicht gewährleisten. hydraulischen

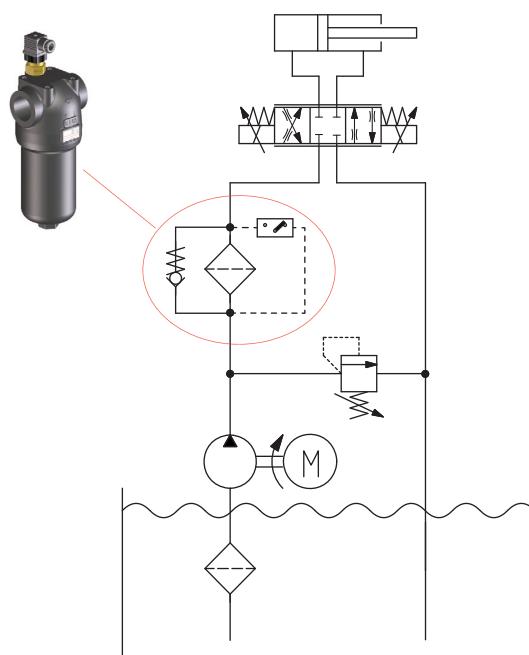


## KREISLAUF B

**Leitungsfilter** wird normalerweise direkt nach der Pumpe installiert, um eine korrekte Filterung der Flüssigkeit zu gewährleisten, bevor sie die Hydraulikkomponenten erreicht.

Es handelt sich um eine Lösung, die besonders zum Schutz von Proportionalventilen und servoproportionalen Ventilen verwendet wird.

Diese Konfiguration kann keinen Schutz der hydraulischen Komponenten vor weiter nachgeschalteten Verschmutzungen und der Pumpe vor Schmutz, der in den Tank zurückgeführt wird, gewährleisten.



## KREISLAUF C

Dieses Beispiel zeigt eine Schaltung mit **Leitungsfilter und Rücklauffilter**.

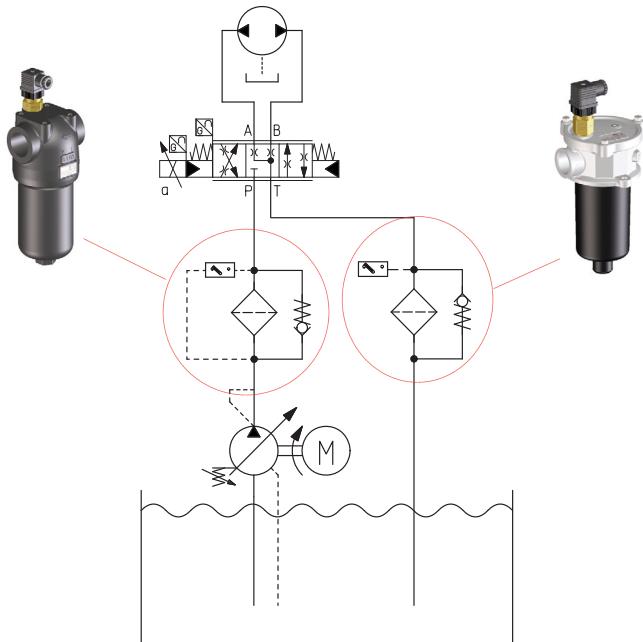
Es ist eine ideale Lösung, um die Effizienz des gesamten Systems zu verbessern.

Diese Systemkonfiguration gewährleistet:

- korrekter Schutz der Komponenten vor dem durch die Pumpe verursachten Verschleiß
- korrekte Filtration der zum Tank zurückfließenden Flüssigkeit, um alle Verunreinigungen zu entfernen, die als Folge des Verschleißes der Komponenten in das System gelangt sind.

Eine effiziente Verschmutzungskontrolle ist gewährleistet, wenn der gesamte Pumpenstrom durch die Filter geleitet wird.

Daher ist diese Systemkonfiguration nicht für Kreisläufe mit Verstellpumpen geeignet, die über längere Zeit im Leerlauf arbeiten.



## KREISLAUF D

Dieses Beispiel ähnelt dem Kreislauf C, ist aber mit einem **zusätzlichen Offline-Filtersystem** ausgestattet.

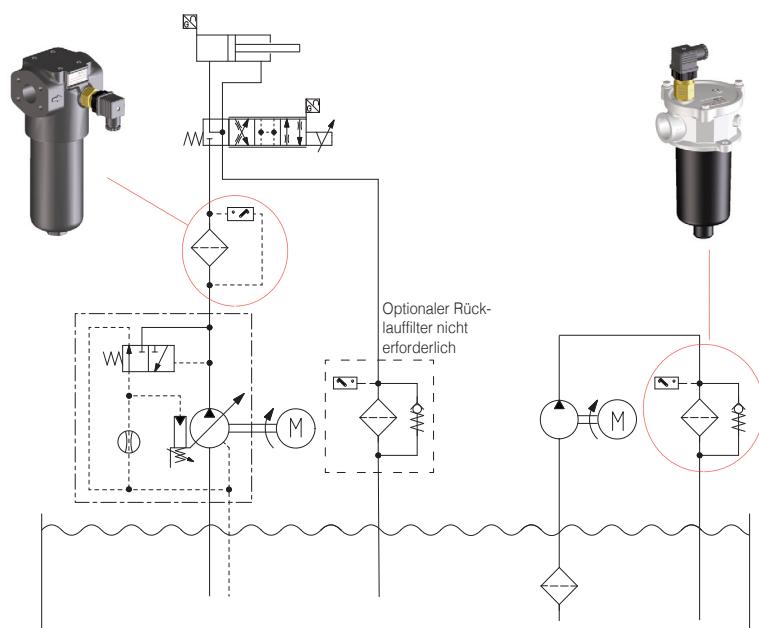
Er ist die ideale Lösung, wenn große Schwankungen in der Durchflussmenge des Systems zu erwarten sind oder für Systeme, die mit Verstellpumpen ausgestattet sind, die über einen längeren Zeitraum im Leerlauf arbeiten.

Das zusätzliche Offline-Filtersystem ermöglicht eine konstante Filtration der Flüssigkeit im Tank, wodurch die Ansammlung von Schmutzpartikeln vermieden wird.

Diese Systemkonfiguration gewährleistet:

- exzellentes Sauberkeitsniveau, unabhängig von den Betriebszyklen des Hauptkreislaufs
- höhere Schmutzaufnahmekapazität bei gleichzeitig höherer Filtrationsleistung
- einfache Wartungsarbeiten dank der Möglichkeit, das Filterelement auszutauschen, ohne die Maschine anzuhalten.

Zum Schutz kritischer Komponenten wie Servoproporionalventile wird ein Leitungsfilter ohne Bypass-Ventile empfohlen.



## 6 VERSCHMUTZUNGSANZEIGEN

Sie melden dem Bediener, wenn das Filterelement fast verstopft ist und ausgetauscht werden muss.

Ihre Verwendung wird für Leitungsfilter und Rücklauffilter empfohlen, um zu vermeiden, dass der durch das verstopfte Filterelement verursachte hohe Druck die Öffnung des Bypassfilters und die daraus resultierende Freisetzung von Verunreinigungen in den Hydraulikkreislauf bewirkt.

Je nach Art des Hydraulikfilters werden unterschiedliche Verschmutzungsanzeigen verwendet:

- **Optische Anzeige**, Typ Atos **CIA-V**, normalerweise verwendet mit **Rücklauffiltern**

Es handelt sich um ein Manometer, das den Druck vor dem Filterelement misst und den verstopften Zustand durch farbige Sektoren anzeigt:

**Grün** (Bereich 0 bis 3 bar) = Filterelement in gutem Zustand;  
**Rot** (> 3) = Filterelement muss sofort ausgetauscht werden

Es erfordert eine ständige Sichtprüfung durch den Bediener, um den Zustand des Filters zu überprüfen



**CIA-V**

- **Elektrische Anzeige**, Typ Atos **CIA-E**, normalerweise verwendet mit **Rücklauffiltern**

Es handelt sich um einen Druckschalter, der den Druck vor dem Filterelement misst und den verstopften Zustand über einen Schaltkontakt (NO oder NC) anzeigt.

Der Schalldruck ist werkseitig auf 2 bar eingestellt, was 70 % des Öffnungsdrucks des Bypassventils entspricht

Der elektrische Kontakt ist normalerweise mit der CNC-Maschine verbunden, um den Zustand des Filters automatisch zu überwachen



**CIA-E**

- **Optische Differentialanzeige**, Typ Atos **CID-V**, normalerweise verwendet mit **Rücklauffiltern**

Es handelt sich um einen Druckschalter, der den  $\Delta p$  über dem Filterelement misst und den verstopften Zustand durch farbige Streifen anzeigt:

**Grün** = Filterelement in gutem Zustand;

**Rot** = Filterelement muss sofort ausgetauscht werden

Der Schalldruck ist werkseitig auf 5 bar eingestellt, was 80 % des Öffnungsdrucks des Bypassventils entspricht

Bei Filtern ohne Bypassventil ist der Schalldruck werkseitig auf 8 bar eingestellt

Es erfordert eine ständige Sichtprüfung durch den Bediener, um den Zustand des Filters zu überprüfen



**CID-V**

- **Elektrische Differenzialanzeige**, Typ Atos **CID-M**, normalerweise verwendet mit **Rücklauffiltern**

Es handelt sich um einen Druckschalter, der den  $\Delta p$  über dem Filterelement misst und den verstopften Zustand durch einen Schaltkontakt (NO oder NC) anzeigt

Der Schalldruck ist werkseitig auf 5 bar eingestellt, was 80 % des Öffnungsdrucks des Bypassventils entspricht

Bei Filtern ohne Bypassventil ist der Schalldruck werkseitig auf 8 bar eingestellt

Der elektrische Kontakt ist normalerweise mit der CNC-Maschine verbunden, um den Zustand des Filters automatisch zu überwachen

Optionale Version, Atos-Code **CID-L** ist mit einer zusätzlichen LED ausgestattet, die anzeigt, dass der Filter verstopft ist



**CID-E**

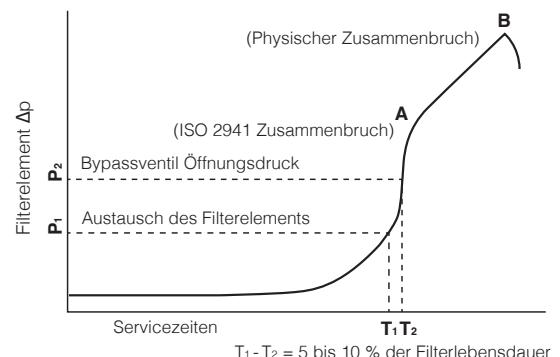
## Hinweise zur Funktion der elektrischen Differenzialanzeige

Die Differential-Verschmutzungsanzeige schaltet auf Druck P1 und signalisiert, dass das Filterelement ausgetauscht werden muss, bevor der Öffnungsdruck des Bypassventils P2 eintritt.

Um das System vor Verschmutzung zu schützen, ist der Sollwert P1 der Verschmutzungsanzeige immer niedriger als der Öffnungsdruck P2 des Bypassventils.

Bei Leitungsfiltern ohne Bypassventil kann der fortgesetzte Betrieb bei höheren  $\Delta p$  zu einer Verschlechterung der Filterleistung führen (Punkt A im Diagramm). Im schlimmsten Fall kann das Filterelement zusammenbrechen und seine Integrität verlieren (Punkt B in der folgenden Abbildung).

Aus diesem Grund sind Leitungsfilter ohne Bypassventil in der Regel mit einem Filterelement ausgestattet, das einen hohen Kollapsdruckwert aufweist.



## 7 ISO-NORMEN

Die folgenden Listen dienen als Dokumentation der tatsächlichen ISO-Normen, die für die hydraulische Filtration relevant sind

**ISO 2941** Hydraulische Flüssigkeitskraft - Filterelement - Überprüfung des Zusammenbruchdruck / Öffnungsdruck

**ISO 2942** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filterelement - Überprüfung der Integrität der Herstellung und Bestimmung des ersten Blasenpunkts

**ISO 2943** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filterelement - Überprüfung der Materialverträglichkeit mit Flüssigkeiten

**ISO 3723** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filterelement - Verfahren zur Prüfung der Endbelastung

**ISO 3724** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filterelement - Bestimmung der Beständigkeit gegen Strömungsermüdung unter Verwendung von partikel-förmigen Verunreinigungen

**ISO 3968** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filter - Bewertung von Differenzdruck und Durchflussmerkmalen

**ISO 4406** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Flüssigkeiten - Verfahren zur Kodierung des Verschmutzungsgrades durch Feststoffe

**ISO 16889** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filter - Multi-Pass-Methode zur Bewertung der Filtrationsleistung eines Filterelements

**ISO 23181** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Filterelement - Bestimmung des Widerstands gegen Strömungsermüdung unter Verwendung einer hochviskosen Flüssigkeit

**ISO 11170** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Testreihen zur Überprüfung der Leistungsmerkmale von Filterelementen

**ISO 10771-1** Hydraulische Flüssigkeitsleistung - Ermüdungsdruckprüfung von druckführenden Metallhüllen - Prüfverfahren