

Pneumatikschulung

Hafner-Pneumatik

Kapitel 2:

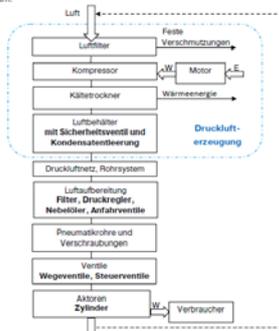
Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile

Alle Inhalte dieser Präsentation, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Bitte fragen Sie uns, falls Sie die Inhalte einer Präsentation verwenden möchten. Rückzug auch in Teilen nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Hafner-Pneumatik Kriener AG.

Der Weg der Druckluft von der Erzeugung bis zum Verbraucher

In der Pneumatik wird Druckluft zur Verrichtung von mechanischen Arbeiten und zur Steuerung verwendet. Hierfür sind weitere Geräte notwendig, die die Druckluft herstellen, aufbereiten und transportieren. Daher ist es wichtig zu verstehen, wie ein komplettes pneumatisches System grundsätzlich aufgebaut ist.

Die untenstehende Darstellung zeigt den Weg der Umgebungsluft vom Kompressor bis zu den Verbrauchern.



Für die Konstruktion eines pneumatischen Systems ist es typisch, dass die einzelnen Elemente Abhängigkeit ihrer Aufgaben im Raum aufgestellt werden. Auch räumlich getrennt sind die Elemente jedoch systemisch miteinander verbunden.

Hafner-Pneumatik Kriener AG, Stammheimstraße 10, D-73090 Kornwestheim, Germany
Telefon: 07154-17959-0, E-Mail: info@hafner-pneumatik.de, web: www.hafner-pneumatik.com

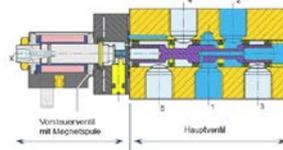
Kapitel 4:

Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen

2. Aufbau von vorgesteuerten Kolbenschieberventilen

Vorgesteuerte Ventile (Kolbenschieberventile) bestehen aus zwei Teilen.

Die untenstehende Illustration zeigt die Schnittzeichnung eines vorgesteuerten 5/2-Wege Magnetventils.



Das Vorsteuerventil ist ein 3/2-Wege Sitzventil, das Hauptventil ist ein 5/2-Wege Kolbenschieberventil.

Die Eigenschaften des Hauptventils sind:

Aufbau: Schieberventil

Die stabile Bewegung des Kolbenschiebers erzeugt die Verbindung der entsprechenden Anschlüsse zur Bewegung und die Energie der Druckluft verwendet.

Steuerung: elektrisch gesteuert

Wir steuern das Vorsteuerventil elektrisch. Dies funktioniert identisch zum oben dargestellten 3/2-W-Sitzventil.

Steuerungsmethode: vorgesteuert

Das Vorsteuerventil steuert die Steuerluft, welche intern durch Anschluss 1 in den Vorsteuerventil gelangt. Die Steuerluft wird dazu verwendet, den Kolbenschieber im Hauptventil zu bewegen.

Anzahl der stabilen Stellungen: eine = monostabil

Das Ventil hat eine stabile Stellung. Wenn das elektrische Signal weggewonnen wird, wird der Kolbenschieber mit Hilfe einer mechanischen oder pneumatischen Feder (oder Kombination aus beidem) in die Grundstellung zurückgestellt.

Schaltstellungen: In Fall von 5/2-Ventilen gibt es kein normal offen oder geschlossen. Das Ventil ist in Grundstellung typischer Weise offen von 1 nach 2. Beträgt offen von 1 nach 4.

Anzahl von Anschlüssen und Schaltstellungen: 5/2-Wege

Das Ventil hat 5 Anschlüsse und 2 Schaltstellungen.

Hafner-Pneumatik Kriener AG, Stammheimstraße 10, D-73090 Kornwestheim, Germany
Telefon: 07154-17959-0, E-Mail: info@hafner-pneumatik.de, Web: www.hafner-pneumatik.com

Kapitel 7:

Der Pneumatikzylinder – Teil 1

Um die Ausführung und Funktion des Zylinders festlegen zu können, sind folgende technische Merkmale wichtig, die wir nachfolgend näher erläutern werden:

1. Aufbau des Zylinders
2. Durchmesser und Hublänge
3. Zylinderbewegungen
4. Stabile Stellungen des Zylinders
5. Schutzsymbole
6. Endlagendämpfung → Nähere Betrachtung in Kapitel 8
7. Magnetische Positionserkennung → Nähere Betrachtung in Kapitel 8
8. Geschwindigkeitserregung → Nähere Betrachtung in Kapitel 8
9. Normen und Standards → Nähere Betrachtung in Kapitel 8

1. Aufbau des Zylinders

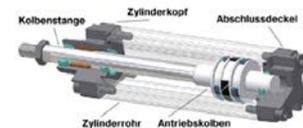
Im allgemeinen besteht der Kolbenstangenzylinder aus einem Zylinderrohr, welches an beiden Enden mit jeweils einem Deckel (Zylinderkopf und Abschlussschleife) abgeschlossen wird.

In diesem Zylinderrohr bewegt sich eine Kolbenstange mit Antriebskolben.

Die Bewegung des Kolbens wird mit Druckluft durch ein Wegeventil gesteuert. Die Bewegung ist abhängig davon, welche Zylinderkammer mit Druck beaufschlagt wird. Die Kraftübertragung erfolgt durch die Kolbenstange.

Kolbenstangenzylinder werden auch Linearzylinder genannt, da die Kolbenstange, welche die Kraftübertragung ausübt, eine lineare Bewegung ausführt.

Einzelteile des Kolbenstangenzylinders:



Hafner-Pneumatik Kriener AG, Stammheimstraße 10, D-73090 Kornwestheim, Germany
Telefon: 07154-17959-0, E-Mail: info@hafner-pneumatik.de, web: www.hafner-pneumatik.com

Alle Inhalte dieser Präsentation, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Bitte fragen Sie uns, falls Sie die Inhalte dieser Präsentation verwenden möchten. Nutzung auch in Teilen nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Hafner-Pneumatik Krämer KG.

Kapitel 1:	Pneumatische Grundbegriffe	Seite 3-8
Kapitel 2:	Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile	Seite 9-14
Kapitel 3:	Gruppierung und Aufbau von Steuerventilen	Seite 15-22
Kapitel 4:	Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen	Seite 23-29
Kapitel 5:	Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen	Seite 30-38
Kapitel 6:	Erklärung des Hafner Typnummernsystems	Seite 39-49
Kapitel 7:	Der Pneumatikzylinder – Teil 1	Seite 50-60
Kapitel 8:	Der Pneumatikzylinder – Teil 2	Seite 61-79
Kapitel 9:	Grundlagen der Luftaufbereitung	Seite 80-89
Kapitel 10:	Luftaufbereitungseinheiten	Seite 90-99
Kapitel 11:	Ventile und Antriebe mit NAMUR-Schnittstelle	Seite 100-113

Kapitel 1:

Pneumatische Grundbegriffe



Was ist Pneumatik?

Pneumatik ist die Verwendung von Druckluft in Wissenschaft und Technik zur Verrichtung mechanischer Arbeit und zur Steuerung.

In der Industrie findet die Pneumatik oft ihre Anwendung im Bereich der Automatisierungstechnik. Wir können entweder über **Pneumatik** oder über **pneumatische Systeme** reden.

Im Rahmen dieser Schulung verstehen wir unter Pneumatik **Steuerung und Kraftübertrag durch Druckluft**.

Vorteile und Nachteile der Pneumatik

Die pneumatischen Systeme haben **sehr viele Vorteile**, die wichtigsten sind:

- Das Medium, also die Druckluft stammt aus unserer Umgebung. Daher steht sie unbegrenzt zur Verfügung.
- Nach Gebrauch erlangt die Druckluft ihren ursprünglichen Zustand. Sie kann unbedenklich in die Umgebung ausströmen.
- Die Druckluft ist flexibel komprimierbar, deshalb ist sie besonders gut anwendbar bei Vibrationsdämpfungen und Federungen.
- Die Druckluft lässt sich durch Rohre schnell und mit geringen Verlusten transportieren.
- Die Druckluft lässt sich bei erhöhter Feuer- und Explosionsgefahr verwenden.
- Dank der Druck- und Mengenregulierung kann die Energieübertragung innerhalb breiter Grenzen geregelt werden.
- Pneumatische Komponenten lassen sich einfach montieren und instand halten. Die Funktionalität ist sehr zuverlässig.

Neben den Vorteilen müssen wir auch die **typischen Nachteile** kennen:

- Die Druckluft – abhängig von der Anwendung – verlangt eine Aufbereitung, insbesondere Filtrierung und Trocknung.
- Druckluft ist aufgrund hoher Strompreise und beschränkter Wirkungsgrade der Kompressoren eine relativ teure Energieform.
- Aufgrund der Komprimierbarkeit von Luft lässt sich eine belastungsunabhängige Positionierung der Aktoren nicht realisieren.

Kapitel 1:

Pneumatische Grundbegriffe



Physikalische Grundbegriffe, Maßeinheiten

Das SI-Maßeinheitensystem basiert auf zahlreichen Grund- und davon abgeleitete Maßeinheiten. Wir befassen uns damit nicht im Detail.

[**Internationales Einheitensystem**: abgekürzt **SI** von französisch *Système international d'unités*]

Maßeinheiten, die in der Pneumatik interessant sind:

- Meter – m (Länge / Strecke)
- Kilogramm – kg (Masse)
- Sekunde – s (Zeit)
- Kelvin – K (Thermodynamische Temperatur)

Abgeleitete Maßeinheiten, die wir hier diskutieren:

- Newton – N (Kraft)
- Pascal – Pa (Druck)

Kraft

Kraft ist eine gerichtete physikalische Größe, die eine wichtige Rolle in der technischen Mechanik spielt. Sie kann Körper beschleunigen oder verformen. Durch Kraftwirkung kann man Arbeit verrichten und die Energie eines Körpers verändern. Einige Kräfte haben eigenständige Bezeichnungen aufgrund ihrer Ursachen oder Wirkungen erhalten. Dazu gehören die Reibungskraft, die Gewichtskraft und die Fliehkraft. Die heutige Physik unterscheidet vier Grundkräfte, die alle diesen Ausformungen von Kraft zugrunde liegen. In diesem Zusammenhang wird der Begriff Wechselwirkung gleichbedeutend mit Kraft verwendet.

- Formelzeichen: **F**
- Einheit: **Newton**
- Formelzeichen der Einheit: **N**
- In SI dargestellt: $\frac{kg \cdot m}{s^2}$

Kapitel 1:

Pneumatische Grundbegriffe



Druck

Der **Druck** ist ein Maß für den Widerstand, den Materie einer Verkleinerung des zur Verfügung stehenden Raumes entgegensetzt. Druck ist eine intensive, skalare physikalische Größe und ein Spezialfall der mechanischen Spannung. Sie gibt die Kraft an, die pro Flächeneinheit senkrecht auf eine Bezugsfläche wirkt.

$$p = \frac{F}{A}$$

- Formelzeichen: **P**
- Einheit: **Pascal**
- Formelzeichen der Einheit: **Pa**
- In SI dargestellt: $\frac{N}{m^2}$

Bei Druck werden häufig die folgenden Multiplikatoren verwendet:

1 kPa (Kilopascal) = 1.000 Pa

1 MPa (Megapascal) = 1.000.000 Pa

Die Verwendung der Einheit **bar** hat sich in der Fluidtechnik generell durchgesetzt.

1 bar = 100,000 Pa = 0.1 MPa = 0.1 N/mm²

1 mbar = 0,001 bar

1 nbar = 0,000000001 bar

In einigen Ländern – wie z. B. in Großbritannien oder in der USA – wird noch die Maßeinheit **psi** (pounds per square inch - Pfund pro Quadratzoll) verwendet.

1 psi = 0,07 bar (gerundet)

Normal atmosphärischer Druck ist der Druck bezogen auf die Meereshöhe, dessen Wert ist 1 atm (Atmosphäre).

1 atm = 101.325 Pa = 1013,25 mbar (*Millibar*) oder hPa (*Hektopascal*)

Diese Maßeinheit wird meistens in der Meteorologie verwendet.

In der Praxis **1 atm = 1 bar**.

Kapitel 1:

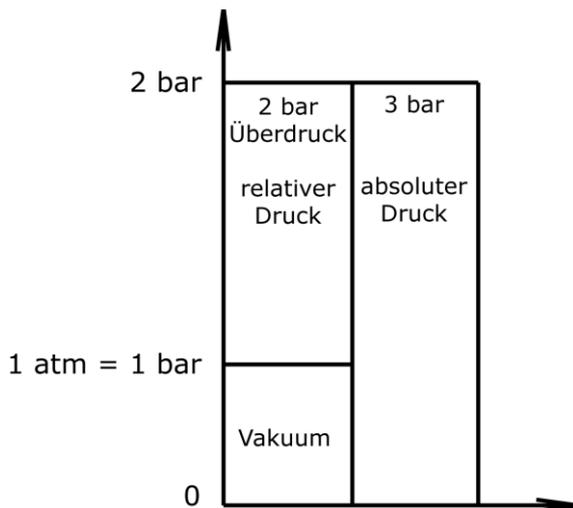
Pneumatische Grundbegriffe



Der **Überdruck** zeigt den Wert des Druckes über dem **atmosphärischen Druck**.

Wird der Wert als **absoluter Druck** angegeben, wird auch der vorhandene atmosphärische Druck mitgerechnet. Der absolute Druck wird also ab 0 Pa = komplettes Vakuum gerechnet.

Absoluter Druck = normaler atmosphärischer Druck + Überdruck (relativer Druck)



Zusammenfassung von Bezeichnungen:

- $P_{(a)}$: Absoluter Druck
- $P_{(t)}$: Überdruck
- $-P_{(t)}$: Vakuum

Beispiele:

- 6 bar Überdruck = 6 bar_(t)
- 7 bar absoluter Druck = 7 bar_(a)
- 0.7 bar absoluter Druck = 0.7 bar_(a) oder -0,3 bar_(t)

Die Ausdrücke „Überdruck“ und „Vakuum“ beziehen sich darauf, ob der Druck größer oder kleiner ist als der normal atmosphärische Druck.

Die Qualität des Vakuums wird in **verschiedenen Klassen** unterschieden:

Normal atmosphärischer Druck	101325 Pa	= 1,01325 bar = 1 bar
Großvakuum	100 kPa ... 3 kPa	= 1 bar ... 0,03 bar
Feinvakuum	3 kPa ... 100 mPa	= 0,03 bar ... 0,001 mbar
Hochvakuum	100 mPa ... 1 µPa	= 0,001 mbar ... 0,01 nbar
Ultrahochvakuum	100 nPa ... 100 pPa	
Extrem hohes Vakuum	< 100 pPa	
Weltraum	100 µPa ... < 3 fPa	
Perfektes Vakuum	0 Pa	

In der Pneumatik wird die Maßeinheit **bar** sowohl für Überdruck als auch Vakuum verwendet.

Ohne weitere Angaben versteht man in der Pneumatik unter „**Druck**“ den **Überdruck = relativer Druck**.

Kapitel 1:

Pneumatische Grundbegriffe



In der Praxis:

Nachstehend rechnen wir beispielhaft aus, welche Kraft ein Zylinder mit angegebener Größe bei gegebenem Druck ausüben kann:

Nach dem Pascalschen Gesetz : $p = \frac{F}{A}$

- **p**: Druck [Pascal]
- **F**: Kraft [N]
- **A**: Oberfläche [m²]

Welche Kraft übt ein Zylinder mit Durchmesser 40 mm bei 6 bar Druck aus?

Damit wir in der Formel die richtigen Maßeinheiten verwenden, nehmen wir für den Druck die Einheit Mpa. Dies entspricht N/mm². Längenmaße geben wir in mm an.

Der Kolbendurchmesser des Zylinders:

d = 40 mm

Die Oberfläche des Kolbens ist als Kreisfläche zu berechnen:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

In Zahlen:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{40(\text{mm})^2 \cdot 3,14}{4} = 1256 \text{ mm}^2$$

Bei einem Betriebsdruck von p = 6 bar = 0,6 $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Ergibt sich als Druckkraft des Zylinders nach dem Pascal-Gesetz:

$$F = p \cdot A$$

In Zahlen:

$$F = p \cdot A = 0,6 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot 1256 (\text{mm}^2) = 753,6 \text{ N}$$

Berechnet wurde die theoretische Kraft. In der Praxis muss mit einem in Höhe von ca. 5% gerechnet werden.

Demnach kann ein Zylinder mit 40 mm Durchmesser bei 6 bar Druck etwa **716 N Druckkraft ausüben.** Dies entspricht einer Masse von ca. **73 kg.**

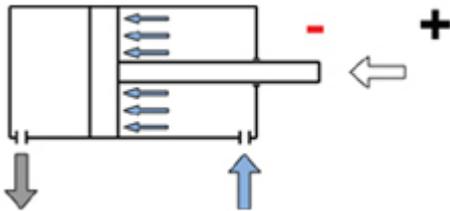
Kapitel 1:

Pneumatische Grundbegriffe



Welche Kraft übt derselbe Zylinder aus, wenn wir ihn von der Endstellung in Richtung Grundstellung zurückfahren?

Die Zugkraft desselben Zylinders **ist kleiner als die Druckkraft**, da ein Teil der Kolbenfläche von der Kolbenstange abgedeckt ist. D.h. es fehlt ein Stück der Oberfläche, auf die kein Druck einwirken kann. Die fehlende Oberfläche muss entsprechend abgezogen werden.



D = Durchmesser des Kolbens (40 mm)

d = Durchmesser der Kolbenstange (16 mm)

$$F = p \cdot A = p \cdot \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} - \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \right) = 0,6 \left(\frac{N}{mm^2} \right) \cdot \left(\frac{40(mm)^2 \cdot 3,14}{4} - \frac{16(mm)^2 \cdot 3,14}{4} \right)$$

$$F = 0,6 \left(\frac{N}{mm^2} \right) \cdot 1055,04(mm^2) = 633,024 N$$

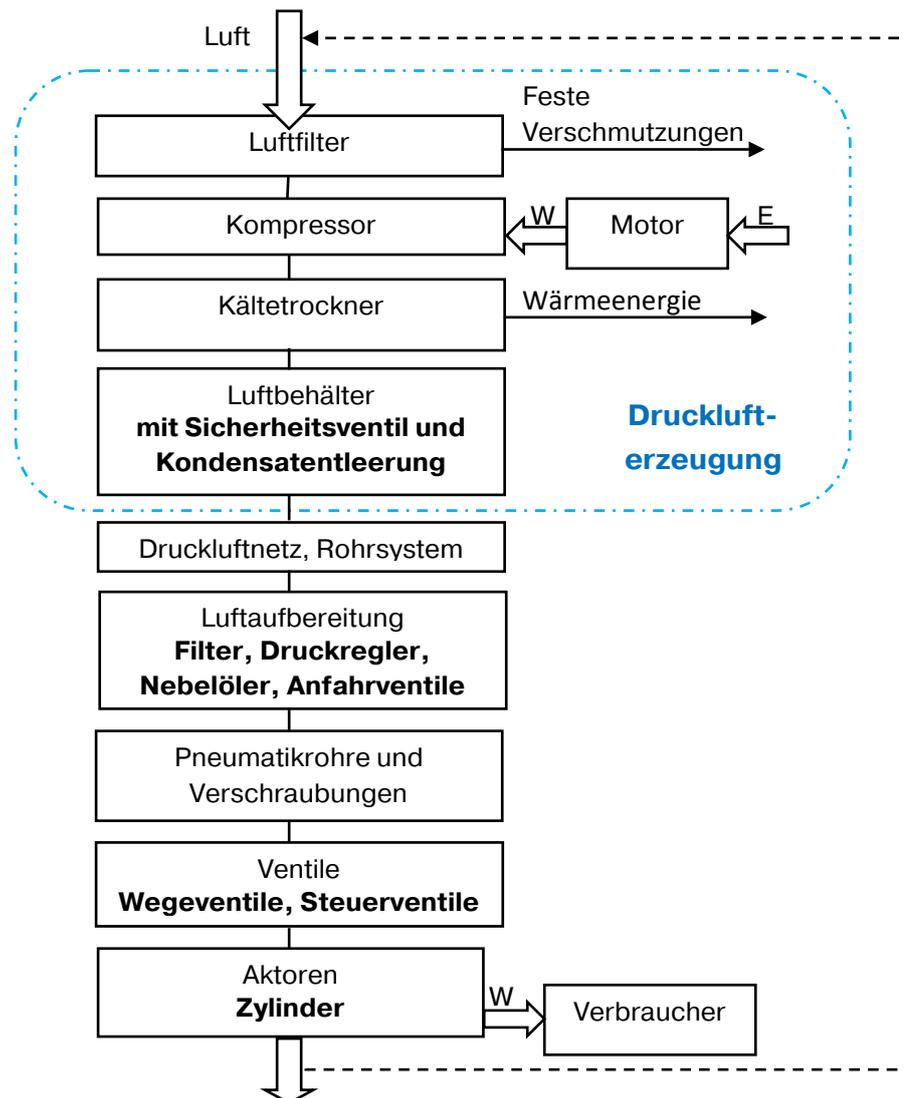
Nach Berechnung mit einem kalkulierten Verlust von ca. 5%, kommen wir auf folgendes Ergebnis: **die Zugkraft des Zylinders ist etwa 601 N**, gegenüber der **Druckkraft** von 716 N.

Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile

Der Weg der Druckluft von der Erzeugung bis zum Verbraucher

In der **Pneumatik** wird **Druckluft zur Verrichtung von mechanischen Arbeiten und zur Steuerung verwendet**. Hierfür sind weitere Geräte notwendig, die die Druckluft herstellen, aufbereiten und transportieren. Daher ist es wichtig zu verstehen, wie ein komplettes pneumatisches System grundsätzlich aufgebaut ist.

Die untenstehende Darstellung zeigt den Weg der Umgebungsluft vom Kompressor bis zu den Verbrauchern.



Für die Konstruktion eines pneumatischen Systems ist es typisch, **dass die einzelnen Elemente in Abhängigkeit ihrer Aufgaben im Raum aufgestellt werden**. Auch räumlich getrennt sind die Elemente jedoch systemisch miteinander verbunden.

Kapitel 2:

Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile



Die Herstellung und der Transport der Druckluft

Diese Elemente des Pneumatiksystems werden wir an dieser Stelle nur kurz behandeln.

Luftfilter

Der Luftfilter ist in den Ansaugstutzen des Kompressors eingebaut. Er verhindert, dass grobe Verschmutzungen aus der Umgebung mit der Luft in das System eingezogen werden. Durch Filterung kann ein Großteil unerwünschter Partikel abgeschieden werden.

Kompressor

Die Aufgabe des Kompressors ist die Komprimierung der Luft in der gewünschten Menge und auf den gewünschten Druck. Die vom Antriebsmotor verbrauchte Energie wird im Kompressor umgewandelt und in Form von Druckluft gespeichert. Der meistverwendete Kompressortyp in der Industrie ist der Schraubenkompressor. Daneben finden sich oft noch Kolbenkompressoren.

Kältetrockner und Systemfilter

Durch die Kompression verliert die Luft die Möglichkeit Wasser zu binden. Dieses fällt beim Kompressionsprozess aus. Da dieses Wasser, auch Kondensat genannt, die nachfolgenden Elemente des Druckluftsystems stören würde, muss es abgeschieden werden. Im Kältetrockner kondensiert das Wasser und es wird abgeschieden. Auch Absorptionstrockner sind einsetzbar, bei denen das Wasser mit Hilfe spezieller Materialien gebunden wird.

Die Druckluft ist häufig noch durch die ölgeschmierten Kompressoren verschmutzt. Ferner befinden sich in der Druckluft Partikel, die nicht vom Ansaugfilter abgeschieden wurden. Diese können andere Bauteile wie z.B. pneumatische Steuerventile beeinträchtigen. Häufig werden diese Elemente mit Hilfe von Systemfiltern abgeschieden.

Auf die Druckluftaufbereitung und die Funktionen der verschiedenen Komponenten, werden wir in einem späteren Abschnitt detaillierter eingehen.

Druckluftbehälter

Der Druckluftbehälter ist für die temporäre Speicherung von Druckluft vorgesehen. Er stellt sicher, dass wechselnde Verbräuche zuverlässig bedient werden. Häufig ist am Druckluftbehälter eine Kondensatentleerung zu finden. Dieses wird manuell oder automatisch betätigt. Durch dieses Ventil wird das sich im Behälter ansammelnde Kondensat abgeleitet.

Druckluftnetzwerk

Das Netzwerk transportiert die Druckluft vom Kompressor zum Verbraucher. Die Dimensionierung des Druckluftnetzwerkes ist sehr wichtig, da es die Versorgungssicherheit stark beeinflusst. Faustregeln:

- Je länger die Leitungen sind, desto größer ist der Druckverlust durch Reibung.
- Je mehr Verbraucher angeschlossen sind, desto größere Querschnitte sind zu wählen.

Kapitel 2:

Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile



Die Qualität der Druckluft

Die **Betriebssicherheit eines pneumatischen Systems ist unmittelbar abhängig von der Qualität der Druckluft**. Grundsätzlich gilt:

- Eine bessere Druckluft macht das System sicherer, da das Risiko von Verstopfungen und Verschleiß reduziert wird.
- Bitte beachten Sie, dass die Hersteller der Geräte die Luftqualität vorschreiben. Diese ist nach **ISO 8573-1:2010** genormt.

Einstufung der Druckluft in Reinheitsklassen – die Norm ISO 8573-1

In der Druckluft sind Feststoffpartikel, Wasser und Öl die drei wichtigsten Verschmutzungselemente. Für jedes dieser drei Elemente werden Reinheitsklassen definiert.

ISO 8573-1:2010 KLASSE	Feststoffpartikel				Wasser		Öl
	Maximale Anzahl Partikel pro m ³			Massekonzentration mg/m ³	Drucktaupunkt Dampf	Flüssigkeit in g/m ³	Gesamtanteil Öl (flüssig, Aerosol und Nebel) mg/m ³
	0,1 - 0,5 µm	0,5 - 1 µm	1 - 5 µm				
0	Gemäß Festlegung durch den Gerätenutzer, strengere Anforderungen als Klasse 1						
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70 °C	-	0,01
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	-	≤ -40 °C	-	0,1
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000	-	≤ -20 °C	-	1
4	-	-	≤ 10.000	-	≤ +3 °C	-	5
5	-	-	≤ 100.000	-	≤ +7 °C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10 °C	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

Reinheitsklassen nach der Norm ISO 8573-1

Zum Beispiel: ISO 8573-1:2010 [4:3:3]

Verschmutzung durch Feststoffe nach Klasse 4, Wasser nach Klasse 3, Öl nach Klasse 3

Druckluft von besonders hoher Qualität, ist nach Norm 100% Ölfrei; dies entspricht der Klasse 0.

Verwendung findet solche Druckluft im Medizinbereich, in der Lebensmittelindustrie und in der Elektrotechnik.

Nach der Norm entspricht die Druckluft der Qualitätsklasse 1, wenn der verbleibende Öl-Gehalt weniger als 0,01 mg/m³ ist und keine größeren Feststoffpartikel als Durchmesser 0,1 µm enthalten sind sowie deren Massekonzentration 0,1 mg/m³ nicht überschreitet. Der Wasseranteil muss dem Drucktaupunkt Dampf ≤ -70°C entsprechen.

Die Luftverschmutzung nicht vergessen!

Bitte beachten Sie bei der Konstruktion des Druckluftsystems die Umgebungsbedingungen.

Luftverschmutzung der angesaugten Umgebungsatmosphäre wird bei der Komprimierung konzentriert. Gegebenenfalls können durch in der Nachbarschaft gelegenen Betriebe mit hoher Umweltbelastung zu stark verunreinigter Druckluft im eigenen Haus führen. Auch andere Umweltfaktoren, wie beispielsweise eine sehr hohe Ozonbelastung, können Wechselwirkungen auslösen und ggf. zu Schäden an den Dichtwerkstoffen führen. Klimatische Bedingungen, bspw. tropische Umgebung haben direkten Einfluss auf die Dimensionierung des Trockners.

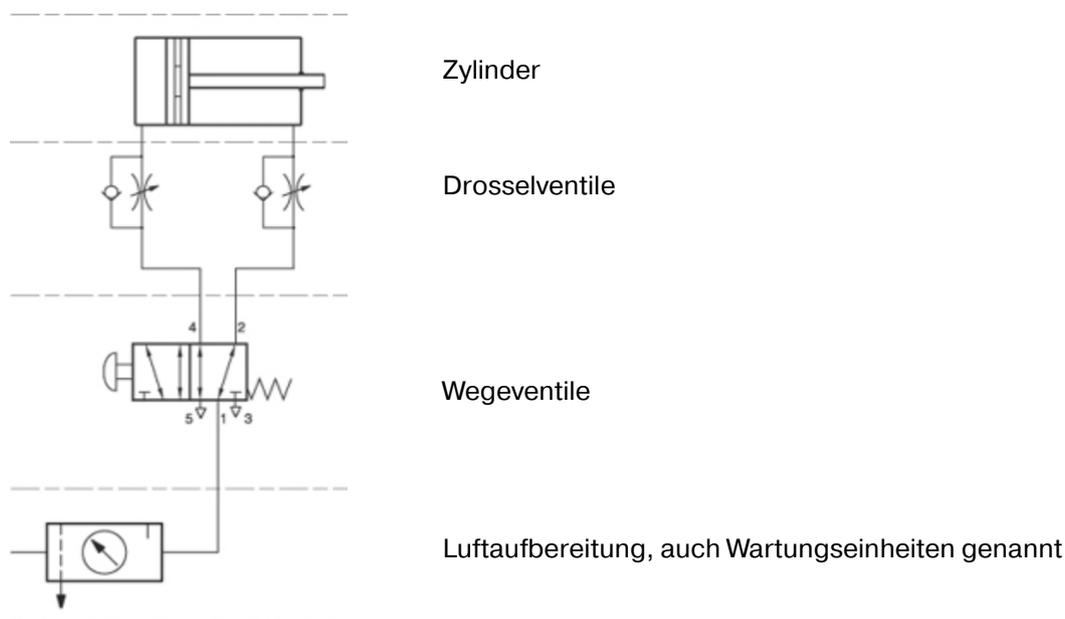
Deshalb ist es wichtig...

- zu wissen, was für eine Luft unser Kompressor von der Umgebung ansaugt.
- sicherzustellen, dass nach dem Kompressor die Druckluft entsprechend gereinigt, getrocknet und ggf. entölt wird.
- den Einfluss der Restverschmutzung, bspw. Korrosion durch Wasser auf die Betriebssicherheit abschätzen.
- bei Elementen mit besonders hoher Belastung ggf. gezielte Ölschmierung einzusetzen.

.. um einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen.

Die wichtigsten Elemente eines pneumatischen Systems auf Maschinenebene:

Die Darstellung **zeigt exemplarisch den Aufbau** eines pneumatischen Systems auf Maschinenebene mit Elementen einer „Grundschialtung“.



Die verschiedenen Elemente sind mit **ISO-Symbolen** dargestellt, die wir mit Linien verbinden. Damit zeigen wir den **Weg der Druckluft**. Bei der Zusammenstellung von Schaltzeichnungen stellen wir typischerweise die Luftaufbereitungsgeräte unten und die Aktoren oben dar. Dadurch wird die Zeichnung übersichtlicher.

Kapitel 2:

Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile



Die pneumatischen Elemente können – wie in der obigen Figur dargestellt – **gruppiert werden**:

- **Luftaufbereitung:**
 - Filter
 - Druckregler
 - Nebelöler
 - Einschaltventile
 - Anfahrventile
 - ...

- **Steuerventile**
 - Wegeventile
 - Verschiedene Steuerventile
 - Logik-Ventile
 - ...

- **Durchfluss-Regelventile**
 - Drosselventile
 - Rückschlagventile
 - Drossel-Rückschlagventile
 - Funktionsverschraubungen
 - ...

- **Aktoren, Zylinder**
 - Zylinder mit Kolbenstange
 - Zylinder ohne Kolbenstange
 - Schwenkeinheiten / Drehantriebe
 - ...

- **Pneumatikrohre, Verschraubungen**
 - Für den Transport der Druckluft, bzw. für die Verbindung einzelner Elemente

Kapitel 2:

Der grundsätzliche Aufbau eines pneumatischen Systems und seine Bestandteile

Die Firma Hafner Pneumatik strukturiert die angebotenen Produkte in folgende Baugruppen:

- HAFNER Ventile



- Zylinder



- Prozessventile



- Wartungseinheiten (FRL)



- Verschraubungen



- Schläuche und Rohre



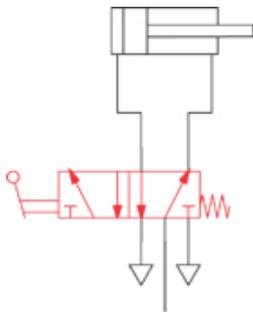
Pneumatische Aktoren (Zylinder, Drehantriebe, usw.) werden von Pneumatikventilen gesteuert. Diese regeln **Wirkrichtung, Geschwindigkeit** (über die Durchflussmenge) **und die Kraft** (Druckregelventile).

Wir gruppieren die Ventile nach ihrer Funktion:

Das Schaltsymbol stellt die Funktion des Ventils dar. Daraus lässt sich auf die Anwendungsmöglichkeit schließen. Nachstehend sehen Sie verschiedene Schaltsymbole, deren Funktionen anhand von ausgewählten Beispielen erklärt wird.

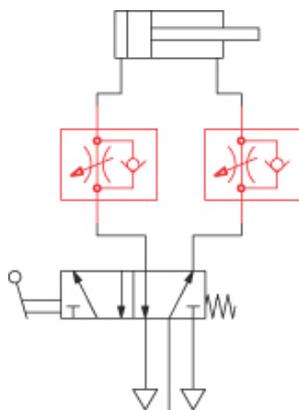
- **Steuerung der Wirkrichtung von Aktoren** – Wegeventile
Sie beeinflussen entweder direkt die Aktoren oder andere Steuerventile.

Anwendungsbeispiel: Steuerung eines doppeltwirkenden Zylinders mit einem 5/2-Wege Handhebelventil.



- **Steuerung von Durchflussmengen** – Drossel- und Drossel-Rückschlagventile
Diese Ventile begrenzen die Menge der Druckluft, die durch das Ventil strömt.

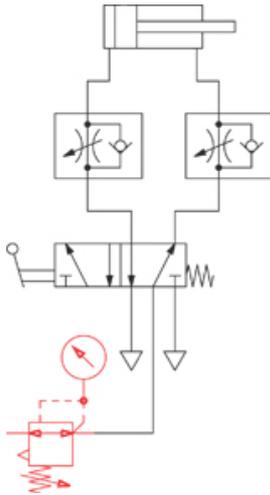
Anwendungsbeispiel: Wenn wir bei dem obigen Beispiel bleiben, können wir **die Geschwindigkeit** des Zylinders mit Drossel-Rückschlagventilen regeln, wobei wir **immer die aus dem Zylinder ausströmende Luft regeln**. Dadurch bewegt sich der Zylinder ruckelfrei.



- **Druckregelung** - Druckregelventil

Diese Produkte halten den Ausgangsdruck bei schwankendem Eingangsdruck auf einem konstanten Wert. Der Ausgangsdruck ist maximal so groß wie der Eingangsdruck. Der Luftdruck regelt die Kraft des Zylinders (vgl. Kapitel 1).

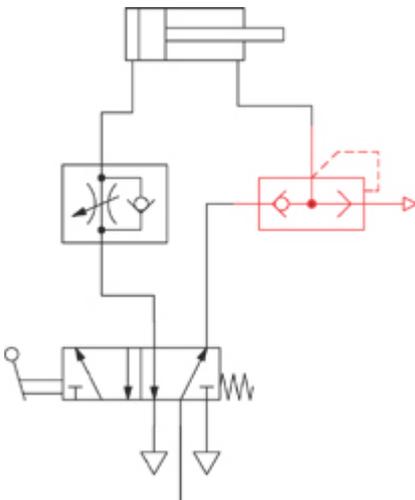
Anwendungsbeispiel: wenn wir bei dem obigen Beispiel bleiben, kann **die Kraft** des Zylinders **mit dem Betriebsdruck reguliert werden**. Diesen Druck können wir mit einem Druckregelventil auf den gewünschten Wert einstellen. Der Druck wird über ein angebautes Manometer angezeigt.



- **Schnellentlüftung** – Schnellentlüftungsventile

Diese Ventile dienen dazu die Zylinder mit hoher Geschwindigkeit zu entlüften und dadurch die Kolbengeschwindigkeit zu erhöhen.

Anwendungsbeispiel: wenn wir bei dem obigen Beispiel bleiben und die Aufgabenstellung haben, den Zylinder so schnell wie möglich in die Endlagenstellung mit ausgefahrener Kolbenstange zu bringen, ersetzen wir das Drosselrückschlagventil durch ein Schnellentlüftungsventil. Dadurch wird die Druckluft in der Zylinderkammer nicht über das Steuerventil, sondern über das Schnellentlüftungsventil entlüftet.

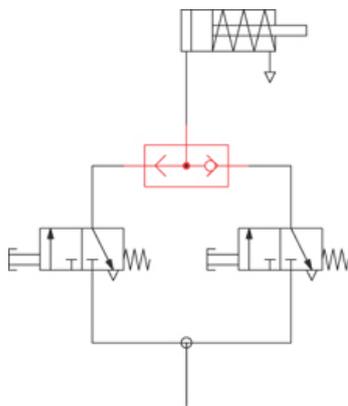


- **Logikventile**

Diese Ventile dienen nicht der Steuerung von Aktoren, sondern mit ihnen lassen sich logische Grundschaltungen verwirklichen. Beispiele sind UND, ODER, NICHT. Mit diesen logischen Operatoren aus der Booleschen Algebra können fast alle mathematischen Aufgaben gelöst werden.

Anwendungsbeispiel: die Betätigung eines einfachwirkenden Zylinders durch zwei 3/2-Wege Ventile. Soll der Zylinder entweder mit dem einen oder dem anderen Steuerventil geschaltet werden, ist die Verwendung eines **ODER Ventils** notwendig. In dieser Schaltung können wir den Zylinder entweder mit dem einen oder mit dem anderen Steuerventil betätigen.

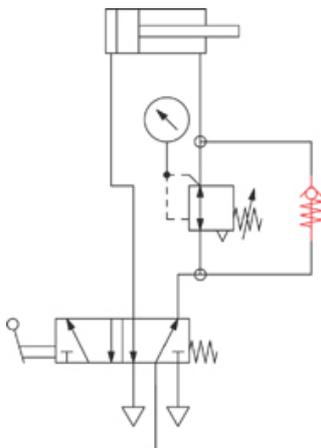
Wenn ein **UND-Ventil** eingesetzt wird, müssen beide 3/2-Wege Steuerventile betätigt werden, damit der Zylinder ausfährt.



- **Rückschlagventile**

Diese Ventile lassen die Druckluft in nur eine Richtung strömen. Wenn die Druckluft aus der anderen Richtung kommt, wird diese vom Rückschlagventil blockiert.

Anwendungsbeispiel: wenn Druckluft gespart werden soll, kann bei einem doppeltwirkenden Zylinder, der nur in eine Richtung arbeitet, der Rückhub mit geringerem Druck realisiert werden. Dazu wird in die Druckluftleitung ein weiteres Druckregelventil eingebaut. Um das Ausströmen der Luft zu ermöglichen, wird diese über ein Rückschlagventil umgeleitet.



Typisch ist der Einsatz von Drosselrückschlagventilen. Diese regeln die Geschwindigkeit des Aktors in nur eine Richtung (siehe oben). Die einströmende Luft wird nicht gedrosselt. Die ausströmende Luft wird über die Drossel geführt. Der freie Durchgang ist durch das Rückschlagventil verschlossen.

Wegeventile im Allgemeinen

Wegeventile sind die wichtigsten Elemente einer pneumatischen Steuerung.

Wegeventile dienen in der Fluidtechnik dazu, den Weg für das Medium freizugeben, zu sperren oder die Durchflussrichtung zu ändern. Man verwendet sie zur Steuerung von Zylindern und anderen Aktoren oder von weiteren Steuerventilen.

Wegeventile sind nicht für Regelungszwecke konstruiert worden, sie dienen nicht der Druck- oder Volumenstromänderung.

Wir können **die Wegeventile** nach verschiedenen Kriterien **gliedern**:

- Nach dem grundsätzlichen **Aufbau**
 - Kolbenschieberventile
 - Sitzventile
- Nach der **Betätigung**
 - Mechanisch betätigt
 - Manuell betätigt
 - Pneumatisch betätigt
 - Elektrisch betätigt
- Nach **der Anzahl der (stabilen) Stellungen**
 - Monostabil (das Ventil hat eine stabile Stellung, Rückstellung durch Federkraft)
 - Bistabil (das Ventil hat zwei stabile Stellungen)
 - Drei- oder Mehrstellungsventile
- Nach **Schaltposition in Grundstellung**
 - Im Fall von **2/2-Wege und 3/2-Wege** Ventilen
 - In Grundstellung geöffnet
 - In Grundstellung geschlossen
 - Im Fall von **3/3-Wege, 4/3-Wege und 5/3-Wege** Ventilen
 - In Mittelstellung geschlossen
 - In Mittelstellung geöffnet
 - In Mittelstellung entlüftet
- Nach der Zahl der **Anschlüsse und der Stellungen**
 - **2/2**
 - **3/2**
 - 3/3
 - 4/2
 - **5/2**
 - 4/3
 - **5/3**

Daneben gibt es noch Sonderventile für ganz spezielle Anwendungen. Die üblichen Ausführungen sind fett markiert.

Die Struktur und der Aufbau von Wegeventilen

Nachstehend beschreiben wir den Unterschied zwischen den zwei grundsätzlichen Bauarten: Sitzventil und Kolbenschieberventil.

Ein Grundelement von alle Wegeventilen ist der **Ventilkörper**. Der Ventilkörper hält die anderen Teile des Ventils zusammen. Das zweite wichtige Element ist **der bewegliche Teil, das Schließelement**, das die Anschlüsse des Ventils öffnet, schließt, bzw. zwei oder mehr Anschlüsse verbindet.

Durch verschieben des beweglichen Teils werden Anschlüsse verbunden oder isoliert. Damit wird die Richtung der strömenden Druckluft bestimmt.

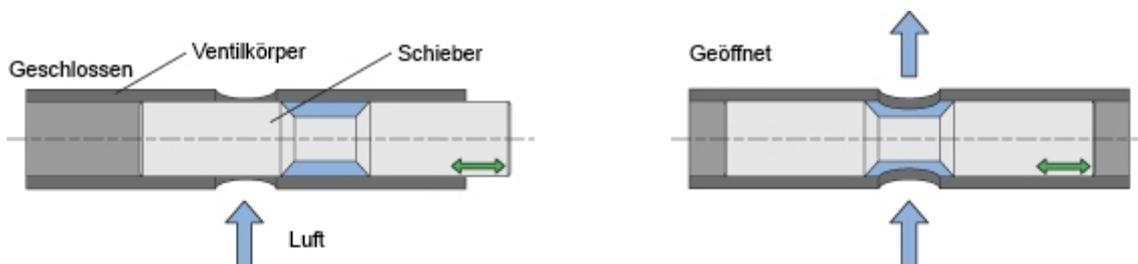
Das Schließelement kann entweder ein **Kolbenschieber** oder ein **Ventilteller** sein. Dementsprechend unterscheiden wir in:

- **Kolbenschieberventile** und
- **Sitzventile**.

Kolbenschieberventile

Bei den Kolbenschieberventilen kommt die Verbindung der Anschlüsse durch die axiale Bewegung des zylindrischen Schiebers zustande.

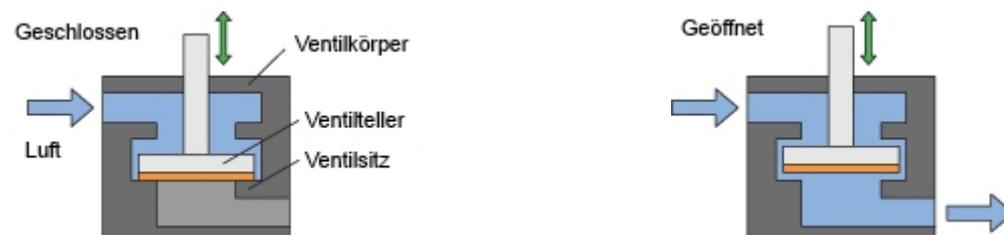
Die untenstehende Darstellung zeigt die **geschlossene und offene Stellung** eines Kolbenschieberventils.



Sitzventile

Im Fall von Sitzventilen verhindert ein auf einen Ventilsitz gepresster Ventilteller das Strömen des Mediums.

Die untenstehende Darstellung zeigt die **geschlossene und offene Stellung** eines Sitzventils.



Gruppierung der Wegeventile nach Betätigungsarten

Unter Betätigung eines Ventils verstehen wir die Art und Weise wie Ventilteller oder Kolbenschieber bewegt werden. Wir unterscheiden folgende Formen:

- **mechanisch** ein Maschinenteil drückt auf den Kolbenschieber / den Ventilteller
- **manuell** ein Mensch drückt einen Knopf, bewegt einen Hebel
- **pneumatisch** ein Drucksignal bewegt den Kolbenschieber
- **elektrisch** der Anker eines Elektromagneten öffnet einen Ventilsitz
- **elektro-pneumatisch** der Anker eines Elektromagneten öffnet einen Ventilsitz, die durchströmende Luft bewegt den Kolbenschieber / den Ventilteller

Die Gruppierung nach der Steuerart steht in direktem Zusammenhang mit der Betätigung. Elektrisch betätigte Ventile, im allgemeinen Magnetventile genannt, werden unterschieden in:

- **Direkt gesteuerte Ventile**
Das Ventil wird direkt durch den Magneten geöffnet, unabhängig von der Energie des Mediums.
- **Vorgesteuerte Ventile (Kolbenschieberventile)**
Das Hauptventil wird durch ein sogenanntes Vorsteuerventil gesteuert. Durch Betätigung des Vorsteuerventils strömt das Medium in den Ventilkörper und bewegt den Kolbenschieber. Die Energie im Medium wird (teilweise) verwendet, um das Ventil zu schalten. Typisch ist dies bei elektro-pneumatischen Ventilen.
Auch Sitzventile oder Membranventile können vorgesteuert werden.
- **Vorgesteuert mit Steuerhilfsluftanschluss**
Die Funktion ist ähnlich der vorgesteuerten Ventile. In diesem Fall wird jedoch das Stellglied nicht mit der Energie des durch das Hauptventil durchströmenden Mediums bewegt, sondern das Ventil verfügt über einen zusätzlichen Druckluftanschluss im Vorsteuerkopf.

Gliederung der Wegeventile nach (stabilen) Positionen:

- **Monostabile Ventile**
Wenn die Betätigungskraft weggenommen wird (bspw. pneumatisches Signal entfällt, Strom wird weggenommen, Druckknopf wird losgelassen) fährt das Stellglied in eine Grundstellung. Dies erfolgt in aller Regel durch eine mechanische Feder oder durch die Energie des Mediums („Luftfeder“).
- **Bistabile Ventile**
Wenn die Betätigungskraft weggenommen wird, verharrt das Ventil in seiner zuletzt eingenommen Stellung.
- **Drei- oder mehrstellige Ventile**
Diese Ventile haben 3 Stellungen, in seltenen Fällen auch mehr.
Manuell betätigte 3-Stellungsventile werden als federzentrierte oder rastende Version (stabil in allen drei Stellungen) angeboten. Alle anderen Betätigungsarten sind in aller Regel mit einer federzentrierten (Mittel-)stellung ausgestattet.

Kapitel 3:

Gruppierung und Aufbau von Steuerventilen



Gliederung der Wegeventile nach Anschlüssen und Schaltstellungen

Wir greifen an dieser Stelle einer späteren Schulung, in der dieses Thema intensiver erörtert wird, vor.

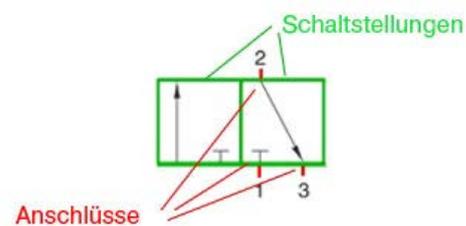
Die **Benennung der Wegeventile** erfolgt nach der Anzahl der Anschlüsse im „Hauptventil“.

Die typische Darstellung ist: **[Anzahl von Anschlüssen] / [Anzahl von Schaltstellungen]**

Beispiel:

3/2-Wegeventil

Das Ventil hat **drei Anschlüsse** und **zwei Schaltstellungen**.



Die am Häufigsten **verwendeten Ausführungen** sind:
2/2 - , 3/2 - , 5/2 - und 5/3 – Wegeventile

Kapitel 3:

Gruppierung und Aufbau von Steuerventilen



Praxisbeispiele, Gruppierung der Magnetventile nach Steuerungsarten:



Direkt betätigtes elektrisches Ventil (z.B.: MH 311 015)

Nach Aufbau: **Sitzventil**

Nach Steuerungsmethode: **direkt gesteuert**

Nach Positionsstabilität: **monostabil**

Nach Schaltposition: **in Grundstellung geschlossen**

Nach Anzahl von Anschlüssen und Schaltstellungen: **3/2**

Die von der Magnetspule induzierte magnetische Kraft steuert direkt den Ventilteller, damit wird das Ventil geschaltet.



Vorgesteuertes Magnetventil (z.B.: MH 310 701)

Das Ventil enthält im Prinzip 2 Ventile, Hauptventil und Vorsteuerventil, aber die Eigenschaften des Hauptventils sind die bestimmenden.

Nach Aufbau:

Hauptventil = **Kolbenschieberventil**

Vorsteuerventil = **Sitzventil**

Nach Steuerungsmethode: **Elektromagnetisch, vorgesteuert**

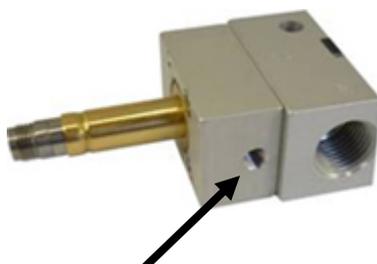
Nach Positionsstabilität: **monostabil**

Nach Schaltposition: **in Grundstellung geschlossen**

Nach Anzahl von Anschlüssen und Schaltstellungen: **3/2**

Die von der Magnetspule induzierte magnetische Kraft steuert das Vorsteuerventil, das durchströmende Medium bewegt den Kolbenschieber.

Das Vorsteuerventil bekommt seine Druckluft-Versorgung aus dem Hauptventil.



Steuerhilfsluftanschluss

Elektrisch gesteuertes Ventil mit Steuerhilfsluftanschluss

(z.B.: MEH 311 701)

Das Ventil enthält wiederum 2 Ventile:

Hauptventil: **Kolbenschieberventil**

Vorsteuerventil: **Sitzventil**

Nach Steuerungsmethode: **Elektromagnetisch, vorgesteuert**

Nach Positionsstabilität: **monostabil**

Nach Schaltposition: **in Grundstellung geschlossen**

Nach Anzahl von Anschlüssen und Schaltstellungen: **3/2**

Die von der Magnetspule induzierte magnetische Kraft steuert das Vorsteuerventil, das daran angeschlossene Medium (Druckluft) bewegt den Kolbenschieber im Hauptventil unabhängig vom Druck / Medium im Hauptventil.

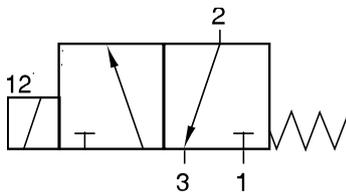
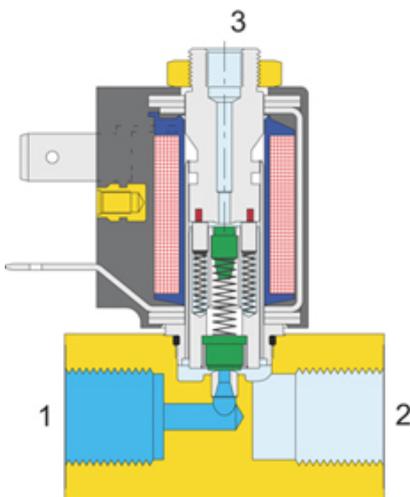
Der Steuerhilfsluftanschluss befindet sich im Vorsteuerventil.

Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen

1. Aufbau von direktgesteuerten Magnetventilen

Direkt gesteuerte Magnetventile sind typischerweise **Sitzventile**. Die Bewegung des Ventiltellers öffnet oder schließt den Weg des Mediums.

Die untenstehende Illustration zeigt die Schnittzeichnung eines elektrisch betätigten direkt gesteuerten 3/2-Wegeventils.



Steuerung: elektrisch gesteuert

Das durch elektrischen Strom erzeugte magnetische Feld wird dazu verwendet, den Anker im Ankerrohr anzuheben. Wieder abgesenkt wird er durch eine mechanische Feder. Der Hubanker beinhaltet beim 3-Wegeventile zwei Dichtungen = Ventilteller, diese sind grün markiert.

Steuerart: direkt gesteuert

Es wird ausschließlich die Kraft des magnetischen Feldes verwendet, um das Ventil zu öffnen. Es gibt keine weitere Energiequelle / Hilfsenergie durch das Medium.

Stabile Positionen: eine = monostabil

Das Ventil hat eine stabile Stellung = Grundstellung. Die mechanische Feder hält das Betätigungselement in dieser Stellung. Aufgrund des Steuerungssignals schaltet das Ventil um, wenn dieses Signal entfällt, schaltet das Ventil durch die mechanische Feder in seine Grundstellung zurück.

Grundstellung: Das Ventil ist in Grundstellung geschlossen. Wenn keine Spannung anliegt, ist das Ventil geschlossen. Das Medium wird an Anschluss 1 (Druckanschluss) blockiert.

Anzahl von Anschlüssen und Schaltstellungen: 3/2-Wege
Das Ventil hat 3 Anschlüsse und 2 Schaltstellungen.

Typische Eigenschaften von direkt gesteuerten Sitzventilen sind:

- Nennweite: **DN 1,2 ... 3 mm**
- Arbeitsdruck: **PN bis zu 10 bar**
- Durchfluss: **QN 10 ... 210 l/min**
- Anschlüsse: **M5, G1/8" und G1/4"**
- Elektrische Leistung: **3W / 5VA und mehr**



Dieses Ventil kann Drücke bis 10 bar nur bei relativ kleinen Nennweiten steuern. Deshalb sind auch die Durchflüsse relativ gering. Wenn die Nennweite erhöht werden soll, steigt auch die elektrische Leistungsaufnahme analog dazu.

Wirkungsweise:

Das Ventil wird an Anschluss 1 mit Druckluft beaufschlagt. Die Federkraft hält den Ventilteller auf dem Ventilsitz. Anschluss 1 ist geschlossen, das Ventil ist offen von Anschluss 2 in Richtung Anschluss 3. (Diese Stellung ist die Grundstellung eines 3/2-Wege in Grundstellung geschlossenen Ventils.)

Sobald elektrischer Strom auf die Spule gegeben wird, hebt sich der Ventilteller zwischen Anschluss 1 und 2. Gleichzeitig wird der obere Ventilteller zwischen 2 und 3 auf seinen Sitz gepresst. Die Druckluft strömt von 1 nach 2, 3 ist geschlossen.

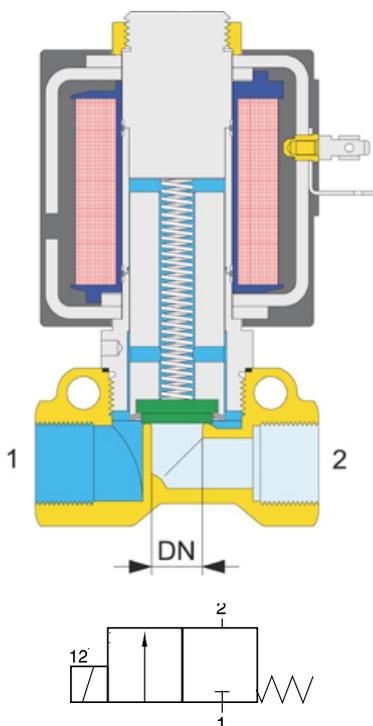
Wenn die Steuerspannung abfällt, schaltet das Ventil in seine Grundstellung zurück (1 geschlossen, offen von 2 nach 3).

WICHTIG! Bei direkt gesteuerten Magnetventilen können wir das Ventil nur durch das erzeugte Magnetfeld betätigen. Daher wird diese Steuerungsart meistens bei Ventilen mit kleinerem Durchmesser verwendet. Die Magnetkraft muss die Federkraft, die den Ventilteller in Grundstellung auf dem Sitz hält, überwinden.

Es gilt: Die Kraft der mechanischen Feder, die den Anker auf den Ventilteller drückt, muss größer sein, als die Kraft des anliegenden Mediums. Die Magnetkraft muss wiederum größer sein, als die Kraft der mechanischen Feder.

Wie funktionieren direkt gesteuerte Ventile mit größerer Nennweite?

Die untenstehende Darstellung zeigt die Schnittzeichnung eines direkt gesteuerten 2/2-Magnetventils.



Dieses Ventil besitzt die folgenden Eigenschaften:

- Nennweite: **DN 10 mm**
- Arbeitsdruck: **PN 2,5 bar**
- Durchfluss: **QN 1670 l/min**
- Anschlüsse: **G3/8“ und G1/2“**
- Elektrische Leistung: **16W / 20VA**



Die elektrische Leistungsaufnahme dieses Ventils beträgt 16W bei 24V DC. Sie ist damit relativ hoch. Die Spule muss daher auf Grund der Hitzeentwicklung relativ groß gewählt werden.

Um die oben beschriebene Mechanik „je größer der Nenndurchmesser (DN) oder der angelegte Druck am Ventil ist, desto stärker muss die Feder sein um den Sitz geschlossen zu halten“ zu überwinden, wird dieses Ventil anders konstruiert.

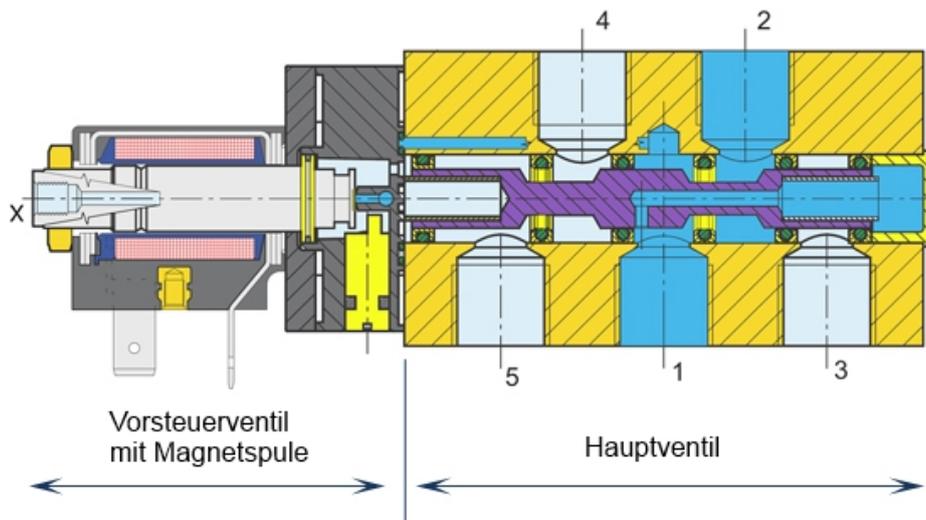
Der Druckanschluss ist nicht unter dem Sitz angelegt, sondern unterstützt die mechanische Feder dabei, den Anker nach unten zu drücken. Aus diesem Grund ist die Verwendung einer schwächeren Feder möglich. Um gegen den anliegenden Druck und die Federkraft öffnen zu können, wird eine erhebliche Magnetkraft benötigt.

Am Beispiel wird deutlich: Wenn Ventile mit hohen Durchflüssen und geringer Leistungsaufnahme gefordert sind, wird eine Hilfsenergie benötigt. Diese Hilfsenergie stellt das angeschlossene Medium am Druckanschluss oder die extern angeschlossene Druckluft zur Verfügung.

2. Aufbau von vorgesteuerten Kolbenschieberventilen

Vorgesteuerte Ventile (Kolbenschieberventile) bestehen aus zwei Teilen.

Die untenstehende Illustration zeigt die Schnittzeichnung eines vorgesteuerten 5/2-Wege Magnetventils:



Das Vorsteuerventil ist ein 3/2-Wege Sitzventil, das Hauptventil ist ein 5/2-Wege Kolbenschieberventil.

Die Eigenschaften des Hauptventils sind:

Aufbau: Schieberventil

Die axiale Bewegung des Kolbenschiebers erzeugt die Verbindung der entsprechenden Anschlüsse. Zur Bewegung wird die Energie der Druckluft verwendet.

Steuerung: elektrisch gesteuert

Wir steuern das Vorsteuerventil elektrisch. Dies funktioniert identisch zum oben dargestellten 3/2-Wege Sitzventil.

Steuerungsmethode: vorgesteuert

Das Vorsteuerventil steuert die Steuerluft, welche intern durch Anschluss 1 in den Vorsteuerkopf geleitet wird. Die Steuerluft wird dazu verwendet, den Kolbenschieber im Hauptventil zu bewegen.

Anzahl der stabilen Stellungen: eine = monostabil

Das Ventil hat eine stabile Stellung. Wenn das elektrische Signal weggenommen wird, wird der Kolbenschieber mit Hilfe einer mechanischen oder pneumatischen Feder (oder Kombination aus beidem) in die Grundstellung zurückgestellt.

Schaltposition: in Fall von 5/2-Ventilen gibt es kein normal offen oder geschlossen. Das Ventil ist in Grundstellung typischer Weise offen von 1 nach 2. Betätigt offen von 1 nach 4.

Anzahl von Anschlüssen und Schaltstellungen: 5/2-Wege

Das Ventil hat 5 Anschlüsse und 2 Schaltstellungen.

Kapitel 4:

Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen



Die typischen Eigenschaften von Hafner Kolbenschieberventilen sind:

- Nennweite: **DN 3 ... 18 mm**
- Arbeitsdruck: **PN 10 bar**
- Durchfluss: **QN 200 ... 6.000 l/min**
- Anschlüsse: **M5 ... G3/4"**
- Medium: **Druckluft**
- Elektrische Leistung: **3W / 5VA**

Kolbenschieberventile können auch mit größeren Nennweiten bei gleichzeitig geringer Leistungsaufnahme realisiert werden. Der maximale Betriebsdruck ist in der Regel 10 bar (Sonderlösungen auch bis 15 bar).

Für die korrekte Funktion der Geräte ist allerdings ein **Mindestdruck notwendig**. Unterhalb des im Katalog angegebenen Mindestdrucks, hat das Medium nicht ausreichend Kraft, um den Kolbenschieber zu bewegen.

In dieser Tabelle fassen wir schematisch die Vor- und Nachteile zusammen:

	Direktgesteuerte Ventile mit kleinem Durchfluss	Direktgesteuerte Ventile mit großem Durchfluss	Vorgesteuerte Kolbenschieberventile mit großem Durchfluss
Nennweite / Durchfluss	Klein	Groß	Groß
Max. Arbeitsdruck	Groß	Klein	Groß
Min. Arbeitsdruck	0	0	> 0
Elektrische Leistungsaufnahme	Niedrig	Hoch	Niedrig

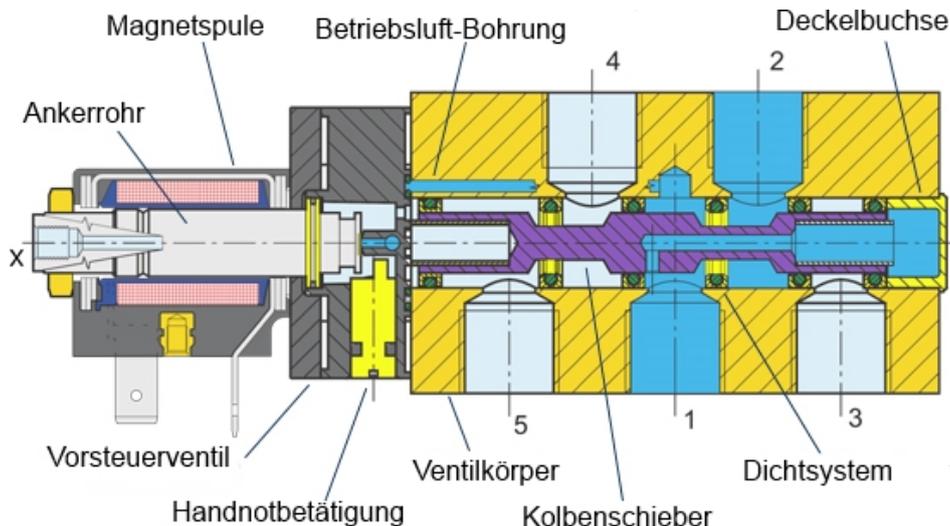
Kapitel 4:

Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen



Die **Wirkungsweise** des elektrisch gesteuerten 5/2-Wegeventils wird zusammen mit den HAFNER-spezifischen Vorteilen im folgenden Teil dargestellt.

Die untenstehende Darstellung zeigt die Schnittzeichnung eines vorgesteuerten 5/2-Wege Magnetventils:



Die Wirkungsweise von 5/2-Wege monostabilen Hafner Magnetventilen (Typ MH 510 / MD 510 / MMD 510)

Die Druckluft wird an Anschluss 1 am Ventil angeschlossen. Druckluft strömt durch die axiale Bohrung im Kolbenschieber in das Ende des Ventils (zur Deckelbuchse). Dort bildet die Druckluft eine Luftfeder und der Kolbenschieber fährt in die Grundstellung. Gleichzeitig wird jedoch auch das Vorsteuerventil durch die Betriebsluft- / Steuerluftbohrung (*blau markiert*) mit Druckluft versorgt. (Ventile können auch mit einer mechanischen Feder ausgestattet werden.)

Die verschiedenen Räume im Ventilkörper werden durch das Dichtsystem voneinander abgetrennt.

In der Grundstellung strömt die Druckluft vom Anschluss 1 in Richtung Anschluss 2. Ferner ist das Ventil von Anschluss 4 nach Anschluss 5 verbunden (=Entlüftung). Der Anschluss 3 ist geschlossen.

Das Hauptventil wird durch ein direktgesteuertes 3/2-Sitzventil gesteuert, das die Betriebsluft durch die im Ventilkörper geführte Steuerluftbohrung erhält. Wenn die auf dem Ankerrohr sitzende Magnetspule elektrisch betätigt wird, hebt sich der Hubanker = Ventilteller von seinem Sitz und die Druckluft strömt in den Ventilkörper ein. Da die Fläche des Antriebskolbens auf der Magnetseite größer ist, als die des Kolbenschiebers auf der anderen Seite (Differenzkolben), ist die Kraft bei gleichem Druck größer und der Kolbenschieber bewegt sich in Richtung der Deckelbuchse.

Folge: Das Ventil schaltet um, die bei Anschluss 1 angeschlossene Druckluft strömt jetzt durch Anschluss 4. Ferner entlüftet das Ventil von Anschluss 2 nach Anschluss 3.

Wenn die Spannung von der Magnetspule genommen wird, schließt die mechanische Feder in der Vorsteuerung die Druckluftzufuhr. Die Steuerluft entweicht über das Ankerrohr. Die an der Luftfeder anstehende Kraft wird wieder größer als die auf der Magnetseite und der Kolbenschieber bewegt sich in die Grundstellung zurück.

Kapitel 4:

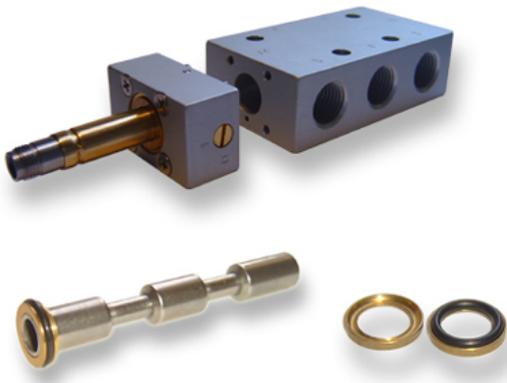
Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen



Spezifische Eigenschaften von Hafner-Ventilen und das einzigartige Dichtsystem des „Schwimmenden O-Rings“

Durch die Verwendung hochwertiger Materialien und moderner Produktionsprozesse können wir eine Produktfamilie von hoher Qualität und zuverlässiger Funktion herstellen.

Verwendete Materialien – bei Standardausführungen:



- **Ventilkörper:** eloxierte Aluminiumknetlegierung
- **Kolbenschieber:** rostfreier Stahl
- **Ankersystem:** Messing, rostfreier Stahl, FKM
- **Innenteile:** Messing, POM, rostfreier Stahl
- **Dichtungen:** NBR, FPM (FKM)

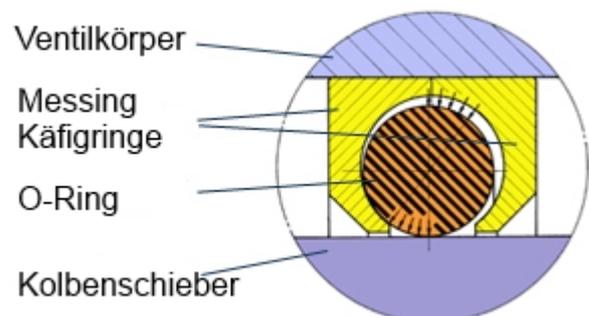
HAFNER bietet auch Spezialausführungen an, unter anderen:

- **Edelstahlventile**
- **Tiefemperaturventile** (bis -50°C)
- **Sitzventile aus Polyamid**
- Ventile geeignet für Verwendung in **explosionsgefährdeten Bereichen** (mit **ATEX Bescheinigung**)
- Kombinationen dieser Ausführungen

Die Eigenschaften des dynamischen Dichtsystems „Schwimmender O-Ring“

Ohne Druck „hängt“ der O-Ring locker in seiner Halterung. Er ist praktisch nicht vorgespannt. Der Luftdruck erzeugt die Dichtwirkung indem er den O-Ring in die zur Dichtung notwendige Position drückt.

- Aufgrund der **geringen Reibung**, werden die Dichtungen weniger abgenutzt.
- Die Ventile **schalten** bei niedrigem Betriebsdruck genau so **sicher** wie bei hohem.
- Die Dichtungen, die nicht unter Druck stehen, oder beidseitig unter dem gleichen Druck stehen, **verursachen keine Reibung**.
- Da die Dichtringe ohne Druck auf dem Schieber nicht vorgespannt sind, schalten die Ventile **schnell und sicher auch bei niedrigen Drücken**.



Kapitel 4:

Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen



Durchflussangaben:

Aus praktischen Gründen enthält unser Katalog die Werte von nominalem Durchfluss in l/min (Liter/Minute).

Nominaler Durchfluss wird nach Norm wie folgt gemessen: Eingangsdruck $p_1=6$ bar, Gegendruck 5 bar, der Durchflusswert der Druckluft (angegeben in l/min), im Fall von einem Druckabfall von $\Delta p=1$ bar.

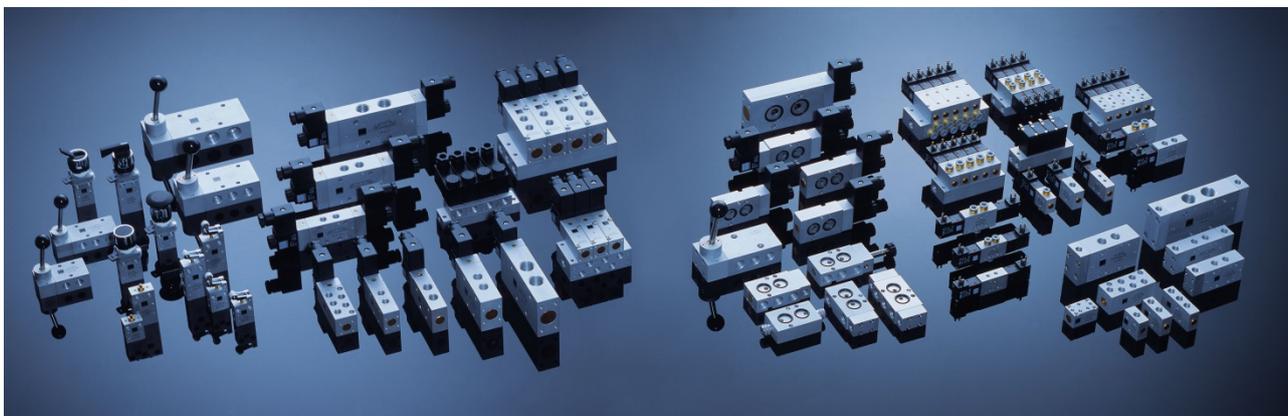
Angegeben wird das Volumen der „entspannten“ Druckluft, d.h. 5-mal so viel, wie tatsächlich fließt!

WICHTIG!

Einige Hersteller geben in ihren Katalogen den „maximalen Durchflusswert“ an. Dieser kann bei maximal zulässigem Arbeitsdruck gemessen werden. Dieser Wert ist deutlich höher.

Wenn das geplante System mit deutlich geringeren Drücken als 6 bar gefahren werden soll, müssen größere Nennweiten in den Ventilen vorgesehen werden!

HAFNER Pneumatik bietet ein umfassendes Programm an direkt gesteuerten Sitzventilen und Kolbenschieberventilen mit Anschlussgrößen M5 bis G 3/4“ und einem maximalen Durchfluss von bis zu 6.000 l/min!



Kapitel 5:

Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen

Darstellung von Wegeventilen

Die Darstellung von Wegeventilen ist nach **DIN ISO 1219 genormt**.

WICHTIG! Die Symbole zeigen ausschließlich die Funktion der Ventile, sie beinhalten keine Informationen über die detaillierte Ausführung des Ventiles hinsichtlich Bauart, Nennweite, etc.

Grundlagen der Schaltsymbole:

- jede Schaltposition ist je einem Quadrat zugeordnet.
- die Anzahl der Quadrate ergibt die Anzahl der Funktionspositionen/Schaltstellungen.
- die Durchflusswege sind mit Linien gekennzeichnet.
- die Durchflussrichtungen sind mit Pfeilen gekennzeichnet.
- Wenn die Luft in beide Richtungen strömen kann, wird ein Doppelpfeil gezeichnet.
- geschlossene Anschlüsse sind mit einem T-Symbol dargestellt.
- die Anschlüsse sind nummeriert, die Nummerierung erfolgt in dem Quadrat, in dem die Grundstellung des Ventils beschrieben wird.
- Die Betätigungsart ist symbolisiert.
- Informationen über Positionsstabilität und Rückstellung sind mit Symbolen gekennzeichnet.

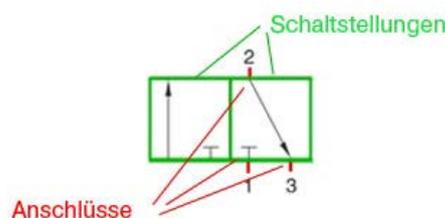
Wegeventile - Zahl der Anschlüsse und Schaltstellungen

Wegeventile werden nach der Anzahl Anschlüssen im Hauptventil (ohne Steueranschlüsse) und Schaltstellungen beschrieben: **[Zahl der Anschlüsse] / [Zahl der Schaltstellungen]**

zum Beispiel:

2 Quadrate = 2 Schaltstellungen

3 Anschlüsse



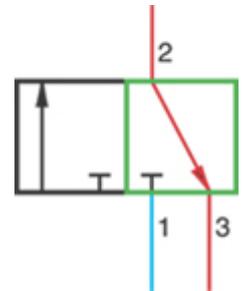
Im abgebildeten Beispiel spricht man von einem **3/2-Wege** in Grundstellung geschlossenes Ventil (gesprochen drei-zwei-Wegeventil). Jede Schaltstellung ist in je einem Quadrat dargestellt. Die Grundstellung ist durch die Angabe der Anschlüsse definiert.

Kapitel 5:

Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen

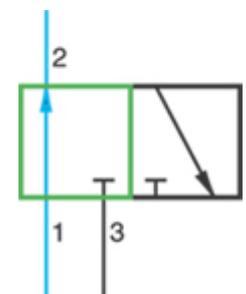
In der rechten Abbildung ist die **Grundposition** eines normal geschlossenen 3/2-Wegeventils zu sehen.

- Anschluss 1 Luftversorgung, in diesem Fall geschlossen. (blau markiert)
- Anschluss 2 Arbeitsanschluss, in Grundposition verbunden mit Anschluss 3 Entlüftung. (rot markiert)
- Grundstellung mit grün markiert.

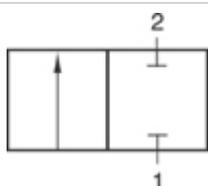
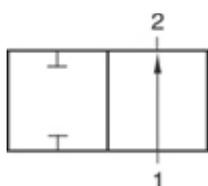
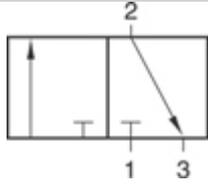
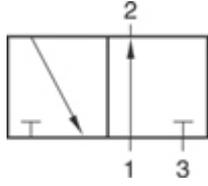


Bei der zweiten Abbildung ist die **Funktionsstellung** des Ventils zu sehen.

- Das Ventil wurde betätigt.
- Anschluss 1 ist mit Arbeitsanschluss 2 verbunden (blau).
- Anschluss 3 Entlüftung geschlossen (schwarz).
- Funktionsstellung mit grün markiert.

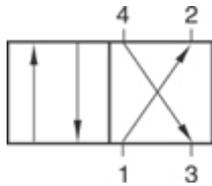
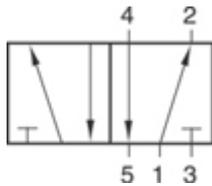
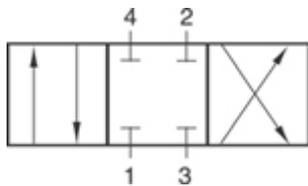
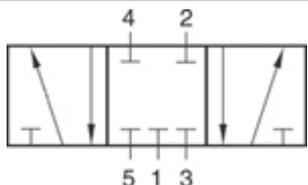


Die Schaltsymbole der gängigsten Ventile:

2/2-Wegeventil		Grundstellung geschlossen
		Grundstellung geöffnet
3/2-Wegeventil		Grundstellung geschlossen
		Grundstellung geöffnet

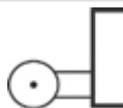
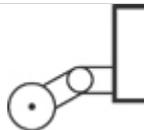
Kapitel 5:

Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen

4/2-Wegeventil		
5/2-Wegeventil		
4/3-Wegeventil		Mittelstellung geschlossen
5/3-Wegeventil		Mittelstellung geschlossen

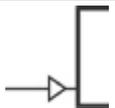
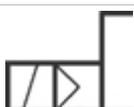
Symbole der Betätigungsarten und der Rückstellmöglichkeiten

Neben der Ventilfunktion in den Quadraten, werden jeweils an der rechten bzw. linken Seite Symbole verwendet, die die Betätigungsart und Rückstellung darstellen.

mechanisch, Betätigung durch Stößel			mit Federrückstellung
mechanisch, Betätigung durch Rollenhebel			mit Luftfederrückstellung
mechanisch, Betätigung durch Rollenhebel mit Freirücklauf			mit kombinierter Feder- und Luftfederrückstellung

Kapitel 5:

Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen

handbetätigte Ventile, Drucktaste		
handbetätigte Ventile, Handhebel		
handhebel mit Raste (bistabile)		
fuß betätigt		
pneumatisch betätigt		
elektrisch, direkt gesteuert		
elektrisch, vorgesteuert		
Handhilfsbetätigung		
pneumatisch gesteuerte, Differentialschieberventile, dominant		
		pneumatisch gesteuerte, Differentialschieberventile

Kapitel 5:

Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen

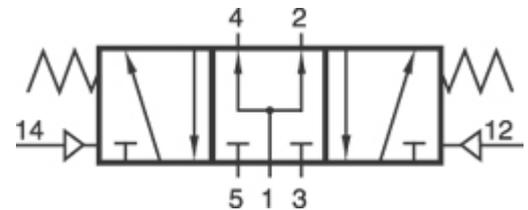
Die Anschlussnummerierung

Alle Ventilanschlüsse sind nummeriert. Die Nummern geben einen Hinweis auf die Funktion des Anschlusses. Die Markierungen **beziehen sich immer auf die Grundposition des Ventils.**

Falls ein Ventil über keine Grundposition verfügt (bistabile Ventile), beziehen sich die Markierungen auf die als grundlegend angenommene Funktionsposition.

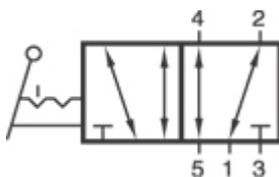
Die Grundposition ist die Funktionsposition die das Ventil ohne Betätigungskraft einnimmt.

Luftversorgung	1	P
Arbeitsanschluss	2, 4, (6)	A, B, C
Entlüftungsanschluss	3, 5, 7	R, S, T
Steueranschluss	10, 12, 14	X, Y, Z



Praxisbeispiele

Bei den in den Beispielen angeführten handbetätigten und pneumatisch betätigten Ventilen kann die Druckluft jeweils in beide Richtungen strömen. Deshalb werden Doppelpfeile verwendet. Die Anschlüsse sind dem zufolge beliebig anschließbar. 2 und 4 müssen nicht zwingend als Arbeitsanschlüsse verwendet werden.



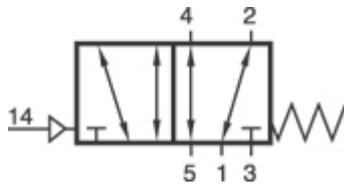
Handbetätigtes, 5/2-Wegeventil, bistabil
Typ z.B.: **HVR 520 701**



- Ventilbetätigung : **manuell** (mit Handhebel)
- 2 stabile Positionen: **bistabil** (mit Raste)
- Anzahl der pneumatischen Anschlüsse : **5**
- Anzahl der Schaltstellungen: **2**
- **Deshalb: 5/2-Wegeventil**

Kapitel 5:

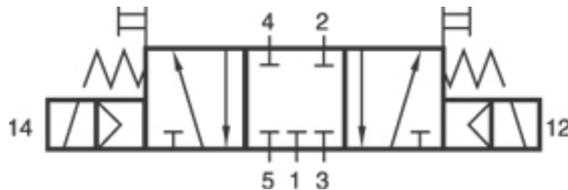
Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen



Pneumatisch gesteuertes 5/2-Wegeventil, monostabil, Ventil mit mechanischer Federrückstellung
Typ z.B.: **P 511 701**



- Ventilbetätigung: **pneumatisch gesteuert**
- Eine stabile Position: **monostabil** (mit Federrückstellung)
- Anzahl der pneumatischen Anschlüsse: **5** plus 1 Steueranschluss (Markierung 14)
- Anzahl der Schaltstellungen: **2**
- **Deshalb: 5/2-Wegeventil**



Elektrisch betätigtes, vorgesteuertes 5/3-Wegeventil, mit federzentrierter Mittelstellung. Ausführung Mittelstellung geschlossen.
Typ z.B.: **MH 531 701**



- Ventilbetätigung: **elektrisch betätigt**, vorgesteuert mit Handhilfsbetätigung
- **3 Stellungen, federzentrierte Mittelstellung**
- Anzahl der pneumatischen Anschlüsse : **5**
- Anzahl der Schaltstellungen : **3**
- **Deshalb: 5/3-Wegeventil**

Kapitel 5:

Darstellung von Wegeventilen mit ISO Schaltsymbolen

Einfache Grundschaltungen

Anhand folgender Grundschaltungen beschreiben wir die Verwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Wegeventile.

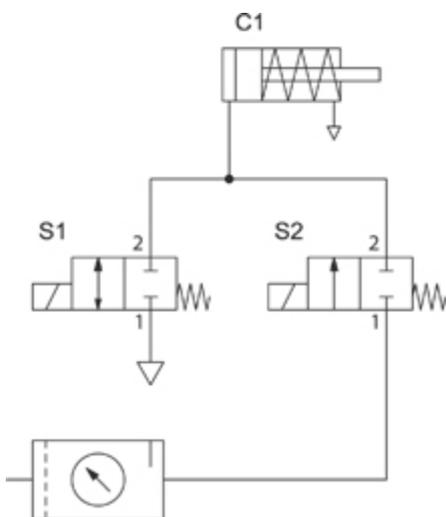
2/2-Wegeventile

2/2-Wegeventile sind Öffnungs- und Schließventile, welche den Weg des Arbeitsmediums öffnen oder schließen. Diese Ventile können in Grundposition entweder geschlossen oder geöffnet sein.

Im untenstehenden Schaltbild wird mit 2 Stück elektrisch betätigten 2/2-Wegeventilen, beide in Grundstellung geschlossen (S1 und S2), ein einfachwirkender Zylinder gesteuert (C1). Damit die Kolbenstange ausfährt, muss das Ventil S2 mit Strom beaufschlagt werden. Daraufhin schaltet das Ventil um und Luft strömt von Anschluss 1 nach Anschluss 2.

Um die Kolbenstange wieder einzufahren, muss Ventil S1 mit Strom beaufschlagt und Strom von Ventil S2 weggenommen werden.

Wenn keines der Ventile mit Strom beaufschlagt wird, bleibt die Kolbenstange in der letzten Stellung verharren.



(Das Symbol unten im Schaltbild zeigt eine Luftaufbereitungseinheit, welche einen Filter, Druckregler und Öler beinhaltet. Aufbau und Symbolbezeichnungen der Zylinder, sowie der Luftaufbereitungseinheit werden wir in einem späteren Kapitel behandeln.)

3/2-Wegeventile

3/2-Wegeventile werden meist zur Steuerung von einfachwirkenden Antrieben eingesetzt. 3/2-Wegeventile können in Grundstellung entweder geschlossen oder geöffnet sein. Im untenstehenden Schaltbild sehen wir zwei verschiedene Steuerungen.

1. Ein elektrisch betätigtes und in Grundstellung geschlossenes 3/2-Wegeventil (S1) steuert einen einfachwirkenden Zylinder (C1).

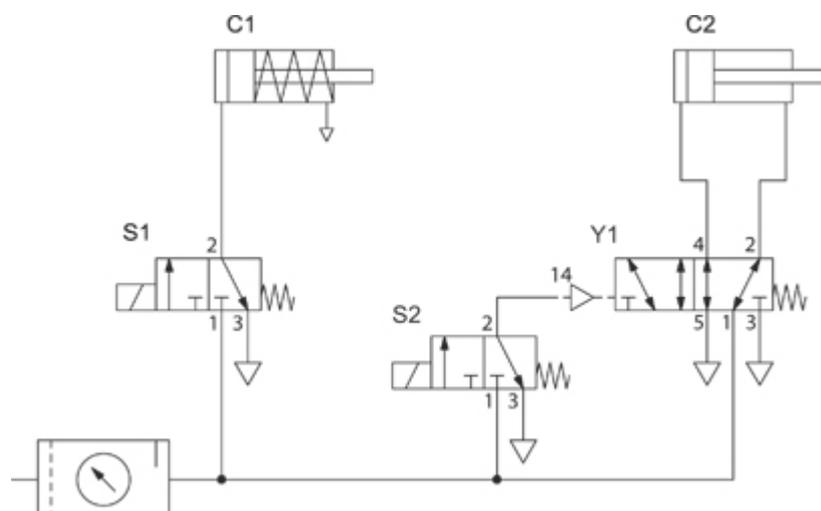
Das Ventil S1 wird betätigt (*Luft strömt von Anschluss 1 in Richtung Anschluss 2*). Dadurch fährt die Kolbenstange des Zylinders C1 heraus.

Sobald das Ventil S1 nicht mehr betätigt wird, schaltet es in die Grundstellung zurück. Das Ventil lässt den Zylinder von Anschluss 2 nach Anschluss 3 entlüften. Die Feder im Zylinder fährt die Kolbenstange wieder in das Gehäuse zurück.

2. Der doppeltwirkende Zylinder (C2) wird von einem pneumatisch betätigten 5/2-Wegeventil (Y1) gesteuert. Die Steuerung des Y1 Ventils erfolgt ebenfalls durch ein elektrisch betätigtes und in Grundstellung geschlossenes 3/2-Wegeventil (S2).

Das Ventil S2 wird betätigt (*Luft strömt von Anschluss 1 in Richtung Anschluss 2*). Dadurch wird Ventil Y1 betätigt, welches ebenfalls umschaltet (*Luftströmung von Anschluss 1 nach Anschluss 4*). Ventil Y1 betätigt den Zylinder und lässt die Kolbenstange ausfahren.

Sobald das Ventil S2 nicht mehr betätigt wird, entlüftet Ventil S2 (*Luftströmung von Anschluss 2 nach Anschluss 3*) und Ventil Y1 wird durch die eigebaute mechanische Feder zurückgestellt (*Luftströmung von Anschluss 1 nach Anschluss 2*). Dadurch wird die andere Kammer des Zylinders mit Druck beaufschlagt und die Kolbenstange des Zylinders fährt wieder in das Gehäuse zurück.



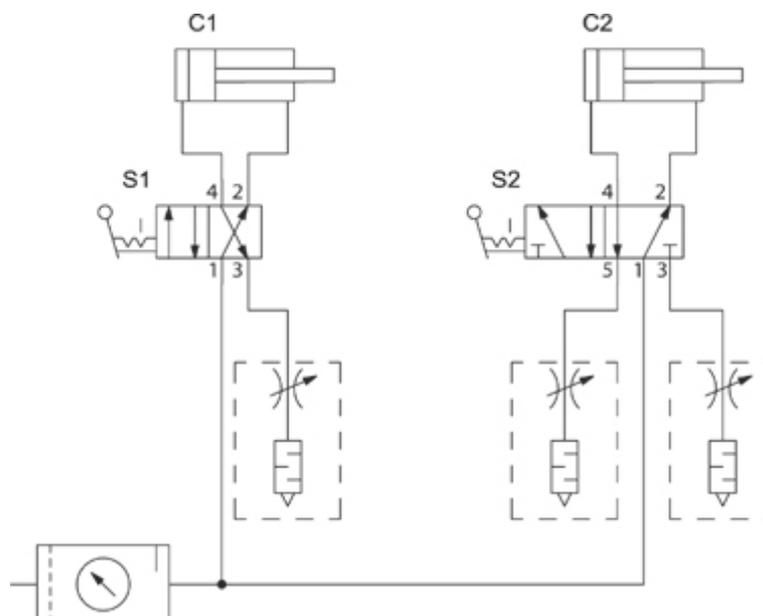
4/2-Wege und 5/2-Wegeventile

4/2-Wege und 5/2-Wege, sowie 4/3-Wege und 5/3-Wegeventile werden typischerweise zur Steuerung von doppelwirkenden Antrieben eingesetzt.

Im untenstehenden Beispiel steuert ein handbetätigtes Ventil (S1, S2) einen doppelwirkenden Zylinder (C1, C2). Zusätzlich werden zur Geschwindigkeitsregulierung Drosselschalldämpfer verwendet.

Bei Steuerungen mit 4/2-Wegeventilen (S1) kann die Geschwindigkeit der ein- und ausfahrenden Kolbenstange nicht unabhängig voneinander geregelt werden, da beide Antriebskammern des Zylinders C1 über den gleichen Entlüftungsanschluss (3) entlüften.

Bei Steuerungen mit 5/2-Wegeventilen (S2) hingegen, werden beide Antriebskammern des Zylinders (C2) durch separate Entlüftungsanschlüsse entlüftet (5 und 3). Somit besteht die Möglichkeit, die Geschwindigkeit der ein- und ausfahrenden Kolbenstange **unabhängig** voneinander zu regulieren.



Zusammenfassung der vorherigen Kapitel

In den vorherigen Kapiteln wurden die wichtigsten Merkmale von pneumatischen Steuerventilen beschrieben. Die wichtigsten Punkte haben wir nochmals für Sie zusammengefasst:

Gruppierung der Steuerventile nach folgenden Kriterien ([Kapitel 3](#)):

- **Aufbau**
(Kolbenschieberventil, Sitzventil)
- **Betätigung und Steuerung**
(mechanisch- oder handbetätigte Ventile, bzw. pneumatisch - oder elektrisch betätigte Ventile)
- **Schaltstellungen**
(monostabil, bistabil, drei- oder mehr Wege)
- **Grundstellungen**
(2/2- und 3/2-Wegeventile: in Grundstellung geöffnet oder geschlossen ,
5/3-Wegeventil: Mittelstellung geschlossen, entlüftet oder belüftet)
- **Anschlüsse / Anzahl Schaltstellungen**
(2/2-Wege, 3/2- Wege, 5/2- Wege, 5/3- Wege, usw.)

Konstruktiv unterscheiden wir zwei verschiedene Bauarten, das direkt gesteuerte Sitzventil und das vorgesteuerte Kolbenschieberventil ([Kapitel 4](#)). Es ist sehr wichtig den konstruktiven Unterschied zu verstehen, um ein geeignetes Ventil auszuwählen.

- **2/2 oder 3/2-Wege** elektrisch betätigtes Sitzventil , **direkt über den Magneten** gesteuert
- **3-oder 5-Wege** elektrisch betätigtes Kolbenschieberventil, durch ein **Vorsteuerventil** gesteuert

Darstellung der Wegeventile ([Kapitel 5](#)):

- **Symbole**
- **Nummerierung** der Ventilanschlüsse
- **Symbole** und deren Bedeutung in Bezug auf Ventilfunktionen und Schaltstellungen

Kapitel 6:

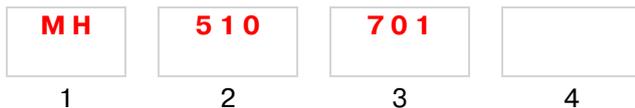
Erklärung des Hafner Typnummernsystems



Erklärung des Hafner Typnummernsystems

Das Hafner Typnummernsystem besteht aus einer Kombination von aussagekräftigen Buchstaben und Zahlen. Die wichtigsten Parameter der Ventile spiegeln sich in der Typnummer wider.

Drei Grundblöcke (1-3)



Bei der nachstehenden Typnummernklärung verwenden wir beispielhaft das Ventil MH 510 701 G.

Dieses besitzt **drei Grundblöcke und einen optionalen 4. Typnummernblock.**

Der 4. Block ist optional



Mit den drei Grundblöcken definieren wir den Ventiltyp. Der 4. Block steht für Sondervarianten oder Extrafeatures.

Von diesem Typnummernaufbau gibt es zwar Abweichungen, ein Großteil der Hafner Ventile folgt aber dieser Systematik.

1. Block - Betätigung

Der 1. Buchstabe des 1. Blocks beschreibt die Betätigung des Ventils.

Ventiltyp



Der Anfangsbuchstabe der Typenbezeichnung weist auf die maßgebliche Betätigung des Ventils hin:

- **B** = Mechanisch oder manuell betätigt
- **H** = Betätigung per Handhebel
- **P** = Pneumatisch betätigt
- **M** = Elektrisch betätigt

Ventiltyp

2. Buchstabe = weitere Informationen

M H	5 1 0	7 0 1
1	2	3

Der zweite und die darauffolgenden Buchstaben weisen auf weitere Informationen über die Ausführung des Ventils hin.

- B = Mechanisch oder manuell betätigt
 - **BV** = Betätigung über einen Stößel
 - **BR** = Betätigung über einen Rollenhebel
 - **BL** = Betätigung über einen Rollenhebel mit Leerrücklauf
 - **BA** = Betätigung über Taster oder Schalter für Schalttafeleinbau
 - **BH** = Betätigung über einen Druckknopf
- H = Betätigung über einen Handhebel
 - **HV** = mit Federrückstellung
 - **HVR** = mit Raste
 - **HV(R)N** = NAMUR Ausführung
- P = Pneumatisch betätigt
 - **P** = Standard (*keine weiteren Buchstaben*)
 - **PN** = NAMUR Ausführung
- M = Elektrisch betätigt
 - **MH** = mit rastender Handhilfsbetätigung
 - **MD** = mit federrückgestellter Handhilfsbetätigung
 - **MOH** = in Grundstellung geöffnetes MH-Ventil
 - **MOD** = in Grundstellung geschlossenes MD-Ventil
 - **MEH** = MH-Ventil mit Steuerhilfs-luftanschluss
 - **MEOH** = MOH-Ventil mit Steuerhilfs-luftanschluss
 - **MK** = mit MA16 Vorsteuerung (geringe Leistungsaufnahme 1.8W) montiertes MH-Ventil
 - **MOK** = mit MA16 Vorsteuerung (geringe Leistungsaufnahme 1.8W) montiertes MOH-Ventil
 - **MNH** = NAMUR Ausführung MH-Ventil
 - **MNOH** = NAMUR Ausführung MOH-Ventil

Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Bei den aufgeführten Typenbezeichnungen handelt es sich um die gängigsten Modelle.

2. Block

Der 2. Block beschreibt die **Anzahl der Anschlüsse**, Anzahl der **Schaltstellungen** sowie die **Rückstellung** des Ventils.

Anzahl der Anschlüsse

M H	5 1 0	7 0 1
1	2	3

Die erste Zahl gibt an, wie viele Anschlüsse das Ventil besitzt.

- **2** = 2-Wege = 2 Anschlüsse (2/2)
- **3** = 3-Wege = 3 Anschlüsse (3/2 oder 3/3)
- **5** = 5-Wege = 5 Anschlüsse (5/2 oder 5/3)

Schaltstellungen

M H	5 1 0	7 0 1
1	2	3

Die zweite Zahl gibt an, wie viele Schaltstellungen das Ventil hat und ob es sich um ein mono- oder bistabiles Ventil handelt.

- **1** = monostabil
- **2** = bistabil
- **3** = 3-Wege Ventil

Rückstellung

M H	5 1 0	7 0 1
1	2	3

Bei **monostabilen** Ventilen gibt die dritte Zahl an, wie das Ventil in die Grundstellung zurückgeschaltet wird:

- **10** = Luftfederrückstellung (keine *mechanische Feder*)
- **11** = Federrückstellung (mechanische Feder)

Hinweis: Bei elektrisch betätigten Ventilen wird keine rein mechanische Feder, sondern eine kombinierte Federrückstellung verwendet. Hierzu wird eine schwache mechanische Feder mit einer Luftfeder kombiniert. Bei bistabilen Ventilen ist die dritte Zahl stets 0, da bistabile Ventile keine Rückstellung besitzen.

Mittelstellung

bei 3-Wegeventilen (z.B. MH 531 701)

M H	5 3 1	7 0 1
1	2	3

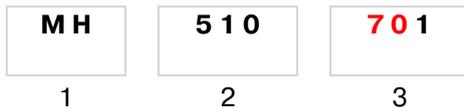
Bei 3-Wegeventilen gibt die dritte Zahl an, welche Mittelstellung das Ventil besitzt:

- **31** = Mittelstellung geschlossen
- **32** = Mittelstellung entlüftet
- **33** = Mittelstellung belüftet

3. Block

Der 3. Block beschreibt die **Nennweite**, **Anschlussgröße** sowie die **Positionierung der Anschlüsse** im Ventilkörper.

Nennweite



Hinweis: Wenn Sie die Gewinde in NPT statt BSP Ausführung benötigen, fügen Sie bitte den Zusatz „NPT“ am Ende hinzu.

Die zweite Zahl gibt an, ob es sich um einen Gewindeanschluss handelt oder ob Steckverschraubungen verwendet werden:

- **0** = Gewindeanschluss
- **4** = D4, mit Steckanschluss (push in)
- **6** = D6, mit Steckanschluss (push in)

Die ersten beiden Zahlen geben an, welche Nennweite (DN) das Ventil hat und welche Gewindegröße verwendet wird.

- **20**= DN 2 mm, Anschluss: M5
- **30**= DN 3 mm, Anschluss: M5 oder G1/8"
- **34**= DN 3 mm, Anschluss: 4 mm Steckversch.
- **40**= DN 4 mm, Anschluss: G1/8"
- **46**= DN 4 mm, Anschluss: 6 mm Steckversch.
- **50**= DN 5 mm, Anschluss : G1/8"
- **70**= DN 7 mm, Anschluss : G1/4"
- **80**= DN 8 mm, Anschluss : G1/4"
- **10**= DN 10 mm, Anschluss : G3/8"
- **12**= DN 12 mm, Anschluss : G1/2"
- **18**= DN 18 mm, Anschluss : G3/4"

Die Nennweite lässt auch Rückschlüsse auf den Durchfluss zu:

- **20**= DN 2 mm, Durchfluss: 115 ... 125 l/min
- **30**= DN 3 mm, Durchfluss : 280 l/min
- **40**= DN 4 mm, Durchfluss : 450 l/min
- **50**= DN 5 mm, Durchfluss : 650 l/min
- **70**= DN 7 mm, Durchfluss: 1250 l/min
- **80**= DN 8 mm, Durchfluss 1450 l/min
- **10**= DN 10 mm, Durchfluss: 2250 l/min
- **12**= DN 12 mm, Durchfluss: 3000 l/min
- **18**= DN 18 mm, Durchfluss: 6000 l/min

Hinweis Durchfluss:

Aus praktischen Gründen enthält der Katalog den Nenndurchfluss in l/Min.

Nenndurchfluss: $p_1=6$ bar Zuluft, Durchflusswert Druckluft (l/min) bei

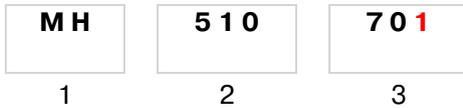
$\Delta p=1$ bar Dekompression.

Kapitel 6:

Erklärung des Hafner Typnummernsystems



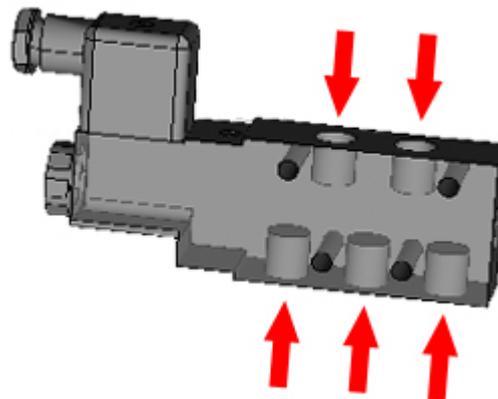
Positionierung der Anschlüsse



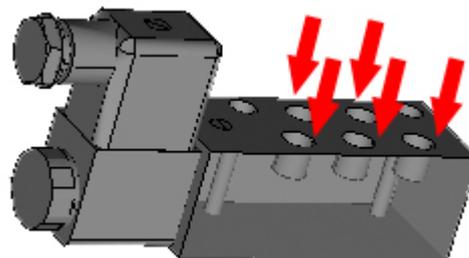
Die dritte Zahl gibt an, wie die Anschlüsse im Ventilkörper angeordnet sind:

- **1** = Standardausführung, Anschlüsse an beiden Seiten
- **2** = Alle Anschlüsse auf einer Seite
- **3** = Grundplattenausführung, Luftversorgung und Entlüftungsanschlüsse in der Grundplatte
- **4** = Grundplattenausführung, alle Anschlüsse in der Grundplatte

Standardausführung (z.B.. MH 510 701, MH 510 703)

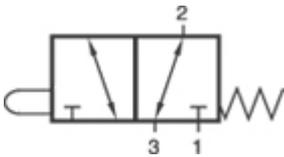


Alle Anschlüsse auf einer Seite (z.B. MH 510 502, MH 510 704)



Auf den folgenden Seiten beschreiben wir exemplarisch die charakteristischen Eigenschaften von vier Katalogprodukten anhand deren Typnummer.

BV 311 201



1. Block

Betätigung: **BV**

- Mechanisch betätigt (erster Buchstabe: *B*)
- Betätigung per Stößel (zweiter Buchstabe: *V*)

2. Block

- 1. Zahl: Anzahl der Anschlüsse: 3
- 2. Zahl: Stabile Schaltstellungen: 1
- 3. Zahl: Rückstellung: mechanische Feder
 - 3/2-Wegeventil
 - Monostabil (Stabile Schaltstellungen : 1)
 - Mechanische Feder (Federrückstellung: 1)

3. Block

Nennweite: **20** (1-2. Zahl)

Positionierung der Anschlüsse: **1** (3. Zahl)

- M5-er Gewindeanschluss (Nennweite: 2 mm)
- Anschlüsse an beiden Seiten des Ventils
(da Positionierung der Anschlüsse: 1)

Zusammenfassend:

Folgende Informationen ergeben sich aus der Typenbezeichnung des Ventils BV 311 201:

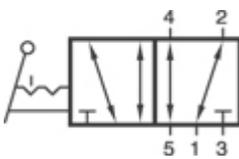
- Mechanische Betätigung per Stößel
- 3/2-Wege, monostabil, mit mechanischer Federrückstellung
- M5-er Gewindeanschlüsse an beiden Seiten des Ventils, Nennweite 2 mm

Kapitel 6:

Erklärung des Hafner Typnummernsystems



HVR 520 701



1. Block

Betätigung: **HVR**

- Betätigung per Handhebel (erster Buchstabe: *H*)
- Mit Raste (bistabil) = „I“ im Schaltsymbol
(weitere Buchstaben: *VR*)

2. Block

- 1. Zahl: Anschlüsse: 5
- 2. Zahl: Stabile Schaltstellungen: 2
- 3. Zahl: Rückstellung: 0 = keine Rückstellung, da zwei stabile Positionen = Raste
 - 5/2-Wegeventil
 - bistabil

3. Block

Nennweite: **70** (1-2. Zahl)

Positionierung der Anschlüsse: **1** (3. Zahl)

- G1/4" Gewindeanschluss (Nennweite: 7 mm)
- Anschlüsse an beiden Seiten des Ventils
(da Positionierung der Anschlüsse: 1)

Zusammenfassend

Folgende Informationen ergeben sich aus der Typenbezeichnung des Ventils HVR 520 701:

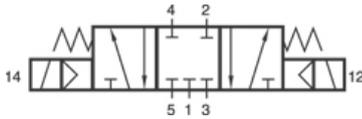
- Handhebelbetätigtes Ventil
- 5/2-Wege, bistabil
- G1/4" Gewindeanschluss, an beiden Seiten des Ventils

Kapitel 6:

Erklärung des Hafner Typnummernsystems



MD 531 401 24 DC



1. Block

Betätigung: **MD**

- Elektrisch betätigt (erster Buchstabe: M)
- Federrückgestellte Handhilfsbetätigung (Drucktaste)
(zweiter Buchstabe: D)

2. Block

- 1. Zahl: Anschlüsse: 5
- 2. Zahl: Schaltstellungen: 3
- 3. Zahl: 1 = Mittelstellung geschlossen
 - 5/3-Wegeventil
 - Mittelstellung geschlossen

3. Block

Nennweite: **40** (1-2. Zahl)

Positionierung der Anschlüsse : **1** (3. Zahl)

- G1/8" Gewindeanschluss (Nennweite 4 mm)
- Anschlüsse an beiden Seiten des Ventils (da Positionierung der Anschlüsse: 1)

4. Block (optional, nicht bei allen Ventilen vorhanden)

Ausführung: **24 DC**

- Ventil mit integriertem 24V DC Magnetsystem

Zusammenfassend:

Folgende Informationen ergeben sich aus der Typenbezeichnung des Ventils MD 531 401 24 DC:

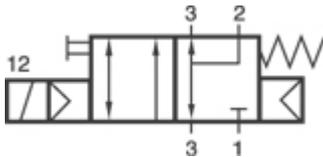
- Elektrisch betätigt, mit Handhilfsbetätigung, 5/3-Wege, in Mittelstellung geschlossen
- G1/8" Gewindeanschluss, an beiden Seiten des Ventils
- Mit 24V DC Magnetspule montiert

Kapitel 6:

Erklärung des Hafner Typnummernsystems



MNH 311 701



Hinweis: Das Ventil ist grundsätzlich ein MH-Ventil, jedoch sind die Arbeitsanschlüsse und Befestigungsbohrungen nach NAMUR-Standard.

Dies ermöglicht eine Direktmontage an pneumatische Drehantriebe.

1. Block

Typ: **MNH**

- Elektrisch betätigt (erster Buchstabe: M)
- NAMUR Ausführung (da zweiter Buchstabe: N)
- Mit rastender Handhilfsbetätigung (dritter Buchstabe: H)

2. Block

- 1. Zahl: Anschlüsse: 3
- 2. Zahl: Stabile Schaltstellungen : 1
- 3. Zahl: Rückstellung : kombinierte Federrückstellung (Luft und mechanische Feder)
 - 3/2-Wegeventil monostabil
 - Normal geschlossen
 - Federrückstellung

3. Block

Nennweite: **70** (1-2. Zahl)

Positionierung der Anschlüsse: **1** (3. Zahl)

- G1/4" Gewindeanschluss (Nennweite: 7 mm)
- Positionierung der Anschlüsse gemäß NAMUR-Standard an zwei Seiten des Ventils (da Positionierung der Anschlüsse : 1)

Zusammenfassend

Folgende Informationen ergeben sich aus der Typenbezeichnung des Ventils MNH 311 701:

- Elektrisch betätigtes NAMUR-Ventil mit Handhilfsbetätigung, 3/2-Wege, monostabil, normal geschlossen
- G1/4" Gewindeanschluss + NAMUR-Schnittstelle

Kapitel 6:

Erklärung des Hafner Typnummernsystems



Wie Sie sehen, folgen die HAFNER Typnummern einem systematischen und logisch aufgebauten System. Dadurch wird es den Kunden ermöglicht, schnell und einfach anhand der Typenbezeichnung ein Ventil zu spezifizieren.

Auf Seite 16 und 17 des Ventilkatalogs 2016 können Sie zudem eine Übersicht zum Typnummernaufbau mit den entsprechenden Spezifikationen und Zusätzen finden:

page 16

Type numbering system on the basis of MNH 510 701 24DC

Block 1: MNH

Actuation

M	Solenoid valve	Without manual override
MMD	Solenoid valve with momentary manual override	10 mm
MD	Solenoid valve with momentary manual override	normally 16 mm
MOD	Solenoid valve with momentary manual override	normally 16 mm
MH	Solenoid valve with bistable manual override	2- and 3-way n.o.
MHO	Solenoid valve with bistable manual override	normally 22 mm plus 2- and 3-way n.o.
MEH	Solenoid valve with bistable manual override	With external pilot feed
MNH	Solenoid valve with bistable manual override	NAMUR-interface
MNOH	Solenoid valve with bistable manual override	NAMUR-interface
MK	Solenoid valve with momentary manual override	2- and 3-way n.o.
MNK	Solenoid valve with momentary manual override	Low power NAMUR-interface
P	Pneumatically actuated valve	
HV	Lever actuated valve with spring return	
HVR	Lever actuated valve indexed	
BV/BG	Stem actuated valve	
BZ	Stem actuated valve, actuation by pulling the stem	
BR	Roller lever valve	
BL	Roller lever valve with idle return	
BA	Valve for panel mounting	
BH	Push-pull button valve for panel mounting	
BHP	Push-pull button valve with pneumatic reset	
VA	OR-gate	
ES	AND-gate	
SE	Quick-exhaust valve	
DR	Flow regulator, uni-directional	
D	Flow regulator, bi-directional	
DRN	Flow regulator with NAMUR-interface	
UB	Air-rectification block with NAMUR-interface	
SENR	Quick-Exhaust block with NAMUR-interface	
BHN	Block and block / block and bleed valves with NAMUR-interface	
ZVP	Plates for cylinder-valve combinations	
ZPN	Various accessory plates	

Block 2: 510

Function

First number: 2 = 2-way, 3 = 3-way or 5 = 5-way valve

Second number: 1 = actuation by permanent signal, 2 = actuated by impulse, 3 = 3-way valves, 53, = 5/3-way valves, 33, = 3/3-way valves

Third number: For 5/3-way and 3/3-way valves: 1 = middle position closed, 2 = middle position exhausted, 3 = middle position pressurized

Other valves:
0 = pneumatic spring
1 = mechanical spring (MH-, MNH- and PN-valves have a combined spring)

210	2/2-way	Pneumatic spring return
310	3/2-way	Pneumatic spring return
311	3/2-way	Combined / mechanical spring return (depends on type)
320	3/2-way	Double solenoid
510	5/2-way	Pneumatic spring return
511	5/2-way	Combined / mechanical spring return (depends on type)
520	5/2-way	Double solenoid
531	5/3-way	Centre closed
532	5/3-way	Centre exhausted
533	5/3-way	Centre pressurized

page 17

The Hafner valve type numbering system consists of at least 3 blocks. Block 4 to be used for voltage indication or special suffixes. Please note: This overview is not intended to be exhaustive.

Block 3: 701

Size & Position of Ports

In-line valves:

Orifice size	Ports	Position of Ports
201 2 mm	M5	Standard
202 2 mm	M5	On one side
243 2 mm	Pf 4 mm	Side of valve
301 3 mm	G 1/8"	Standard
302 3 mm	M5	On one side
341 3 mm	Pf 4 mm	Standard
401 4 mm	G 1/8"	Standard
461 4 mm	Pf 6 mm	Standard
442 4 mm	Pf 4 mm	On one side
462 4 mm	Pf 6 mm	On one side
501 5 mm	G 1/8"	Standard
502 5 mm	G 1/8"	On one side
701 7 mm	G 1/4"	Standard
711 7 mm	G 1/4"	Ports swapped (NAMUR valves only)
801 8 mm	G 1/4"	Standard
101 10 mm	G 3/8"	Standard
121 12 mm	G 1/2"	Standard
181 18 mm	G 3/4"	Standard

Direct acting valves:

Orifice size	Ports	Position of Ports
010 1 mm	M5	Standard
012 1,2 mm	M5	Standard
015 1,2 mm	G 1/8"	Standard
305 3 mm	G 1/8"	Standard
309 3 mm	G 1/4"	Standard
014 1,2 mm	G 1/8"	Banjo-screw (port 2)
019 1,2 mm	G 1/8" - pil 6 mm	Banjo-screw (port 2)
013 1,2 mm	G 1/8"	Banjo-screw (port 2)
017 1,2 mm	G 1/8" - G 1/4"	Banjo-screw (port 2)
313 3 mm	G 1/8"	Banjo-screw (port 2)
317 3 mm	G 1/8" - G 1/4"	Banjo-screw (port 2)

Valves for manifold assembly:

Orifice size	Ports	Position of Ports
105 1,2 mm	G 1/4" - G 1/8"	Modular system, direct acting
239 3 mm	G 1/4"	Modular system, direct acting
339 3 mm	G 1/4"	Modular system, direct acting
304 3 mm	Flange for manifold	All on one side
503 5 mm	Flange for manifold	1,3,5 on one side as flange
504 5 mm	Flange for manifold	All on one side
703 7 mm	G 1/8"	All on one side
704 7 mm	Flange for manifold	1,3,5 on one side as flange
104 10 mm	Flange for manifold	All on one side

Block 4: 24DC

Suffixes

Block 4 is to be used to indicate the voltage at solenoid valves or to give further information on special executions. Block 4 can consist of several suffixes.

Voltagessuffixe: 6VDC, 12VDC, 24VDC, 48DC, 24VAC, 110AC, 230AC

Other suffixes: O.S. without coil, NPT, TT, HT, VES, KES, G, Ex, Ex ia, Ex m, Ex nA, Ex e mb, Ex d, EDS, BMF

In den früheren Kapiteln haben wir den Grundaufbau eines pneumatischen Systems sowie dessen wichtigsten Elemente beschrieben:

- Luftaufbereitungseinheiten
- Steuerventile
- Durchfluss-Regelventile
- Antriebe, Zylinder
- Pneumatikrohre, Schläuche, Verschraubungen

In diesem Kapitel gehen wir näher auf **Pneumatikzylinder** ein. **In der Pneumatik ist der wichtigste Akteur der Zylinder.** Der Zylinder wandelt die Druckenergie des Mediums in lineare oder rotierende Bewegung um.

Die Arbeitszylinder können nach verschiedenen Aspekten gegliedert werden:

- **Ausführung**
 - Zylinder mit Kolbenstange
 - Kolbenstangenlose Zylinder
 - Membran Zylinder
 - Drehzylinder (Drehantrieb)
- **Ausführende Bewegung**
 - lineare
 - rotierend
- **Funktion**
 - einfachwirkend
 - doppelwirkend
 - 3- oder 4-Positionen
- **Endlagendämpfung**
 - einstellbare, pneumatische Endlagendämpfung
 - flexible Endlagendämpfung
 - ohne Endlagendämpfung

Pneumatikzylinder sind in vielen verschiedenen Ausführungen und mit verschiedenen Funktionen verfügbar. In diesem Kapitel gehen wir nur auf die gängigsten Varianten ein.

Kolbenstangenzylinder

Dem Anwender stehen Zylinder in vielen verschiedenen Varianten, je nach Aufgabengebiet, zur Verfügung. Neben Norm-Zylindern gibt es auch Ausführungen ohne Grundlage einer entsprechenden Norm.

Nachstehend haben wir für Sie eine Liste mit den gängigsten Typen zusammengestellt. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es sind zahlreiche weitere Sonderversionen am Markt verfügbar.

- Mini Einschraubzylinder
- Rundzylinder | DIN ISO 6432
- Profilzylinder | ISO 15552 | VDMA 24562 | (alte Norm: DIN ISO 6431)
- Kompaktzylinder | ISO 21287 | UNITOP
- Kurzhubzylinder
- Zugstangenzylinder | ISO 15552



Um die Ausführung und Funktion des Zylinders festlegen zu können, sind folgende **technische Merkmale** wichtig, die wir nachfolgend näher erläutern werden:

1. Aufbau des Zylinders
2. Durchmesser und Hublänge
3. Zylinderbewegungen
4. Stabile Stellungen des Zylinders
5. Schaltsymbole
6. Endlagendämpfung → Nähere Betrachtung in Kapitel 8
7. Magnetische Positionserkennung → Nähere Betrachtung in Kapitel 8
8. Geschwindigkeitsregulierung → Nähere Betrachtung in Kapitel 8
9. Normen und Standards → Nähere Betrachtung in Kapitel 8

1. Aufbau des Zylinders

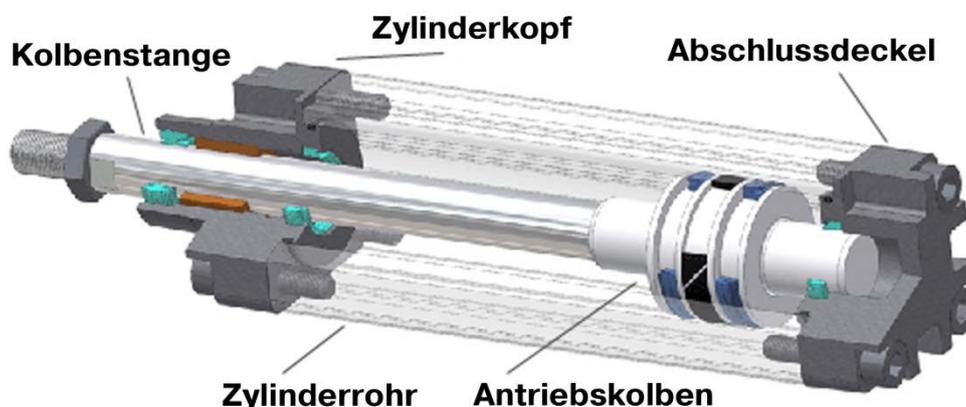
Im allgemeinen besteht der Kolbenstangenzyylinder aus einem **Zylinderrohr**, welches an **beiden Enden mit jeweils einem Deckel (Zylinderkopf und Abschlussdeckel) abgeschlossen** wird.

In diesem Zylinderrohr **bewegt sich eine Kolbenstange mit Antriebskolben**.

Die Bewegung des Kolbens wird mit Druckluft durch ein Wegeventil gesteuert. Die Bewegung ist abhängig davon, welche Zylinderkammer mit Druck beaufschlagt wird. Die Kraftübertragung erfolgt durch die **Kolbenstange**.

Kolbenstangenzyindern werden auch **Linearzylinder** genannt, da die Kolbenstange, welche die Kraftübertragung ausübt, eine lineare Bewegung ausführt.

Einzelteile des Kolbenstangenzyinders :



2. Durchmesser und Hublänge

Der Zylinderdurchmesser und die Hublänge sind die beiden maßgebenden Eigenschaften eines Zylinders.

z.B. HAFNER Zylinder DIP: **DIP 40/320**

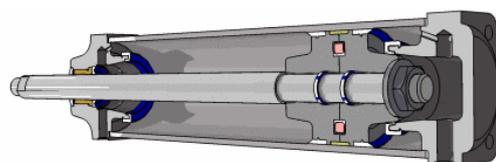
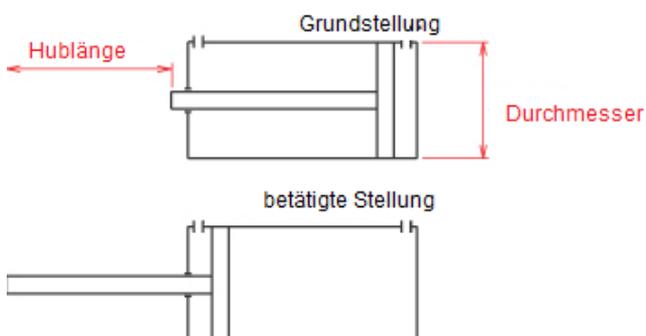


Erklärung der Typenbezeichnung:

- **DIP** – Typ des Zylinders, grundsätzliche Ausführung
(DIP nach ISO 1555 - doppelwirkender Zylinder - mit einstellbarer Endlagendämpfung - Magnetkolben)
- **40** – Rohrdurchmesser [mm]
- **320** – Hublänge des Zylinders [mm]

Beim **Durchmesser** des Zylinders handelt es sich um den **Durchmesser des Antriebskolbens**. Der Durchmesser definiert die Kraft des Zylinders, abhängig vom Arbeitsdruck.

Die **Hublänge** beschreibt, wie weit die Kolbenstange bewegt werden kann.

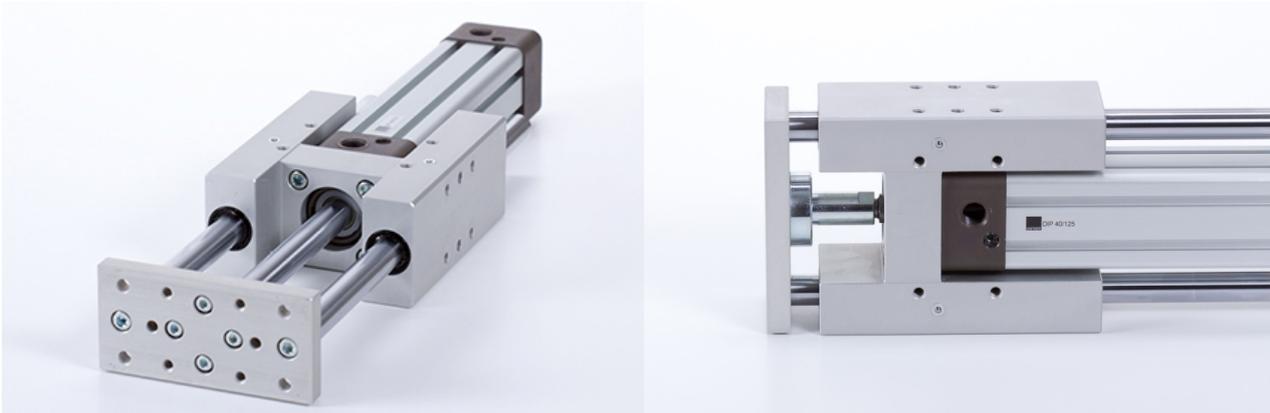


Kapitel 7:

Der Pneumatikzylinder – Teil 1

Ein längerer Hub erhöht die Belastung der Führungsbuchse und der Kolbenstange erheblich. Um einen Defekt vorzubeugen, sollte ein größerer Durchmesser der Kolbenstange gewählt werden. In der Praxis wird daher oftmals für Zylinder mit einem langen Hub auch ein größerer Durchmesser gewählt, bei dem der Kolbenstangendurchmesser größer ist.

Bei besonders langen Hübten sowie hohen Querkrafteinwirkungen kann eine Linearführungseinheit für eine Entlastung der Kolbenstange sorgen.



Fotos: DIP Zylinder mit montierter Linearführungseinheit

Die Durchmesser und Hublängen der Zylinder sind standardisiert, die gängigsten Maße sind:

Zylinderdurchmesser [mm]:

| $\varnothing 8$ | $\varnothing 10$ | $\varnothing 12$ | $\varnothing 16$ | $\varnothing 20$ | $\varnothing 25$ | $\varnothing 32$ | $\varnothing 40$ | $\varnothing 50$ | $\varnothing 63$ | $\varnothing 80$ | $\varnothing 100$ | $\varnothing 125$ | $\varnothing 160$ | $\varnothing 200$ | $\varnothing 250$ | $\varnothing 320$ |

Hublängen [mm]:

| 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 | ...

Die verfügbaren Durchmesser sind vom Zylindertyp abhängig und beschränkt. Hübe können in der Regel recht einfach variiert werden.

Die vom Zylinder maximal anwendbare Kraft hängt von folgenden Faktoren ab:

- **Arbeitsdruck**
- **Durchmesser des Kolbens**
- **Reibungswiderstand der Innenteile**

Nachstehend berechnen wir exemplarisch für den Typen **DIL 40/320** die ausgeübte Kraft bei **6 bar** Arbeitsdruck.

Kapitel 7:

Der Pneumatikzylinder – Teil 1



Durchmesser des Zylinders:

= Durchmesser des Antriebskolbens

$$d = 40 \text{ mm}$$

Fläche des Antriebskolbens:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{40(\text{mm})^2 \cdot 3,14}{4} = 1256 \text{ mm}^2$$

Arbeitsdruck :

$$p = 6 \text{ bar} = 0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Berechnung der Kraft des Zylinders:

$$F = p \cdot A = 0,6 \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \cdot 1256 (\text{mm}^2) = 753,6 \text{ N}$$

Der berechnete Wert ist eine theoretische Kraft.

In der Praxis muss man mit einem Kraftverlust von 5% aufgrund der Reibung rechnen.

Dementsprechend kann also ein Zylinder mit 40 mm Durchmesser bei 6 bar Arbeitsdruck **etwa 716 N Kraft** ausüben.

$$\frac{716 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right)}{9,81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)} = 72,98 \text{ kg}$$

Wenn wir die Kraft durch die Gravitation teilen ($9,81 \text{ m/s}^2$), dann kann unser Zylinder, praxisgerecht betrachtet, eine Masse von 73 kg halten.

WICHTIG! Mit dieser Kraft - ausgeübt von unserem Zylinder - **kann man die berechnete Masse nur halten** aber nicht bewegen!

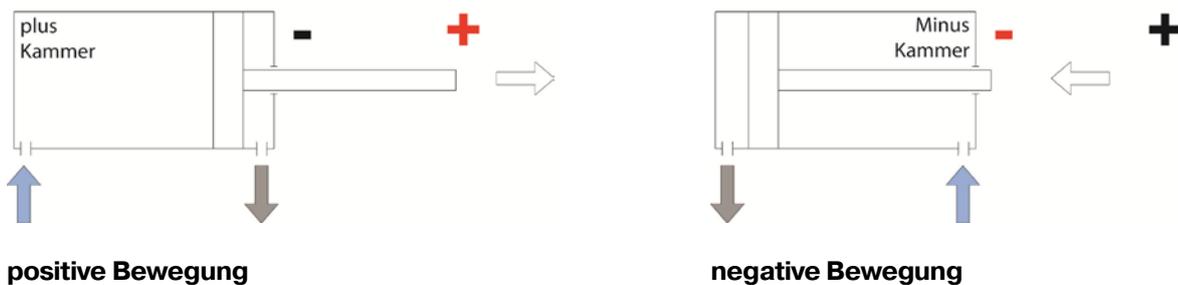
Wenn wir einen Gegenstand gleichmäßig bewegen wollen, müssen wir die Gravitationskraft berücksichtigen.

In physischem Sinne sprechen wir von Arbeit, wenn sich ein Körper unter Einwirkung von Kraft in Bewegung setzt. Beim Heben bewegt sich der Körper in Richtung der Kraft, so erfolgt auch Arbeit in diesem Fall.

3. Die Zylinderbewegungen

Die zwei Endstellungen des Zylinders nennen wir **positive** und **negative Endstellung**.

Dementsprechend werden die beiden Kammern des Zylinders **plus-** und **minus Kammer** oder Zylinderraum genannt.



Die ausgefahrene Kolbenstange ist in **positiver Endstellung**, wenn die Druckluft in die plus Kammer einströmt.

In **negativer Endstellung** ist die Kolbenstange eingefahren, da die Druckluft in die minus Kammer einströmt.

Die Entlüftung der jeweiligen Gegenkammer ist Grundvoraussetzung, damit die dort befindliche Luft frei ausströmen kann.

4. Stabile Schaltstellungen des Zylinders

Wir unterscheiden zwischen **einfachwirkenden** und **doppeltwirkenden** Zylindern.

Bei den **einfachwirkenden Zylindern** wird nur eine Kammer mit Druckluft beaufschlagt. Dementsprechend wird nur in eine Richtung Arbeit mittels Druckluft ausgeübt. In die andere Bewegungsrichtung sorgt eine eingebaute mechanische Feder für die Kolbenrückbewegung.

Die Hublänge der einfachwirkenden Zylinder wird von der **mechanischen Feder** beschränkt. Deshalb sind einfachwirkende Zylinder auch nur mit relativ kurzem Hub verfügbar.

Es existieren generell **zwei Ausführungen**, abhängig davon, ob die Feder vor oder nach dem Kolben platziert ist:

Grundstellung mit eingefahrener Kolbenstange
(Feder zwischen Kopf und Kolben)



Grundstellung mit ausgefahrener Kolbenstange
(Feder zwischen Deckel und Kolben)



Kapitel 7:

Der Pneumatikzylinder – Teil 1

Bei **doppeltwirkenden Zylindern** betätigt die Energie der Druckluft den Antriebskolben in beiden Richtungen.

Doppeltwirkende Zylinder werden immer dann verwendet, wenn der Zylinder in **beiden Richtungen** Arbeit ausüben muss.

Aufgrund eines breiten Anwendungsspektrums, gibt es viele verschiedene Ausführungen:

- **Doppeltwirkende Zylinder**
(Grundausführung)



- **Doppeltwirkende Zylinder mit Durchgangskolbenstange**
(Kolbenstange ragt auf beiden Seiten aus dem



Zylinder)

- **Doppeltwirkende Zylinder, geführte Kolbenstange**

(Ausführung mit eingebauter Führung für höhere Querkräfte)



- **Doppeltwirkende Zylinder, mit drehfreier Kolbenstange**

(Wenn ein Drehen der Kolbenstange um die eigene Achse nicht zulässig ist, wird der Zylinder mit einer speziellen Kolbenstange, die keinen runden Querschnitt hat, montiert. Alternativ kann eine Doppelkolbenstange eingebaut werden.)

- **Mehrstellungszyylinder**

(Zwei Zylinder werden Rücken an Rücken zusammengebaut, damit sind 3 oder 4 Stellungen, unterschiedlicher Längen möglich.)

- **Tandemzylinder**

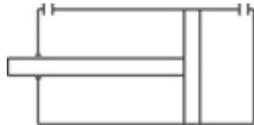
(Zwei oder mehr Zylinder werden zusammengebaut. Die Kolbenstangen werden dabei miteinander verbunden. Somit kann die Fläche der Kolben – analog dazu die Kraft – erhöht werden, ohne einen Zylinder mit größerem Durchmesser verwenden zu müssen.)

5. Schaltsymbole

Die Funktion der verschiedenen Zylinder Ausführungen ist eindeutig durch Schaltsymbole geregelt.

WICHTIG! Die Symbole zeigen nur die Funktion des Zylinders, beinhalten aber keine Informationen bezüglich Hub, Durchmesser, Standard etc.

doppeltwirkender Zylinder
(„Standardausführung“)



Symbol zeigt die wichtigsten Elemente des Zylinders: Zylinderrohr, Deckel, Kolben, Kolbenstange und Luftanschlüsse.

doppeltwirkender Zylinder,
berührungslose Erkennung
(**Magnetkolben**)



Im Symbol ist der Magnetkolben markiert. Der Kolben ist zweiteilig. Dazwischen ist der Magnet montiert.

doppeltwirkender Zylinder, mit
**einstellbarer
Endlagendämpfung**



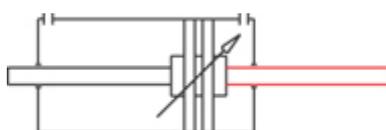
Einstellbare Endlagendämpfung wird vom Bremskolben am Kolben und vom Pfeil symbolisiert. Der Pfeil symbolisiert die Einstellbarkeit der Endlagendämpfung.

doppeltwirkender Zylinder, mit
**einstellbarer
Endlagendämpfung und
Magnetkolben**



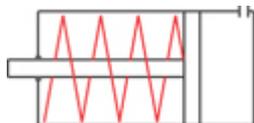
*Kombination der beiden vorherigen Zylinder:
einstellbare Endlagendämpfung und
berührungslose Erkennung*

doppeltwirkender Zylinder, mit
**Durchgangskolbenstange,
einstellbarer
Endlagendämpfung und
berührungslose Erkennung**



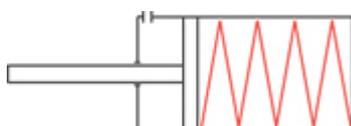
*Im Symbol ist die
Durchgangskolbenstange, sowie die oben
bereits erwähnte einstellbare
Endlagendämpfung und berührungslose
Erkennung enthalten.*

einfachwirkender Zylinder, in
Grundstellung **eingefahrene**
Kolbenstange



*Ein einfachwirkender Zylinder wird durch
die eingebaute mechanische Feder
dargestellt.*

einfachwirkender Zylinder, in
Grundstellung **ausgefahrene**
Kolbenstange



*Zylinder mit in Grundstellung
ausgefahrener Kolbenstange. In dieser
Ausführung befindet sich die Feder
hinter dem Kolben.*

Kapitel 7:

Der Pneumatikzylinder – Teil 1



Bei den Symbolen begegneten uns zwei Begriffe, auf die wir im nächsten Kapitel detaillierter eingehen werden:

- Endlagendämpfung
- magnetische Positionserkennung des Zylinders

Nachstehend beschreiben wir die jeweilige Funktion nur als Kurzzusammenfassung:

- Die **Endlagendämpfung** wird zur Reduzierung der Kolbengeschwindigkeit am Ende der Bewegung verwendet. Es wird verhindert, dass der Kolben gegen den Deckel schlägt.
- Bei den pneumatischen Zylindern verwenden wir zur **Positionserkennung des Antriebskolbens einen Magnetsensor**. Ein im Antriebskolben eingebauter Dauermagnet wird vom Näherungsschalter, welcher im Zylinderprofilrohr eingebaut ist, erkannt. Somit kann die Kolbenposition berührungslos erkannt werden.

Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2



In Kapitel 7 haben wir uns mit den grundlegenden Eigenschaften von Pneumatikzylindern befasst. Diese waren:

1. Aufbau des Zylinders
2. Durchmesser und Hublänge
3. Zylinderbewegungen
4. Stabile Stellungen des Zylinders
5. Schaltsymbole

In diesem Kapitel werden wir die untenstehenden Punkte näher betrachten:

6. Endlagendämpfung
7. Magnetische Positionserkennung
8. Geschwindigkeitsregulierung
9. Internationale Normen

6. Die Endlagendämpfung

In die Zylinderkammer einströmende Druckluft kann den Antriebskolben mit hoher Geschwindigkeit gegen den Zylinderdeckel / Zylinderkopf stoßen. Dies kann zu Beschädigungen im Zylinder führen.

Um dies zu verhindern werden die meisten Zylinder mit einer Endlagendämpfung ausgestattet. Die Endlagendämpfung reduziert die **Geschwindigkeit des Antriebskolbens, kurz bevor dieser den Deckel/Kopf erreicht.**

Es gibt zwei Arten von Endlagendämpfungen:

- flexible Endlagendämpfung
- einstellbare Endlagendämpfung

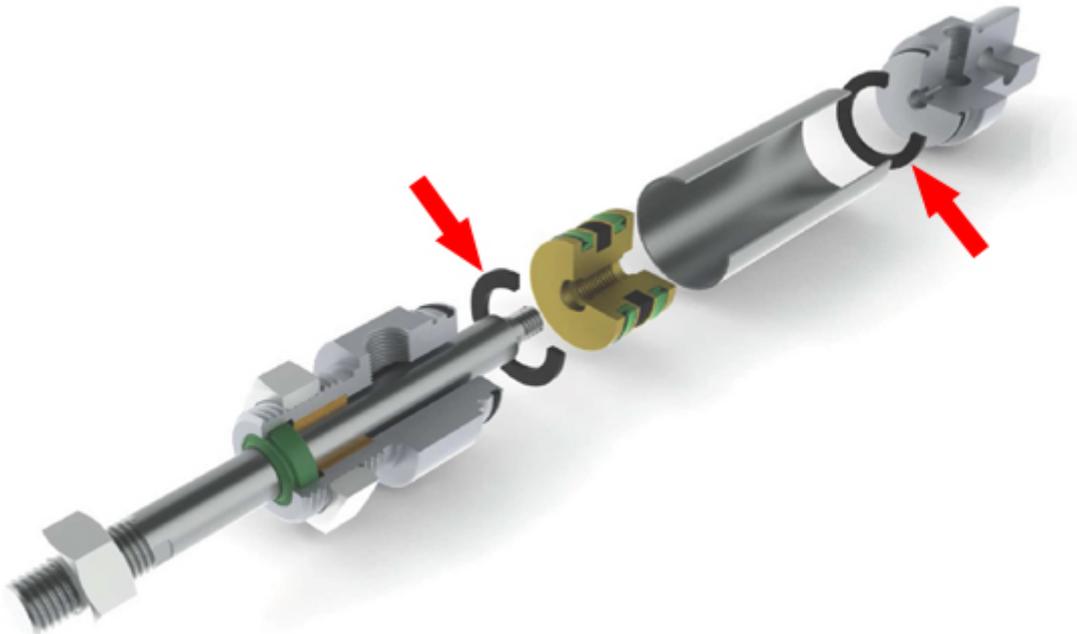
Die flexible Endlagendämpfung

Die einfachste Form der **flexiblen Endlagendämpfung** ist der sogenannte **Dämpfungsring**. Dieser ist an der Innenseite des Zylinderdeckels – zwischen Zylinderdeckel und Antriebskolben – montiert.

Der Dämpfungsring ist im Normalfall aus **Polyurethan** und besitzt daher sehr gute **energieabsorbierende Eigenschaften**. Der sich bewegende Kolben stößt in der Endlage an den entsprechenden Dämpfungsring.

Die flexible Endlagendämpfung wird in der Regel bei **Zylindern mit kleineren Kolbendurchmessern** verwendet. Hier treten in der Regel nur niedrigere Belastungen auf. Auch **bei den Kompaktzylindern wird diese Dämpfungsmethode verwendet**, da der kleinere Innenaufbau den Einbau einer einstellbaren pneumatischen Endlagendämpfung nicht ermöglicht.

Bei der untenstehenden Abbildung ist der Dämpfungsring mit einem roten Pfeil markiert. Dieser ist zwischen Zylinderdeckel und Antriebskolben sowie Zylinderkopf und Antriebskolben montiert.



Die einstellbare pneumatische Endlagendämpfung

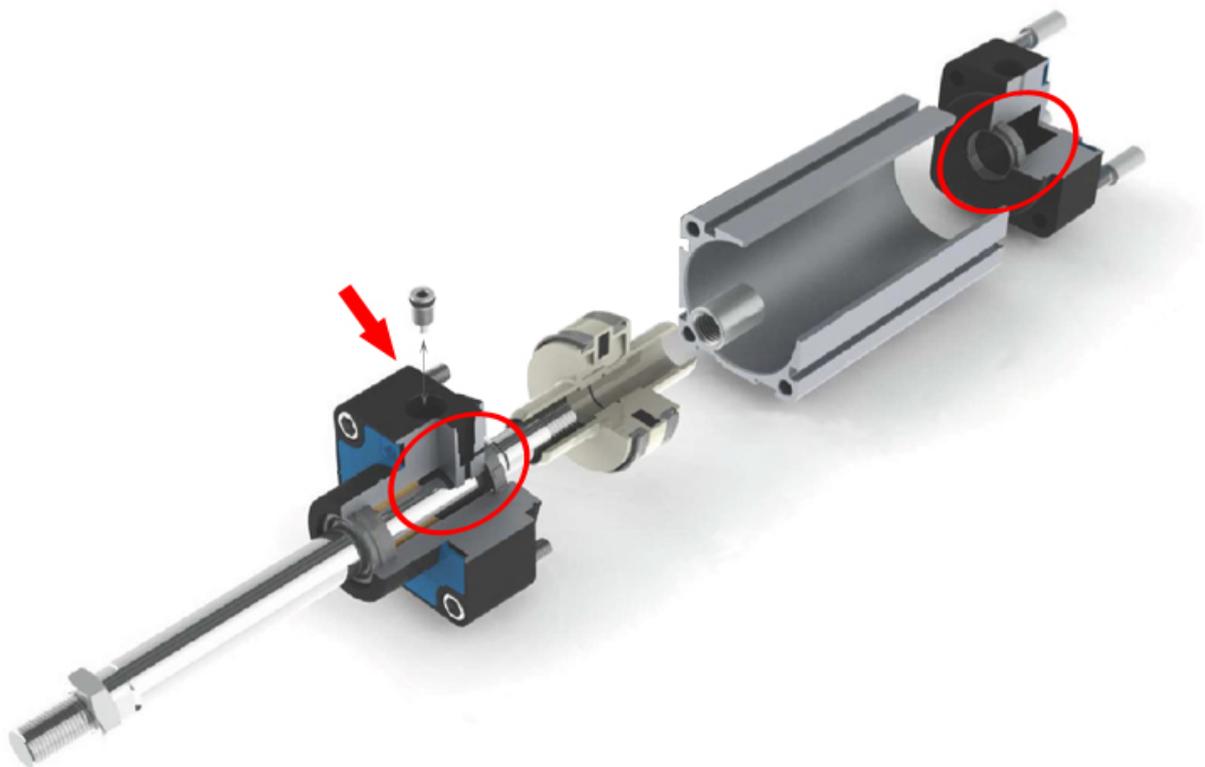
Die **einstellbare pneumatische Endlagendämpfung** wird bei größeren Geschwindigkeiten und Kräften verwendet.

Diese Form ist effizienter als die flexible Dämpfung, da bei dieser Lösung der Antriebskolben mit Hilfe eines „Luftpolsters“ abgedämpft wird. Die Kolbengeschwindigkeit wird auf den letzten 10...50 mm der vollen Hublänge des Zylinders reduziert. Dieser Wert hängt vom Aufbau des Zylinders ab und erhöht sich bei größeren Zylinderdurchmessern.

Die Dämpfung ist jeweils im Zylinderdeckel und Zylinderkopf eingebaut. Der Dämpfungsgrad kann mit der Einstellschraube am Deckel eingestellt werden.

Einstellbare Endlagendämpfungen sind gemäß ISO 15552 bei jedem **Profil-** und **Zugstangenzyylinder** vorgesehen. Außerdem wird die einstellbare Endlagendämpfung auch bei vielen **kolbenstangenlosen Zylindern** sowie manchen **Rund- und Sonderzylindern**, bei denen dieser Art der Dämpfung aufgrund der hohen Belastung notwendig ist, verwendet.

Untenstehend ist die pneumatische Endlagendämpfung im Zylinderkopf und Zylinderdeckel rot markiert.



Bei der untenstehenden schematischen Abbildung ist **die Funktion der einstellbaren pneumatischen Endlagendämpfung** erklärt.

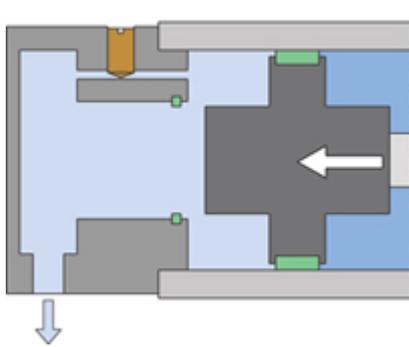


Abbildung 1

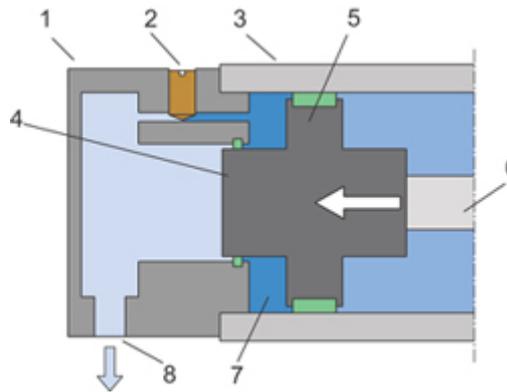


Abbildung 2

1. Zylinderdeckel
2. Drosselschraube
3. Zylinderrohr
4. Bremskolben
5. Antriebskolben
6. Kolbenstange
7. Bremskammer
8. Luftanschluss

Funktion:

Wenn der Antriebskolben (5) des Zylinders in die Grundstellung fährt, wird die eingeschlossene Luft durch Luftanschluss (8) entlüftet (Abbildung 1).

Vor dem Erreichen der Endlage blockiert der Bremskolben (4) – als Teil des Antriebskolbens (5) – die freie **Entlüftung der Zylinderkammer** über den Luftanschluss (8) (Abbildung 2). Die Luft in der Zylinderkammer kann nun nur **durch einen kleineren Querschnitt**, welcher über die einstellbare Drosselschraube eingestellt werden kann, entweichen.

In der **Bremskammer** (7) erhöht sich anschließend der Druck und erzeugt eine **Luftfeder**, welche die Kolbenstange abbremst. Diese Bremskraft ist solange vorhanden, bis der Kolben die Endlage erreicht. Die Entlüftung kann über die Drosselschraube (2) eingestellt werden, sodass eine gleichbleibende Bremsbewegung erreicht werden kann.

WICHTIG! Mit der Stellschraube kann man nur den **Dämpfungsgrad** der letzten 10...50 mm des **Zylinderhubs** einstellen.

Die Geschwindigkeit über die volle Hublänge kann über Drosselrückschlagventile oder Drosselschalldämpfer eingestellt werden. Hierauf gehen wir in den nachfolgenden Abschnitten genauer ein.

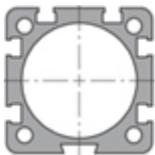
7. Magnetische Positionserkennung

Sensoren sind unentbehrliche Elemente der Industrieautomatisierung. Sensoren steuern Abläufe und leiten Informationen in leicht auswertbarer Form zur Signaltbearbeitung weiter.

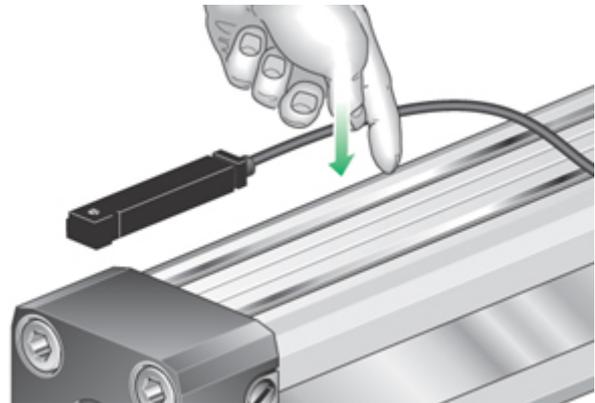
Zur Positionserkennung des Antriebskolbens in einem pneumatischen Zylinder werden **Positionssensoren**, die nach dem **magnetischen Prinzip** arbeiten, verwendet.

Im Antriebskolben ist ein **Dauermagnet** eingebaut. Dieser kann vom Näherungsschalter/Sensor ohne mechanischen Kontakt erkannt werden. Bei der Positionserkennung wird also eigentlich **die Kolbenposition** festgestellt.

Im Zylinderrohr muss der Sensor an der Stelle montiert werden, wo er die Information weiterleitet muss.



Einige Zylinder haben ein Profilrohr mit Nut, in die der Sensor direkt montiert werden kann.



Näherungsschalter...



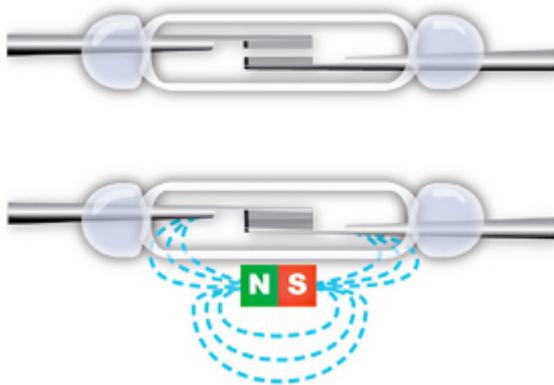
...im Profilrohr montiert

Es gibt zwei Arten von Positionssensoren, die bei Pneumatikzylindern verwendet werden:

- **REED** Schalter
- **Induktiver**, PNP Schalter

REED Schalter

REED Schalter bestehen aus zwei Schaltungen, die hermetisch dicht verschlossen und in ein Glasröhrchen eingeschmolzen sind. Hier sind die Bauteile gut vor Verschmutzung, Korrosion und Feuchtigkeit geschützt. Die Schaltungen sind aus ferromagnetischem Material.



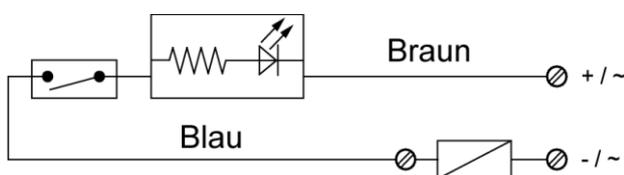
Infolge der Wirkung des Magnetfeldes, erzeugt vom Dauermagnet im Antriebskolben, werden die Schaltungen magnetisiert und bewegen sich zueinander.

Die Schaltungen schließen den Stromkreis und leiten ein entsprechendes Signal weiter.

Die REED Schalter haben zwei Drähte und funktionieren in der Regel in einem Spannungsbereich von 3...230 V AC/DC.

Eine LED zeigt den Schaltzustand an.

Symbol



Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2

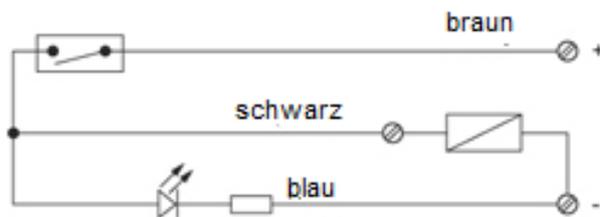
Induktiver Näherungsschalter, PNP Schalter

Beim PNP Schalter handelt es sich um einen induktiven Transistorschalter. Dieser kann in der Regel sowohl normal offen als auch normal geschlossen verwendet werden. Durch das vom Magnetkolben induzierte Magnetfeld wird der PNP Schalter angeregt und gibt ein entsprechendes Ausgangssignal weiter.

Die Näherungsschalter besitzen eine LED, die den Schaltzustand anzeigt.

Die Näherungsschalter haben in der Regel drei Drähte und funktionieren in einem Spannungsbereich von 5...30 V DC.

Symbol

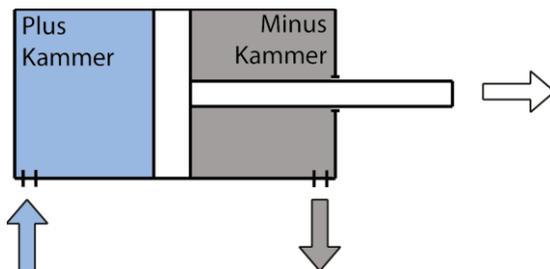


Vorteile eines induktiven PNP Näherungsschalters gegenüber einem REED Schalter:

- keine beweglichen Kontakte
- Höhere Schaltfrequenz
- längere Lebensdauer

8. Die Geschwindigkeitsregulierung

Zur Geschwindigkeitsregulierung über die gesamte Hublänge, können Drosselrückschlagventile oder Drosselschalldämpfer verwendet werden.



Bei der Positivbewegung des Zylinders lassen wir Druckluft in die Plus Kammer einströmen. Gleichzeitig wird die Minus Kammer entlüftet.

(Steuerung über 5/2-Wegeventil)

Am Entlüftungsanschluss kann die Kolbengeschwindigkeit des Zylinders durch Drosselung der ausströmenden Luft eingestellt werden.

Zur Regulierung der Kolbengeschwindigkeit wird am Entlüftungsanschluss des Zylinders gedrosselt, welche eine sofortige Entlüftung des Zylinderraumes verhindert. Die Druckluft ist in beiden Kammern solange vorhanden, bis der Kolben des Zylinders die Endlage erreicht hat. Die Kolbenbewegung ist dadurch sehr gleichmäßig.

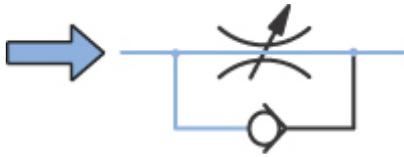
Wichtig: Zur Einstellung der Zylindergeschwindigkeit wird **immer die vom Zylinderraum ausströmende Luft gedrosselt, nicht die einströmende.**

Zur Geschwindigkeitsregulierung sind **verschiedene Funktionsverschraubungen geeignet:**

- Drossel-Rückschlagventil - in den Zylinder einschraubbar
- Drossel-Rückschlagventil - in das Steuerventil einschraubbar
- Drossel-Rückschlagventil - als Blockdrossel
- Drossel-Schalldämpfer

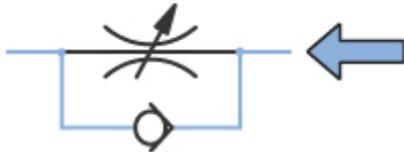
Das Drossel-Rückschlagventil

Drossel-Rückschlagventile ermöglichen es, die durchströmende Luft in eine Richtung zu drosseln. In die andere Richtung kann die Luft ungedrosselt strömen. Daher eignen sich Drossel-Rückschlagventile zur Geschwindigkeitsregulierung von Zylindern. Die ausströmende Luft wird gedrosselt, wodurch sich die Kolbengeschwindigkeit verlangsamt.



Gedrosselte Strömungsrichtung:

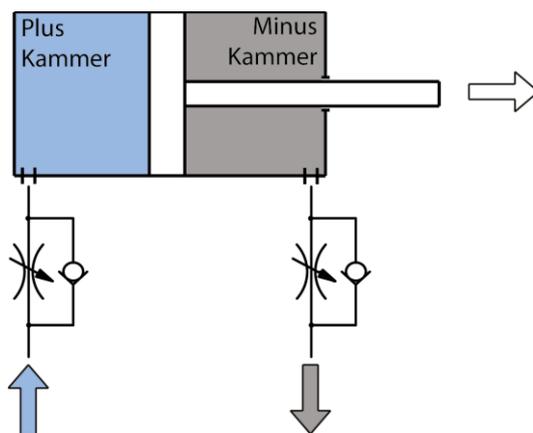
Hier erfolgt die Luftströmung **durch ein Drosselventil**, da das Rückschlagventil die freie Strömung verhindert. In diese Richtung kann der Durchfluss reguliert werden.



Ungedrosselte Strömungsrichtung:

In die andere Strömungsrichtung erfolgt die Strömung **durch das Rückschlagventil** mit vollem Querschnitt. Die Luft strömt ungedrosselt durch das Drossel-Rückschlagventil.

Die positive und negative Bewegung des Zylinders können wir daher separat mit jeweils einem Drossel-Rückschlagventil regulieren.



Bei positiver Bewegung des Zylinders wird die Druckluft in die Plus Kammer geleitet. Hierbei fließt die Druckluft durch das Rückschlagventil **ohne** Querschnittreduzierung = mit vollem Durchfluss.

Gleichzeitig entlüftet die Minus Kammer über ein weiteres Drossel-Rückschlagventil. In diesem Fall verhindert das integrierte Rückschlagventil die freie Entlüftung. Die ausströmende Luft muss durch eine Drossel. Somit kann die Geschwindigkeit der ausfahrenden Kolbenstange reguliert werden.

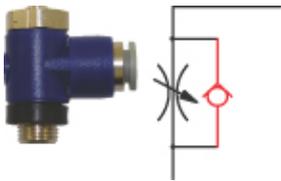
Die Geschwindigkeit der negativen Bewegung kann wiederum am Drossel-Rückschlagventil der Plus Kammer eingestellt werden.

Es sind verschiedene Ausführungen von Drossel-Rückschlagventilen verbreitet. Diese können herstellerabhängig verschieden Ausführungen und Maße haben.

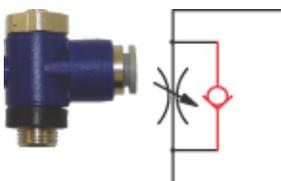
Eine mögliche Ausführung sind **Funktionsverschraubungen**, die entweder in den Zylinder oder das Wegeventil eingeschraubt werden:

- **In den Zylinder eingeschraubt:** Es wird die aus dem Zylinder ausströmende Luft gedrosselt → vom Gewindeanschluss in Richtung Steckanschluss.
- **In den Arbeitsanschluss des Wegeventils eingeschraubt:** Es wird ebenfalls die aus dem Zylinder ausströmende Luft gedrosselt, jedoch genau in die andere Richtung → vom Steckanschluss in Richtung Gewindeanschluss.

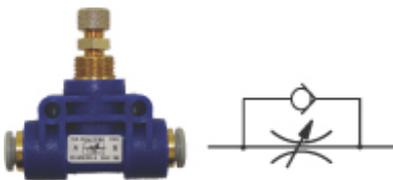
Bei manuell einstellbaren Drosseln kann die Geschwindigkeitsregulierung entweder über Schraubenzieher oder eine Rändelschraube erfolgen.



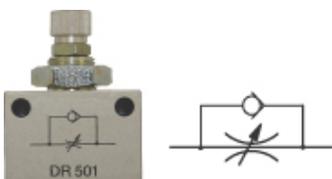
Winkelverschraubung Drossel-Rückschlagventil zur Montage im Zylinder



Winkelverschraubung Drossel-Rückschlagventil zur Montage im Wegeventil



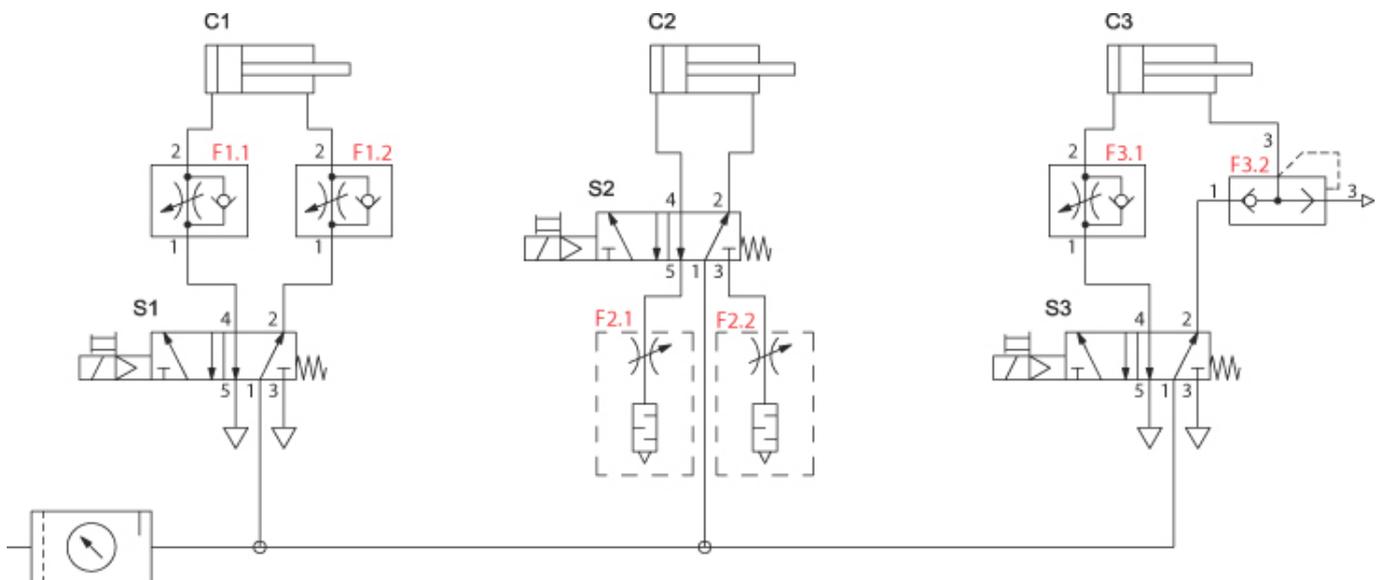
Drossel-Rückschlagventil mit Steckanschluss



Drossel-Rückschlagventil mit Gewindeanschluss

Beispiele zur Geschwindigkeitsregulierung eines Zylinders

Untenstehend können wir drei exemplarische Zylindersteuerungen sehen. Die Luftversorgung kommt von einer gemeinsamen Luftaufbereitungseinheit.



1. Steuerung

Ein doppeltwirkender Zylinder C1 wird über ein 5/2-Wege elektrisch betätigtes (monostabiles) Ventil S1 gesteuert. Sobald das Ventil S1 betätigt wird, strömt die Druckluft mit vollem Querschnitt durch das Drossel-Drückschlagventil F1.1 in den Zylinder C1. Die Luft strömt gleichzeitig aus der Minus Kammer des Zylinders durch das Drossel-Drückschlagventil F1.2, wodurch eine Drosselung erzielt wird. Die ausströmende Luft entlüftet über das Ventil S1 ins Freie.

Sobald das Wegeventil S1 nicht mehr elektrisch betätigt wird, schaltet das Ventil zurück und der Zylinder C1 stellt sich in die Grundstellung zurück. Hierbei erfolgt die Geschwindigkeitsregulierung über die ausströmende Luft durch das Drossel-Rückschlagventil F1.1.

Die positive Bewegung des Zylinders wurde über das F1.2 Drossel-Rückschlagventil geregelt, die negative Bewegung des Zylinders über das F1.1 Drossel-Rückschlagventil.

2. Steuerung

Ein doppeltwirkender Zylinder C2 wird über ein 5/2-Wege elektrisch betätigtes (monostabiles) Ventil S2 gesteuert. Steuerung identisch zu dem vorigen Beispiel.

Die Geschwindigkeit des Zylinders wird mit Drossel-Schalldämpfer eingestellt. Die Geschwindigkeitsregulierung des Zylinders sollte immer über die vom Zylinder ausströmende Luft erfolgen. Hierzu kann auch die aus dem Ventil über Anschluss 3 und 5 entlüftende Luft gedrosselt werden.

Sobald das Ventil S2 betätigt wird, strömt die Druckluft in die Plus Kammer des Zylinders und lässt die Kolbenstange ausfahren. Die Luft aus der Minus Kammer des Zylinders entlüftet über das Ventil S2 und strömt durch den Drossel-Schalldämpfer F2.2, welcher die Geschwindigkeit reguliert.

Sobald das Wegeventil S2 nicht mehr betätigt wird, schaltet das Ventil zurück und die Luft wird von der Plus Kammer des Zylinders C2 durch das Ventil S2 und somit durch den Drossel-Schalldämpfer F2.1 entlüftet. Der Zylinder fährt in gedrosselter Geschwindigkeit in die Grundstellung zurück.

Die positive Bewegung des Zylinders wurde über den F2.2 Drossel-Schalldämpfer geregelt, die negative Bewegung des Zylinders über den F2.1 Drossel-Schalldämpfer.

3. Steuerung

Ein doppeltwirkender Zylinder C3 wird über ein 5/2-Wege elektrisch betätigtes (monostabiles) Ventil S3 gesteuert. Steuerung identisch zu dem vorigen Beispielen.

In diesem Beispiel soll die positive Bewegung des Zylinders sehr schnell erfolgen, weshalb ein Schnellentlüftungsventil F3.2 verwendet wird. Die Rückstellung in Grundstellung erfolgt über ein Drossel-Rückschlag Ventil F3.1.

Das Schnellentlüftungsventil wird immer dann eingesetzt, wenn ein Zylinder schnell öffnen oder schließen soll. Es ermöglicht eine schnelle Entlüftung der eingesperrten Luft. Die vom C3 Zylinder ausströmende Luft wird nicht durch das Steuerventil S3, sondern durch das Schnellentlüftungsventil F3.2 über Anschluss 3 entlüftet.

Die positive Bewegung des Zylinders erfolgt mit hoher Geschwindigkeit aufgrund des Schnellentlüftungsventils F3.2. Die Geschwindigkeit der negativen Bewegung kann über das Drossel-Rückschlagventil F3.1 eingestellt werden.

9. Internationale Normen

Die in der Pneumatik am weitesten verbreiteten Zylinder wurden mit dem Ziel Kompatibilität / Austauschbarkeit standardisiert.

Dank der Normung sind die Anbau- und Zubehörteile der Zylinder herstellerunabhängig austauschbar.

Folgend gehen wir auf die am weitest verbreiteten Zylinderstandards ein:

Die nachstehende Auflistung erhebt kein Anspruch auf Vollständigkeit. Es sind weitere Ausführungen am Markt erhältlich.

- **ISO 15552 | VDMA 24562 | DIN ISO 6431** (alte Norm) | Profil- und Zugstangenzyylinder



Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2

- **DIN ISO 6432** | Rundzylinder



Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2

- ISO 21287 | Kompaktzylinder



Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2

- **UNITOP** | Kompaktzylinder



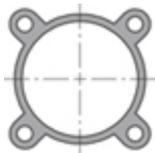
Der HAFNER ISO 15552 Zylinder

- Die internationale Norm **ISO 15552** besitzt seit 2004 Gültigkeit.
- Die alte Norm war als **ISO 6431** bekannt (1992 - 2004).

Die Norm bestimmt den Durchmesser ($\varnothing 32 \dots \varnothing 320$ mm), den Maximaldruck (10 bar), bestimmte weitere Zylinderparameter, Maße und das Norm-Zubehör.

Aufgrund der Normung sind die **Anbauteile (Norm-Zubehör)** von verschiedenen Herstellern untereinander austauschbar.

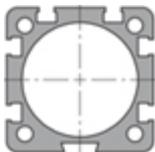
Die ISO 15552 Zylinder heißen bei HAFNER **DIL** und **DIP** (bzw. **DBL** und **DBP** = Ausführung mit durchgehender Kolbenstange)



DIL Zylinder

Im Profilrohr gibt es keine inneren Winkel oder Spalten. Somit ist die Reinigung des Zylinders sehr einfach.

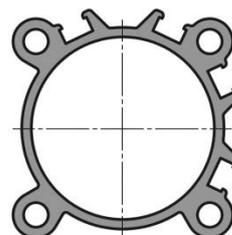
Die Montage des Positionssensors erfolgt an den Profilschultern mit Fixierelementen.



DIP Zylinder

Fixierung des Positionssensors in der Nut des Profilrohres. Es sind keine weiteren Fixierelemente notwendig, daher sehr einfache Montage möglich.

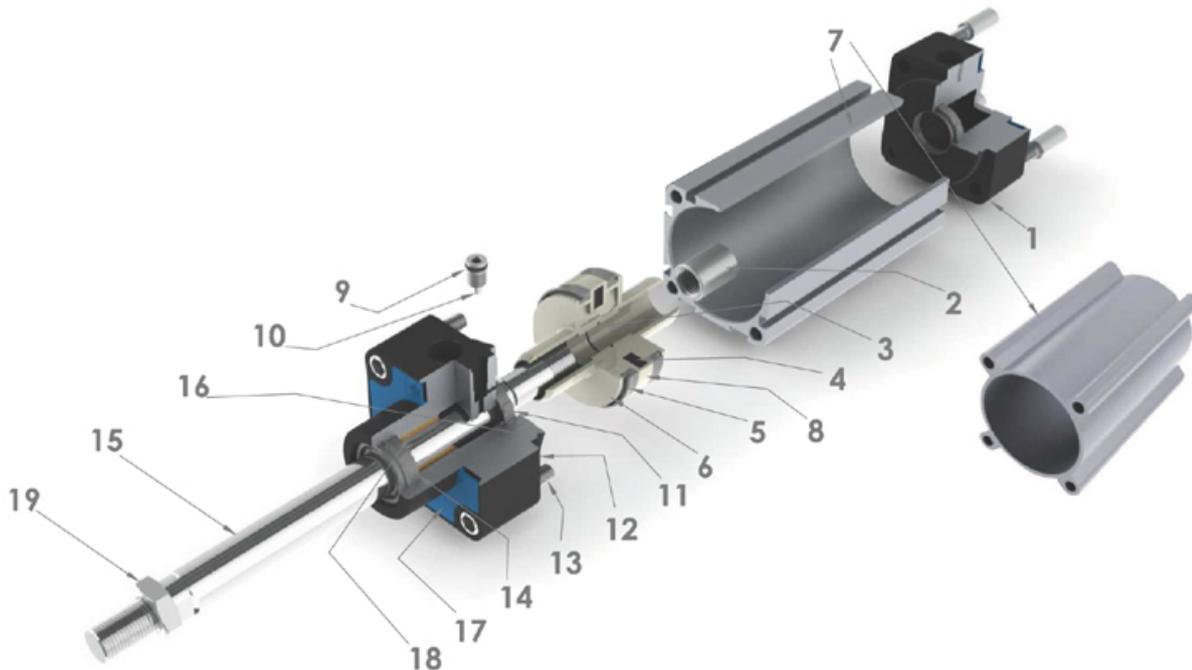
Seit 2016 hat HAFNER eine neue Profilzylinderserie im Programm. Die Zylinder der "**H-Serie**" bestehen durch ein modernes Design und eine attraktive Preisgestaltung.



HIF Zylinder

REED Schalter können direkt in die Nut montiert werden.

Bei unseren ISO 15552 Zylindern der D-Serie verwenden wir die folgenden Materialien:



#	Bezeichnung	Material
1.	Zylinderdeckel	Aluminium Druckguss, eloxiert
2.	Kolben-Fixiermutter	Stahl, vernickelt
3.	O-Ring (Dichtung zwischen Kolben und Kolbenstange)	NBR
4.	Magnet	Ferromagnetikum
5.	Kolbendichtung	Polyurethan
6.	Kolben	techn. Polymer (oder Aluminium)
7.	Profilrohr	eloxiertes Aluminiumprofil
8.	Kolbenführung	techn. Polymer
9.	O-Ring (Dichtung Stellschraube)	NBR
10.	Stellschraube (zur einstellbaren Endlagendämpfung)	Stahl, vernickelt
11.	Bewegliche Dichtung Endlagendämpfung	Polyurethan
12.	Zylinderkopf	Druckguss, eloxiertes Aluminium
13.	Deckel-Fixierschraube	Stahl, vernickelt
14.	Dichtung Kolbenstange	Polyurethan
15.	Kolbenstange	hartverchromter Stahl (oder gewalzter rostfreier Stahl)
16.	O-Ring (Dichtung zwischen Deckel und Zylinderrohr)	NBR
17.	Deckel Verkleidung	Kunststoff
18.	Kolbenstangen Führungsbuchse	Sinterbronze
19.	Kolbenstangenmutter	Stahl, vernickelt

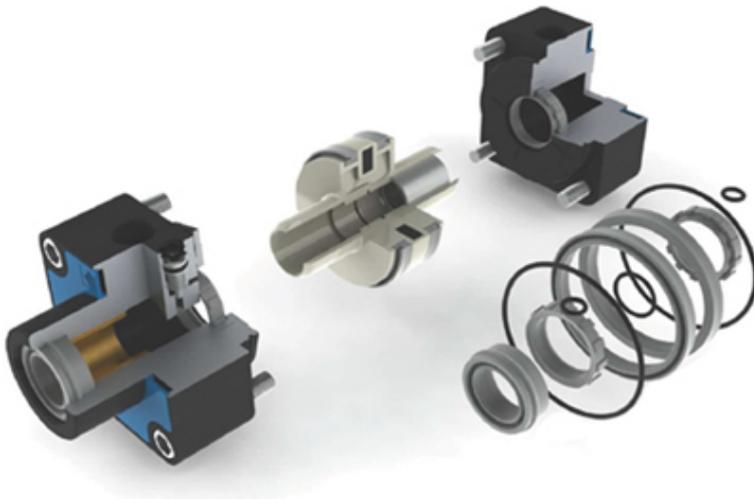
Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2



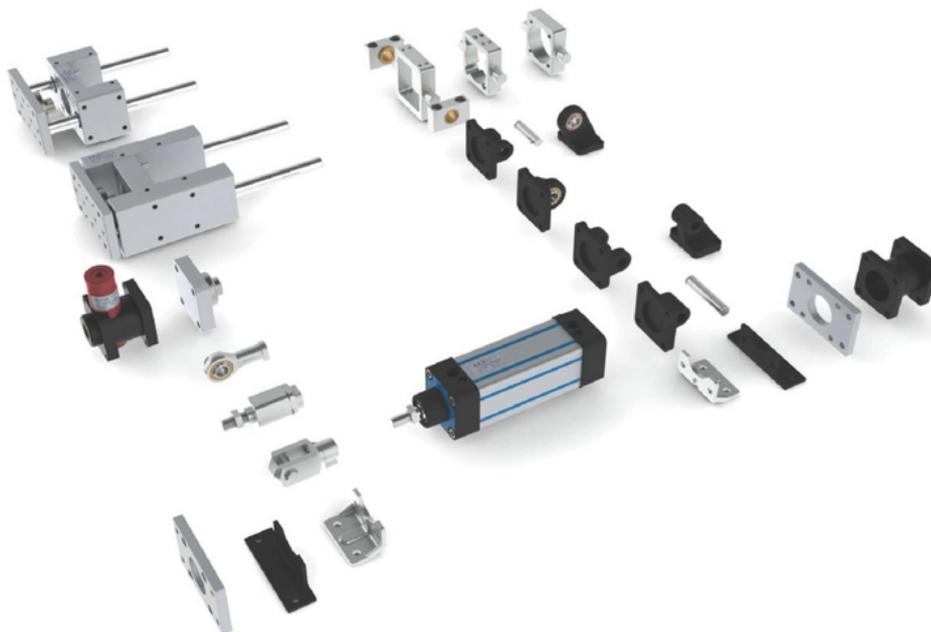
Bei hoher Beanspruchung bzw. Laufleistung können die Dichtungen des Zylinders schneller verschleifen als andere Bauteile. Daher wird für die Zylinder ein Reparaturset angeboten, bei dem alle Dichtungen inbegriffen sind und somit der Zylinder wieder instand gesetzt werden kann.

Das Reparaturset für die DIL, DIP, DBL und DBP Zylinder hat die Typenbezeichnung **DIR**.



Reparaturset DIR

Die ISO 15552 Norm bestimmt auch die **Anbauteile der Zylinder**. Dementsprechend sind die Anbauteile verschiedener Hersteller miteinander kompatibel.



Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung



Druckluft

WICHTIG! Von der Qualität der Druckluft hängt auch wesentlich die Betriebssicherheit des kompletten pneumatischen Systems ab.

Hauptbestandteile der Luft sind **Stickstoff** (N₂) 78,09 %, **Sauerstoff** (O₂) 20,95% und **Argon** (Ar) 0,93 %. 0,03 % des Volumens sind **sonstige Gase**, wie Kohlendioxyd, Methan, sowie Edelgase. Die Luft kann jedoch auch weitere Verunreinigungen enthalten wie zum Beispiel schwefelhaltige Gase, Kohlenmonoxide, Dämpfe, diverser atmosphärischer Schmutz sowie Feststoffpartikel .

Bei der Druckluftherstellung werden diese Stoffe vom Kompressor angesaugt. Während der Komprimierung (Bedeutung: *zusammenpressen, verdichten*) und während des Transportes in die Rohrleitungen, können weitere unerwünschte Elemente in das System gelangen.

Um Anforderungen an die Druckluft klar zu definieren gibt es **standardisierte Reinheitsklassen (nach ISO 8573-1)**. Die drei wichtigsten Verschmutzungselemente sind **Feststoffpartikel, Wasser und Öl**.

Die Verschmutzungskonzentrationen sind in Reinheitsklassen unterteilt.

Die Reinheitsklasse wird wie folgt angegeben: **ISO 8573-1:2010 [A:B:C]**

- **A** – Feststoffpartikel Klasse | 0 ... 8, X
- **B** - Wasseranteil | 0 ... 9, X
- **C** – Ölanteil | 0 ... 4, X

Wenn der Verschmutzungsgrad als **Klasse X angegeben wird**, muss das größte Verschmutzungselement in runden Klammern angegeben werden.

Im folgenden Beispiel liegt die Konzentration des Wassers bei Cw 15 g/m³.

z.B.: ISO 8573-1:2010 [4:X(15):3]

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung



Einstufung der Verschmutzungselemente gemäß Norm ISO 8573-1:2010

ISO 8573-1:2010 KLASSE	Feststoffpartikel				Wasser		Öl
	Maximale Anzahl Partikel pro m ³			Massekonzentration mg/m ³	Drucktaupunkt Dampf	Flüssigkeit in g/m ³	Gesamtanteil Öl (flüssig, Aerosol und Nebel) mg/m ³
	0,1 - 0,5 µm	0,5 - 1 µm	1 - 5 µm				
0	Gemäß Festlegung durch den Gerätenutzer, strengere Anforderungen als Klasse 1						
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	-	≤ -70 °C	-	0,01
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	-	≤ -40 °C	-	0,1
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000	-	≤ -20 °C	-	1
4	-	-	≤ 10.000	-	≤ +3 °C	-	5
5	-	-	≤ 100.000	-	≤ +7 °C	-	-
6	-	-	-	≤ 5	≤ +10 °C	-	-
7	-	-	-	5 - 10	-	≤ 0,5	-
8	-	-	-	-	-	0,5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	> 10	-	> 10	> 10

Bei normalen pneumatischen Anwendungen ist die folgende Reinheitsklasse der Druckluft ausreichend: **ISO 8573-1:2010 [7:4:4]**

Zugelassene Verschmutzungswerte laut Norm:

- Feststoffpartikel Konzentration **5-10 mg/m³**
- Drucktaupunkt Dampf kleiner als **3 °C**
- Ölgehalt Konzentration max. **5 mg/m³**

Bei speziellen Anwendungen kann eine höhere Reinheitsklasse der Druckluft erforderlich sein. Dies kann durch umfangreichere Luftaufbereitung erzielt werden.

Grundlagen im Zusammenhang mit der Herstellung und Aufbereitung von Druckluft

Bei der Herstellung von Druckluft ist ein wichtiger Aspekt, dass mit möglichst geringen Kosten **ölfreie Druckluft** hergestellt werden soll. Auch die Aufbereitung der Druckluft soll wirtschaftlich erfolgen.

Es ist problemlos möglich sowohl mit ölfrei arbeitenden als auch mit nicht ölfrei arbeitenden Kompressoren Druckluft mit ausgezeichneter Qualität herzustellen (ölfrei/ mit reduziertem Ölgehalt). Dazu ist eine **entsprechende Luftaufbereitung notwendig**. *Effizienz- und Wirtschaftlichkeits-Aspekte sind zu berücksichtigen.*

Die Umgebungsluft - welche Qualität hat die vom Kompressor angesaugte Luft?

Die Qualität der Luft **hängt stark von den Umweltbedingungen ab**.

Der Kohlenwasserstoffanteil kann in Folge der Emission (Luftbelastung) der Industrie und des Verkehrs auch in normalen Umgebungen ein Wert von **4-14 mg/m³** erreichen.

In Industriehallen kann der **Öl-Anteil**, aufgrund der Nutzung in Kühlschmier- und Prozessflüssigkeit, einen Wert von **10 mg/m³** weit überschreiten.

Hinzu kommen noch weitere Verschmutzungselemente, wie Schwefeldioxid, Ruß, Metalle, **Staub**, sowie **Luftfeuchtigkeit**.

Was bedeutet "ölfreie Druckluft"?

Laut ISO 8573-1 Norm kann die Druckluft als ölfrei bezeichnet werden, wenn der Ölanteil –Ölnebel inbegriffen – **unter** einem Wert von **0,01 mg/m³** liegt. Das ist ca. 4 % des Anteils der Umgebungsluft. *Diese Menge ist so gering, das sie kaum noch nachgewiesen werden kann.*

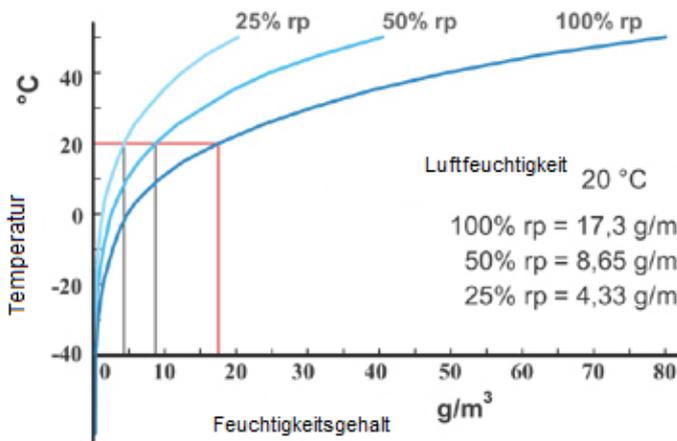
Dieser hohe Reinheitsgrad ist beispielsweise in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie oftmals gefordert.

Gründe für Luftfeuchtigkeit

Die Umgebungsluft beinhaltet immer einen gewissen Feuchtigkeitsanteil. Dieser **Feuchtigkeitsanteil hängt von der jeweiligen Temperatur und vom Druck ab**. Die Fähigkeit der Luft, Feuchtigkeit aufzunehmen steigt mit der Temperatur und sinkt mit dem Luftdruck.

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung



Absolute Luftfeuchtigkeit ist:

Wasserinhalt in 1 m³ Luft.

Max. Luftfeuchtigkeit (Sättigung):

Größtmögliche Wassermenge in 1 m³ Luft bei gegebener Temperatur.

Relative Luftfeuchtigkeit wird in %

der maximalen Luftfeuchtigkeit angegeben.

$$\text{relative Luftfeuchtigkeit} = \frac{\text{absolute Luftfeuchtigkeit}}{\text{maximale Luftfeuchtigkeit}} \cdot 100 (\%)$$

Abhängig von Temperatur und Druck kann ein Luftvolumen nur eine bestimmte Menge Wasser aufnehmen. Wenn die maximale Menge aufgenommen wurde, ist die Luft gesättigt.

In der untenstehenden Tabelle sind die maximalen Wasseraufnahmemengen (Sättigungswerte) aufgeführt:

Temperatur (°C)	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Wasserinhalt (g/m ³)	0,4	0,7	1,1	1,6	2,4	3,4	4,8	6,8	9,4	12,8	17,3	23,1	30,4	39,6	51,2

Wenn die relative Luftfeuchtigkeit über 100% steigt, scheidet die Luft die überschüssige Feuchtigkeit aus. Die Temperatur, bei der das Wasser aus der Luft ausgeschieden wird, nennt man **Taupunkt**.

Wenn der Druck erhöht und/oder die Temperatur reduziert wird, wird Luftfeuchtigkeit ausgeschieden.

Genau dies geschieht im Kompressorblock und im Nachkühler.

Die aus der Luft ausfallende Feuchtigkeit bildet das s.g. *Kondensat*.

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung



Trocknung der Druckluft

Bei Abkühlung der Umgebungsluft wird Wasser aus der Luft ausgeschieden.

Beispiel aus der Praxis:

Ein Schraubenkompressor saugt bei **20°C Temperatur** und einem Umgebungsdruck von **10 m³** pro Minute, **Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 60 %**.

Diese Luftmenge beinhaltet ca. **104 g Wasser(-dampf)**.

(Die maximale Luftfeuchtigkeit beträgt bei 20 °C 17,3 g/m³, dieser Wert ist aus dem obenstehenden Diagramm ablesbar. Bei einer Luftfeuchtigkeit von 60 % entspricht dies = 10,38 g/m³ (17,3 x 60 / 100). Bei 10 m³ Umgebungsluft entspricht dies 103,8 g Wasserinhalt.)

Wenn diese Luftmenge mit einem Komprimierungsverhältnis von 1:10 auf **10 bar Druck komprimiert wird**, ergibt dies **1 m³ Druckluft** pro Minute als Ergebnis.

Die Temperatur nach der Komprimierung beträgt annähernd 80°C. Bei dieser Temperatur kann die Luft 290 g Wasser pro Luft m³ aufnehmen (*Wert aus Diagramm*).

Da der Dampfgehalt aber nur ca. 104 g beträgt, liegt die **relative Luftfeuchtigkeit bei 36 %**, d.h. die Luft ist eher trocken und somit entsteht kein Kondensat.

Relative Luftfeuchtigkeit = absolute Luftfeuchtigkeit / maximale Luftfeuchtigkeit x 100 (%).

mit Werten : 104 g / 290 g x 100 (%) = 35,8 %.

Bei dem **Nachkühler** des Kompressors sinkt die Temperatur der Druckluft von **80°C auf ca. 35 °C**. Danach kann die Druckluft nur noch 39,6 g/m³ (*Wert aus Diagramm*) Wasser aufnehmen.

Entsprechend des Unterschiedes zwischen den beiden Werten entsteht ca. **64 g/min Wasser**, welches von der Druckluft nicht gebunden werden kann und deshalb **ausgeschieden** wird.

(103,8 g/m³ - 39,6 g/m³ = 64,2 g/m³)

Im obigen Beispiel entsteht bei einem **8 Stunden Arbeitstag annähernd 31 Liter Kondensat**.

(64,2 g/min x 60 min = 3852 g/h = 3,85 l/h. 3,85 l/h x 8 h = 30,8 l/Schicht.)

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung



Diese Wassermenge muss aufgrund der Betriebssicherheit **aus dem System entfernt werden**.

Die Trocknung der Druckluft ist also ein wichtiger Teil der Luftaufbereitung.

WICHTIG! Das Kondensat entsteht immer dort, wo das **Strömungsvolumen wächst**, sowie **die Temperatur sinkt**. Diese Erscheinung tritt normalerweise bei den Luftbehältern auf, aber im Luftsystem und in den betriebenen Anlagen ist sie auch zu finden.

WICHTIG! Die allgemeinen Filter, die im System eingebaut sind (50 ... 0,01 Mikron), **können die Luftfeuchtigkeit nicht beeinflussen**. Diese können nur Feststoffpartikel entsprechend der Filterfeinheit filtern. Die Wassermenge, die sich in den Filtergläsern ansammelt, enthält die im System als Tropfen angesammelte Dampfmenge. Dieses Wasser ist aber unbedeutend im Verhältnis zu der aus der Druckluft ausgeschiedenen Wassermenge.

Trocknung der Druckluft

Trocknungsmethoden der Druckluft :

- **Absorptionstrocknung**

Die Absorptionstrocknung ist ein **chemisches Verfahren**. Die Druckluft strömt durch eine Trocknungsmaterialschicht (häufig Salzkristalle). Wasser bzw. Dampf wird auf chemischem Wege gebunden, deshalb wird sie allmählich abgenutzt. Das Granulat muss regelmäßig regeneriert oder ersetzt werden. Geringe Taupunktreduktion!

- **Adsorptionstrocknung**

Die Adsorptionstrocknung ist ein **physisches Verfahren**, bei der die Druckluft durch ein poröses Material sowie Spezialgel strömt. Wasser und Dampf werden aufgenommen. Die Aufnahmefähigkeit des Gels ist begrenzt, kann aber nach Sättigung mit einem einfachen Vorgang ausgeblasen werden. Dieses Verfahren bietet jedoch nur eine relativ geringe Durchflussleistung!

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung

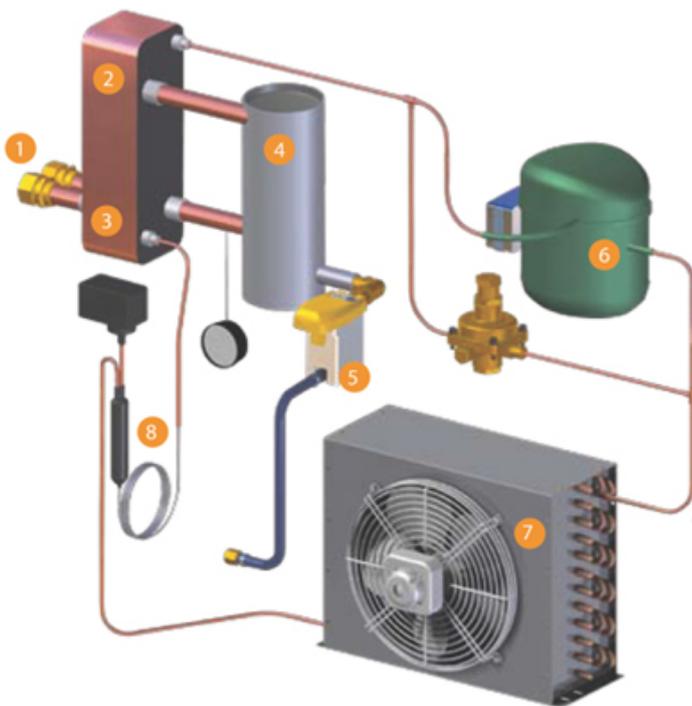
- **Membran Trocknung**

Die Membran Trocknung wird zur Trocknung von Druckluft und Gas benutzt. Zentralelement ist eine Polymer-Mikrofaser-Hohlmembran, welche so gestaltet ist, dass ausschließlich Wassermoleküle die Membranwand durchdringen können.

Nachteile: niedrige Luftleistung (meist max. 1000 l/min) und relativ geringe Trocknungsleistung.

- **Kältetrocknung**

Die Kältetrocknung nutzt die Eigenschaft, dass kalte Luft weniger Wasser binden kann. Die zu trocknende Luft strömt in einen Wärmetauscher, welcher von einem Kühlaggregat auf +3°C gekühlt wird. Dies kühlt die Luft. Wasser und Öl fallen aus und werden ausgeschieden. Die Druckluft wird danach durch einen Feinfilter geleitet, um weitere Verschmutzungselemente auszufiltern.



Elemente des Kältetrockners

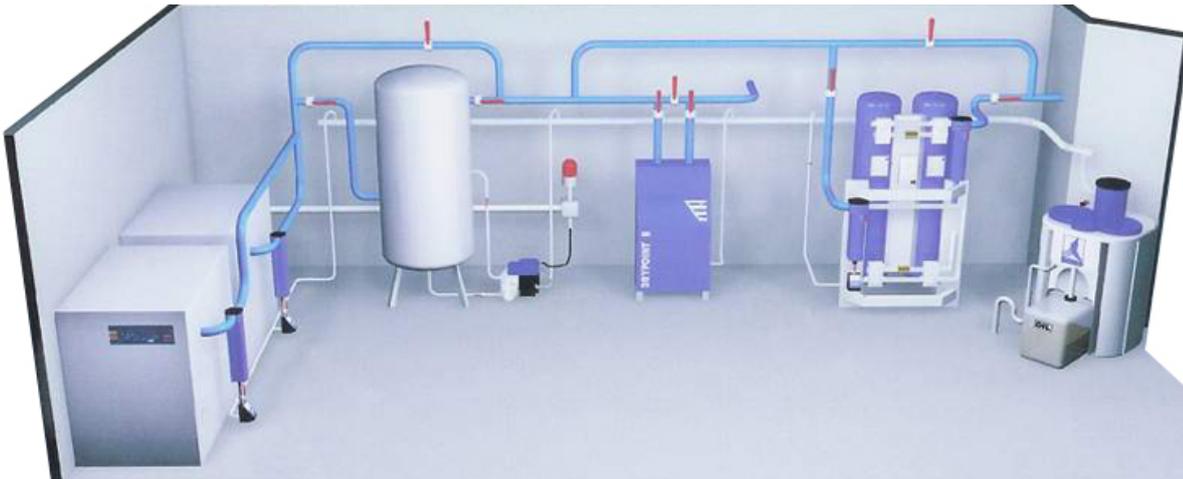
1. Druckluft Ein- bzw. Austritt
2. Luft-Luft Wärmetauscher
3. Luft-Kühlmedium Wärmetauscher
4. Kondensat Ausscheider
5. Kondensat Ablauf
6. Kühlmedium Kompressor
7. Kühlmedium Verflüssiger (Temperaturkühlung)
8. Kühlmedium Injektion

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung

Weshalb ist eine Luftaufbereitung notwendig?

Unabhängig von der Ausführung ist jeder Kompressor prinzipiell wie ein „riesiger Staubsauger“, zu betrachten, der Verschmutzungen aus der Umgebungsluft ansaugt. Bei der Komprimierung konzentriert der Kompressor diese und im Falle keiner oder einer schlechten Luftaufbereitung, wird diese in das Druckluftnetz geleitet.



Ein wichtiges Element der Pneumatik ist die Luftaufbereitungseinheit, da mit dieser Einheiten die notwendige Luftqualität sichergestellt werden kann (*Filterungsfeinheit, Höhe des Betriebsdrucks, Öl-Anteil*).

Pneumatische Systeme benötigen für eine sichere Funktion eine entsprechend aufbereitete Druckluft.

Ziel ist aber nicht nur eine höhere Zuverlässigkeit und Verbesserung der Betriebssicherheit, sondern auch die Erhöhung der Lebensdauer der einzelnen Komponenten. **Um eine optimale Leistung und Schutz der pneumatischen Komponenten zu gewährleisten, muss die Druckluft getrocknet, geregelt und evt. geölt sein.**

Zur Produktgruppe der Luftaufbereitungseinheiten gehören folgende Elemente:

- Luftfilter
- Druckregler
- Öler
- diverse Einschalt- und Druckaufbauventile
- Verteiler und dazu passende Druckschalter

Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung

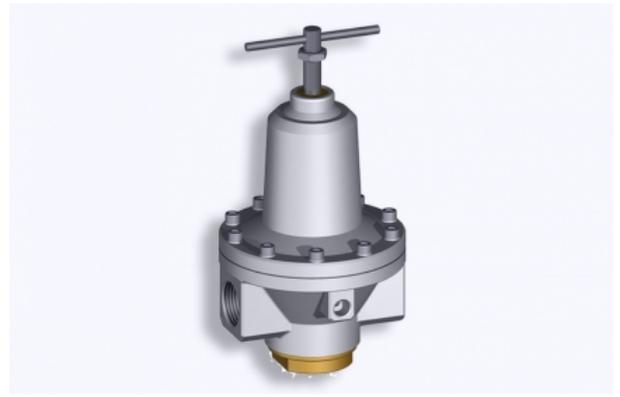
Die Luftaufbereitungseinheiten können nach Aufbau, Baugröße, Durchflussleistung und Anschlussgröße gruppiert werden.

Es steht eine breite Produktpalette von G1/8" bis G3" zur Verfügung.

Auf den untenstehenden Abbildungen sind die gängigsten Luftaufbereitungseinheiten zu sehen.



Filter



Druckregler



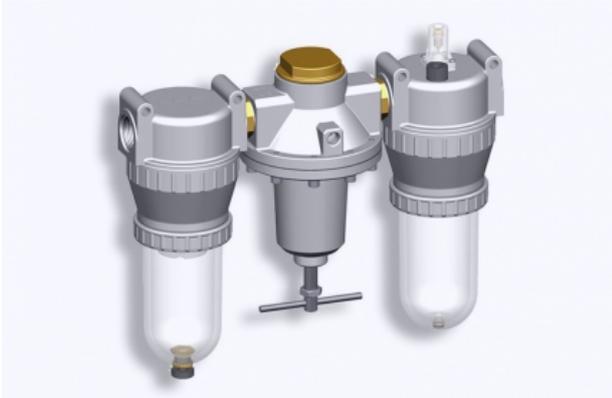
Öler



Filter-Regler Einheit

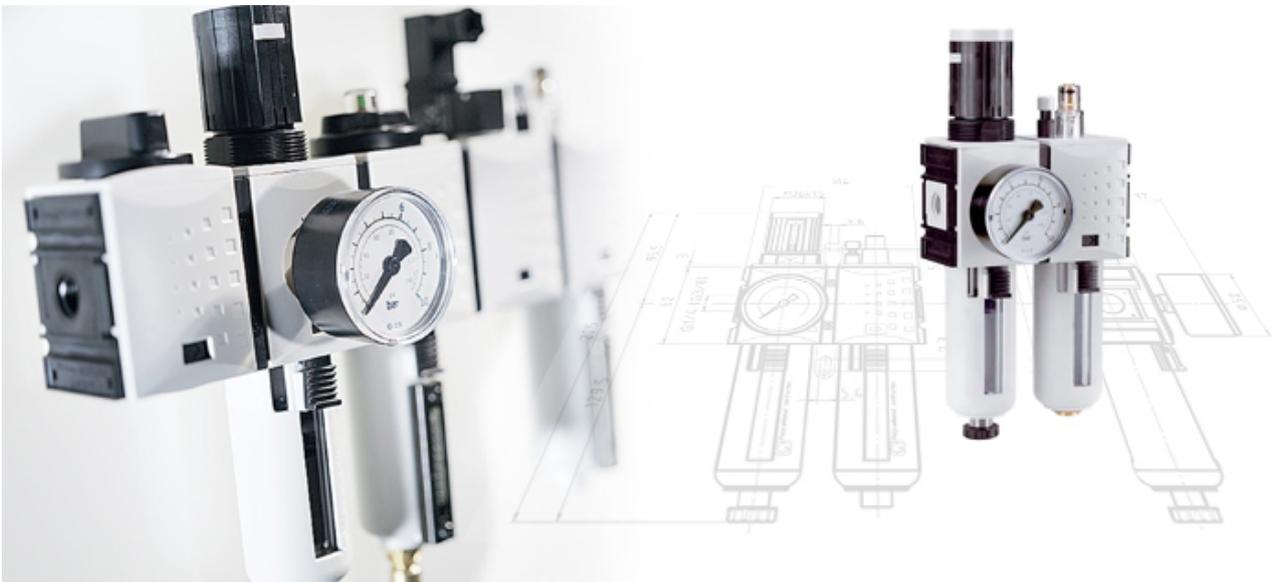
Kapitel 9:

Grundlagen der Luftaufbereitung



Komplette Luftaufbereitungseinheit mit Filter, Öler und Druckregler

Modulare Luftaufbereitungseinheiten bieten dem Anwender eine hohe Flexibilität, da aus den einzelnen Modulen je nach Anforderungen eine komplette Einheit zusammengebaut werden kann.



Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten

Filterung der Luft durch Filtereinheiten

Die Aufgabe des Filters ist es, die Feststoffpartikel sowie das ausgeschiedenen Kondensat aus der Druckluft zu entfernen.

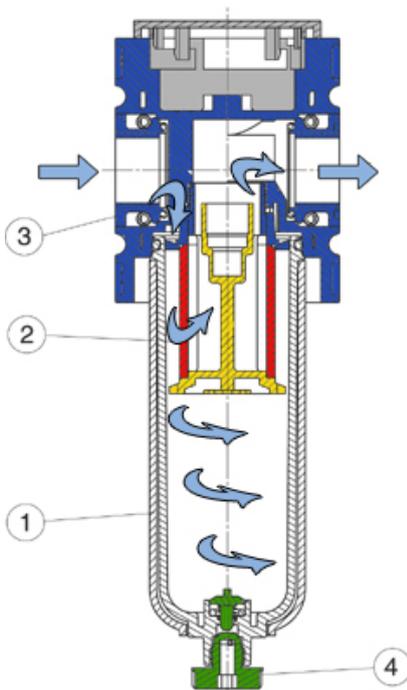
WICHTIG! Die im System eingebauten Filter (Filterfeinheit: 50 ... 0,01 Mikron), haben **keinen Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit**, sondern filtern nur die Feststoffpartikel entsprechend der Filterfeinheit aus der Luft.

Die Wassermenge, die sich in den Filtergläsern ansammelt, enthält die im System als Tropfen angesammelte Dampfmenge. Dieses Wasser ist aber unbedeutend im Verhältnis zu der aus der Druckluft ausgeschiedenen Wassermenge.

Eventuell sind mehrere verschiedene Filtereinheiten aufgrund der untenstehenden Anforderungen notwendig:

- Verschmutzungen aus dem Rohrsystem und im Rohrsystem ausfallendes Kondensat soll abgeschieden werden.
- Die einzelnen Steuer- und Betätigungselemente benötigen Luft mit unterschiedlicher Filterfeinheit.
- Für besondere Aufgaben bspw. Verpackung von Lebensmittel reichen normale Filtereinheiten nicht aus. Aktivkohlefilter sind hierfür notwendig. Diese wiederum benötigen eine Vor- und Feinfilterung.

In der Pneumatik sind Luftfilter mit **Zentrifugalsystem** verbreitet.



Luftfilter nach dem Zentrifugalsystem

1. Behälter, oft transparent
2. Filterelement
3. Filtergehäuse
4. Kondensat Ablassventil

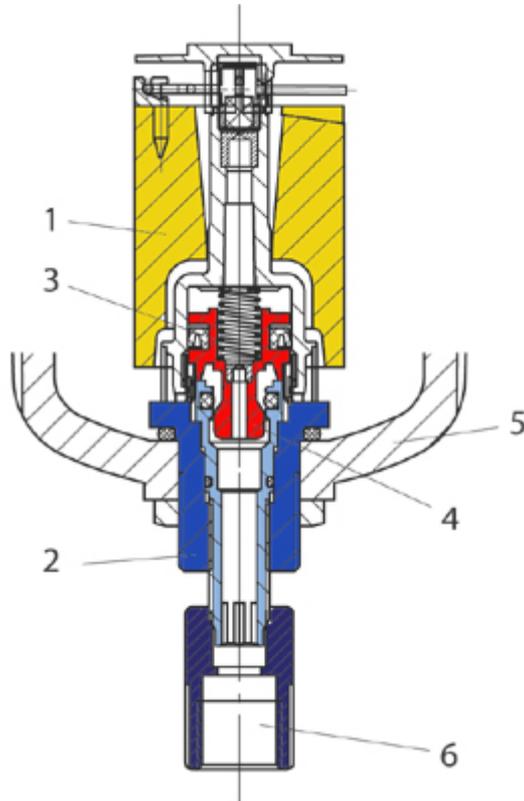
Die in die Filtereinheit strömende Druckluft **beginnt sich aufgrund der inneren Konstruktion des Filters zu verwirbeln**. Aufgrund der Zentrifugalkraft werden **Wassertropfen und größere Feststoffpartikel ausgeschieden**, die sich am Boden des Filterbehälters ansammeln. Anschließend strömt die Druckluft durch das Filterelement, welches die Luft von kleineren Feststoffpartikeln, abhängig von der Filterfeinheit, reinigt.

Die am Boden des Glasfilters angesammelten Kondensate müssen abgelassen werden. Dies kann entweder mittels eines **automatischen oder manuell betriebenen Ablassventils** geschehen.

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten

Das automatische Ablassventil funktioniert mit einem Schwimmersystem und aktiviert sich, sobald sich eine gewisse Kondensatmenge im Behälter angesammelt hat.



Automatisches Kondensat-Ablassventil

1. Schwimmersensor
2. Ventilgehäuse
3. Feder
4. Schließelement
5. Behälter
6. Ablass Anschluss - manueller Ablass

Funktionsweise:

Wenn die Filtereinheit nicht unter Druck steht, ist das Schließelement im geöffneten Zustand (4). Das sich am Boden des Glasfilters angesammelte Kondensat wird aus dem Filter geleitet (5).

Bei Inbetriebnahme der Filtereinheit schließt das Ventil ab 1,5 bar Druck.

Während die Filtereinheit unter Druck steht, hebt das am Boden des Glasfilters angesammelte Kondensat den Schwimmersensor (1), woraufhin die Druckluft durch das kleine Ventil am Schwimmer das Schließelement betätigt.

Infolge des Überdruckes im Glasfilter wird das Kondensat ausgeblasen.

Das Kondensat-Niveau sinkt wieder und das Ventil schließt.

Die automatischen Ablassventile können auch manuell betrieben werden. Dazu muss die Filtereinheit auf manuellen Ablass eingestellt werden (siehe Zeichnung). Daraufhin öffnet das Schließelement und das Kondensat wird aus dem Glasfilter entfernt. Das Kondensat wird über einen am Ablassventil angeschlossenen Kunststoffschlauch abgeführt.

manuell



automatisch

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten



Je nach Anforderungen an die Filterung stehen verschiedene Materialien der Filtereinheit und Feinheitsstufen der Filterelemente zur Auswahl.

Bei klassischen pneumatischen Anwendungen ist die **Filterfeinheit der Filtereinheiten zwischen 5 ... 50 µm**.

Bei klassischen pneumatischen Anwendungen empfehlen wir **die Druckluftfeinheitsklasse ISO 8573-1:2010 [7:4:4]**

- Konzentration der Feststoffpartikel: **5-10 mg/m³**
- Filterfeinheit: **20 ... 50 µm**

Bei klassischen pneumatischen Anwendungen mit etwas **höheren Anforderungen** empfehlen wir die Druckluftfeinheitsklasse **ISO 8573-1:2010 [6:4:4]**

- Konzentration der Feststoffpartikel: **Maximum 5 mg/m³**
- Filterfeinheit: **5 µm**

Aufgrund der Filterfeinheit unterscheiden wir **verschiedene Filtereinheiten**:

- **Klassische Filtereinheit**
 - Filterfeinheit: 5 µm, 20 µm, 50 µm
 - Material: gesintertes Polyethylen, Sinterbronze auf Anfrage
- **Vorfilter**
 - Filterfeinheit: 0,3 µm
 - Material: Zellulose-Azetat
- **Feinfilter**
 - Filterfeinheit: 0,01 µm
 - Material: Borsilikat mit Schaumstoffmantel
- **Aktivkohlefilter**
 - Material: Aktivkohle

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten

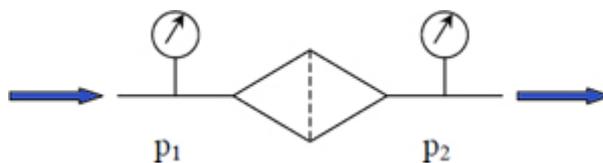


Klassische Filtereinheit (KFI)	Vorfiltereinheit (KPF)	Feinfiltereinheit (KCF)	Aktivkohlefilter Einheit (KAF)
Filterfeinheit: 5 µm	Filterfeinheit: 0,3 µm	Filterfeinheit: 0,01 µm	Filterfeinheit: keine Angabe
	Ölgehalt: 0,1 mg/m³	Ölgehalt: 0,01 mg/m³	Ölgehalt: 0,005 mg/m³
	2. Klasse (ISO 8573-1)	1. Klasse (ISO 8573-1)	0. Klasse (ISO 8573-1)



Lebensdauer der Filtereinsätze

Die Filtereinsätze müssen getauscht werden, sobald ein Großteil der Poren verstopft sind. Die Verstopfung kann durch eine Druckdifferenz vor und nach dem Filter festgestellt werden.



$$\Delta p = p_1 - p_2$$

Differenzdruckanzeige durch Manometer

Je verschmutzter die Filtereinlage, desto größer der messbare Druckunterschied zwischen Eingangs- und Ausgangsseite der Filtereinheit.

Funktion: Der Druckunterschied wird im Bereich von 0 ... 0,5 bar gemessen, woraus ersichtlich ist, wie stark der Filtereinsatz verstopft ist.

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten



Druckregelung durch Druckregler

Im Druckluftnetz beträgt der Betriebsdruck in der Regel zwischen 6...10 bar, wobei der Wert abhängig vom Luftverbrauch schwanken kann.

Um eine effiziente Verwendung der Druckluft zu erreichen, muss der Druck entsprechend dem Bedarf eingestellt werden. Dieser Wert ist vom optimalen Betriebsdruck der jeweiligen pneumatischen Anwendung abhängig und niedriger als der Netzdruck. Optimal ist es, wenn die Druckluft erst am Verwendungsort auf den optimalen Betriebsdruck reduziert wird.

Aufgabe des Druckregelventils ist es, den **Ausgangsdruck** (sekundär Druck) auf einem **gleichbleibenden Wert zu halten**, unabhängig vom Eingangsdruck (primär Druck) und auch bei Schwankungen im Luftverbrauch.

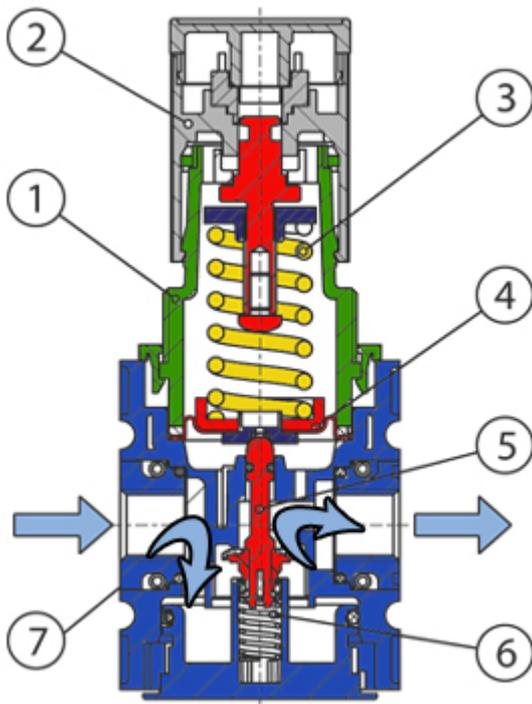
Wir unterscheiden zwischen Druckreglern mit und **ohne** Sekundärentlüftung.

Druckregler **mit Sekundärentlüftung können Überdruck auf der Ausgangsseite ablassen**. Dies kann vorkommen, wenn sich der Druck durch die Anwendung erhöht oder der Druck niedriger eingestellt wird.

Druckregler **ohne Sekundärentlüftung** haben diese Funktion nicht. Diese Regler werden häufig eingesetzt, wenn das Medium nicht in die Umgebung entweichen darf.

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten



Druckregler, mit sekundär Entlüftung
(ausgeglichene Ausführung)

1. Federraum Gehäuse
2. Drehknopf
3. Feder
4. Membrane
5. Ventilverschluss mit Ventilteller
6. Gegendruck Feder
7. Ventilgehäuse

Die Druckregelung erfolgt mittels Membrane (4)

Auf die untere Fläche der Membran wirkt der Ausgangsdruck (geregelter Druck). Dagegen wirkt die über den Drehknopf (2) einstellbare Federkraft (3).

Sinkt der Sekundärdruck unter den eingestellten Wert senkt sich die Membrane und die von der Federkraft betätigte Ventilstange (5) öffnet das Sitzventil.

Steigt der Ausgangsdruck (weniger Verbrauch) bewegt sich die Membrane gegen die Federkraft und das Sitzventil wird geschlossen.

Falls der Sekundärdruck den eingestellten Druck übersteigt, muss dieser, wenn Sekundärentlüftung vorgesehen ist, entlüftet werden. Durch eine nach oben gewölbte Membran wird der Ablasskanal geöffnet. Der Überdruck kann ausströmen.

Der Wert des Ausgangsdrucks kann durch ein Manometer angezeigt werde.



WICHTIG! Die Druckregelung in der Pneumatik ist eigentlich eine **Mengenregelung**. Die **Luftmenge im Bereich hinter dem Regler muss so groß sein, dass der eingestellte Überdruck erreicht wird**. Es muss sich ein Gleichgewicht zwischen Federkraft und Druckkraft einstellen.

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten



Ölung der Druckluft durch Ölereinheit

Weder Steuerelemente noch Aktoren eines pneumatischen Systems verfügen über eine separate Ölung. Um einen übermäßigen und vorzeitigen Verschleiß der Komponenten vorzubeugen, können / müssen die Teile mit einer entsprechenden Schmierung versehen werden.

Ein unnötig hoher Widerstand verursacht zusätzlichen Energieverbrauch und erhöht außerdem den Verschleiß.

Ziel der Hersteller ist es, dass die einzelnen Elemente keine separate Ölung benötigen. Dies kann mit speziellen Dichtsystemen, entsprechender Gestaltung der Reibflächen, Auswahl der Materialien, sowie **Lebensdauerschmierungen** erreicht werden.

Für die **Lebensdauerschmierung** werden spezielle Schmierstoffe verwendet, die dauerhaft im Antrieb / Ventil bleiben und somit eine langfristige Schmierung sicherstellen.

Die Lebensdauerschmierung bleibt jedoch nur bei entsprechend vorbereiteter Druckluft erhalten. Bei nicht entsprechend aufbereiteter Druckluft, kann der Schmierstoff durch die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit ausgewaschen werden.

Das gleiche gilt für Systeme, bei denen eine Nebelöl Schmierung eingesetzt wird. Die Nebelöl Schmierung wäscht die Lebensdauerschmierung aus dem Ventil. Sobald die Nebelöl Schmierung ausgesetzt wird, läuft der Antrieb / das Ventil trocken.

Ewige Frage: "Nebelölschmiereinheit verwenden oder nicht?"

Antwort: Es hängt immer von der Verwendung ab!

In der Lebensmittelindustrie ist die Nebelölschmierung im Normalfall nicht zugelassen.

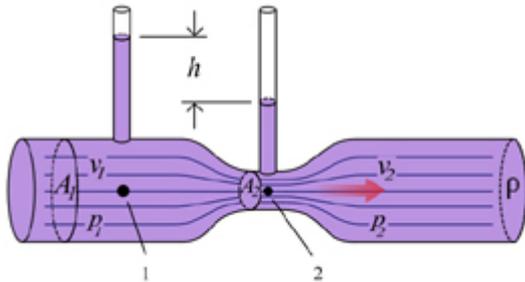
Unter Schwerindustrie-Bedingungen, wo Zylinder großen Belastungen und hohen Temperaturen ausgesetzt sind, ist auch die Reibung intensiver. Hier ist eine Nebelölung ratsam.

Diese Form der Schmierung ist auch deshalb vorteilhaft, da mit der Druckluft ÖL an jeder Stelle im inneren der pneumatischen Einheiten gelangt.

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten

Die bei den pneumatischen Wartungseinheiten verwendeten Öler-Einheiten funktioniert nach dem **Venturi Prinzip**.

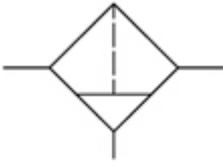
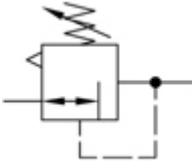
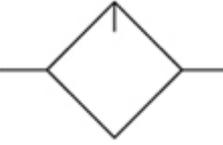


Druckdifferenz (Druckverlust), welcher dadurch entsteht, dass man die Luft durch eine Engstelle leitet, setzt den Ölstrom in Bewegung.

Die Druckdifferenz saugt Öl aus dem Behälter und zerstäubt es in die durchströmende Luft.

Die Druckluft strömt von der Eingangsseite in Richtung Ausgang. Die innere Gestaltung des Gehäuses verursacht aufgrund der **Querschnittsreduzierung und späteren Erhöhung** einen **Druckverlust**. Im Kanal und im Tropfraum entsteht dadurch ein Vakuum. Das **entstandene Vakuum saugt durch das Verbindungsrohr Öl** vom Behälter an und leitet dieses zerstäubt in die durchströmende Luft.

Luftvorbereitungseinheiten - Darstellung mit Symbolen

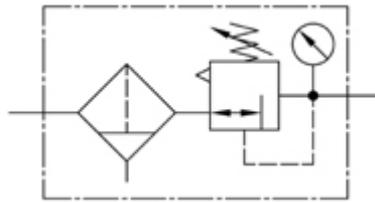
Luftfilter Einheit		
Druckregler Einheit		
Öler-Einheit		

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten



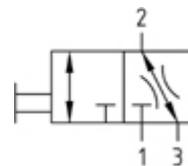
Filter-Druckregler Einheit mit Manometer



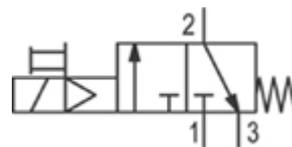
Komplette Luftaufbereitungs-Einheit
(Filter, Regler, Öler)



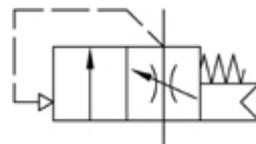
3/2-Wege handbetätigtes
Haupteinschaltventil



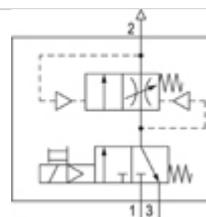
3/2-Wege elektrisch betätigtes
Haupteinschaltventil



Druckaufbauventil



Elektrisch betätigtes Druckaufbauventil



WICHTIG ! Es ist nicht ausreichend, wenn im Druckluftnetzsystem nach dem Kompressor ein Systemfilter und ein zentraler Druckregler eingebaut ist.

Die diversen Maschinen, Einrichtungen, Antriebe benötigen Druckluft mit verschiedenen Parametern (*Druck, Filterfeinheit, Ölungsgad*).

Kapitel 10:

Luftaufbereitungseinheiten



Die Luftaufbereitung wird von lokalen modularen **Luftaufbereitungseinheiten** durchgeführt. Somit wird eine zuverlässige Funktion der eingebauten Ventile, Zylinder etc. gewährleistet.

Je nach Ansprüchen bieten wir verschiedene Serien an.



Futura



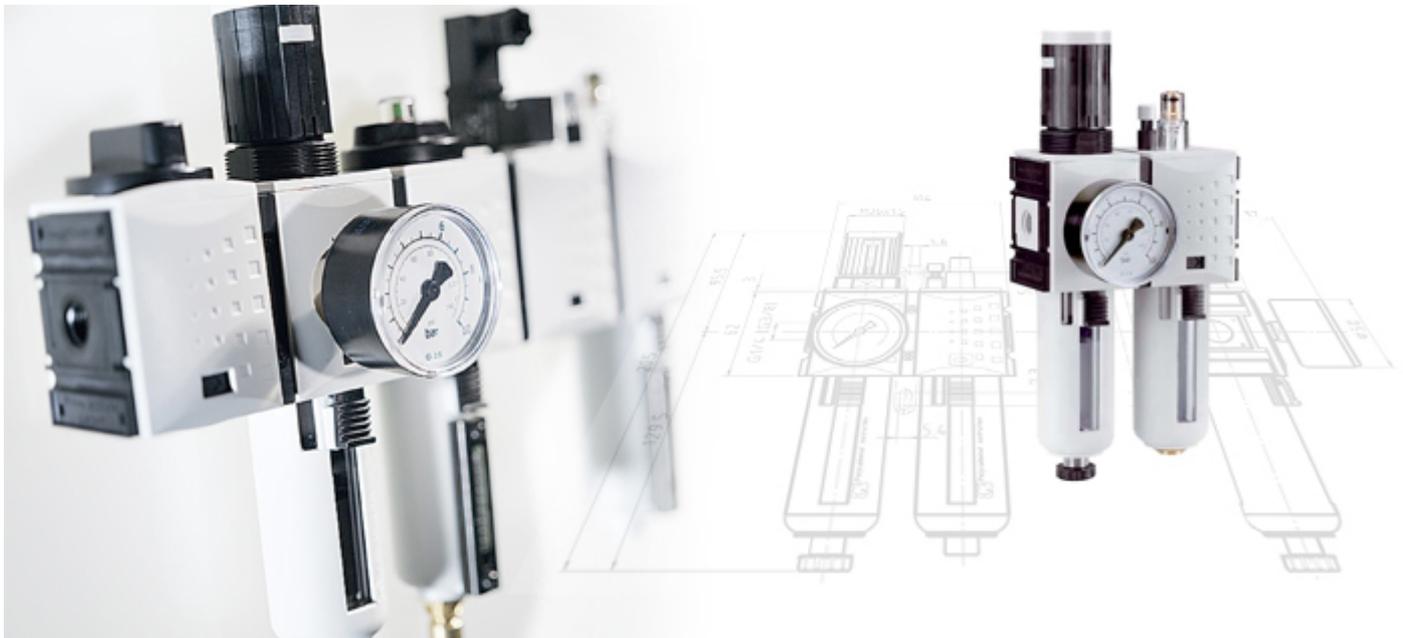
MultiFix



Standard



Classic



Kapitel 11:

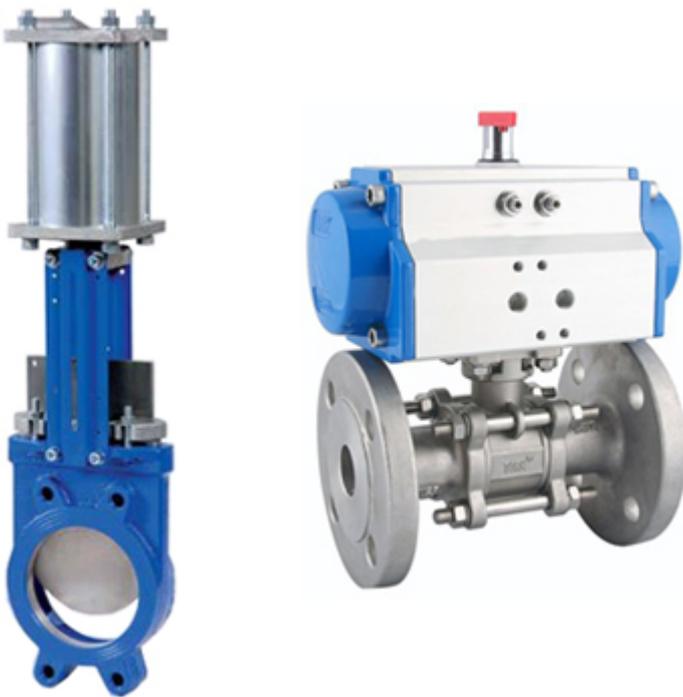
Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

Alle Inhalte dieser Präsentation, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Bitte fragen Sie uns, falls Sie die Inhalte dieser Präsentation verwenden möchten. Nutzung auch in Teilen nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Hafner-Pneumatik Krämer KG.

Steuerventile mit NAMUR-Schnittstelle zur Steuerung von Prozessventilen

1. Pneumatische Betätigung von Prozessventilen

Prozessventile können grundsätzlich manuell, elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch angetrieben werden. Bei automatisierten Prozessventilen werden **häufig pneumatische Antriebe** in Form von **Linearantrieben** (Pneumatikzylindern) oder **Drehantrieben** (Drehzylindern) eingesetzt.



Egal ob mit Linear- oder Drehantrieb, die pneumatische Steuerung von Prozessventilen erfreut sich großer Beliebtheit.

Die pneumatisch betriebenen Antriebe haben zahlreiche Vorteile gegenüber den Elektroantrieben wie:

- Hohes Drehmoment
- geringer Wartungsaufwand
- wenig Ersatzteile
- hohe Anzahl an Schaltzyklen
- Be- / Überlastbarkeit
- Auch in explosionsgefährdeter Umgebung einsetzbar
- kostengünstig

Prozessventile haben einen sehr breiten Anwendungsbereich. Hierauf gehen wir nicht näher ein.

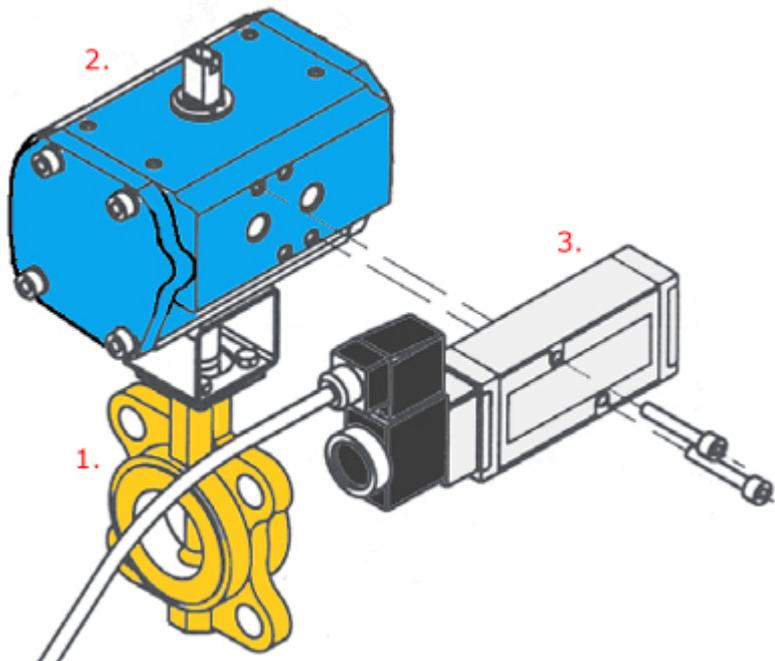
In diesem Kapitel beschreiben wir ausschließlich die pneumatisch betriebenen **Drehantriebe** und die dafür vorgesehenen Steuerventile (**NAMUR-Ventile**).



Kapitel 11:

Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

Eine pneumatisch angetriebene Armatur gliedern wir in drei Teile:



1. Prozessventil

Teil des Rohrleitungssystems.
Beispielsweise Kugelhahn oder Klappenventil.

2. Pneumatischer Drehantrieb

Öffnet und schließt das Ventil.

3. Steuerventil (NAMUR-Ventil)

Wegeventil, steuert den Drehantrieb.

Weitere wichtige Elemente können sein:

- **Endschalterbox** zur Überwachung der Schaltstellung,
- **Handnotgetriebe** zum Öffnen und Schließen per Handrad,
- **Stellungsregler**, welcher die Endschalterbox ersetzt und meistens das Steuerventil beinhaltet.

2. Pneumatisch angetriebene Drehantriebe

Der Aufbau, die Ausführung und die Bemaßung der pneumatisch betriebenen Drehantriebe sind je nach Hersteller unterschiedlich.

Häufig arbeiten Drehantriebe nach dem so genannten **Zahnstangen-Ritzel** Prinzip. Dadurch wird die Linearbewegung der Kolben in eine Drehbewegung umgewandelt. Ein weiteres gängiges Antriebsprinzip ist der Kurbelgelenkantrieb auch **Scotch-Yoke-Antrieb** genannt. Dieser bietet einen besseren, nicht linearen Kraftverlauf, ist aber konstruktionsbedingt etwas teurer. Häufig werden Kurbelgelenkantriebe für tendenziell größere Antriebe zur Erzeugung größerer Drehmomente eingesetzt.

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

Der Zahnstangen-Ritzel Antrieb:



Die beiden Zahnstangen sind jeweils mit einem Kolben verbunden. Die Kolben werden mit Druckluft bewegt.

Die Zahnstangen wirken dabei auf ein Ritzel, welches über eine Welle das Prozessventil öffnet oder schließt.

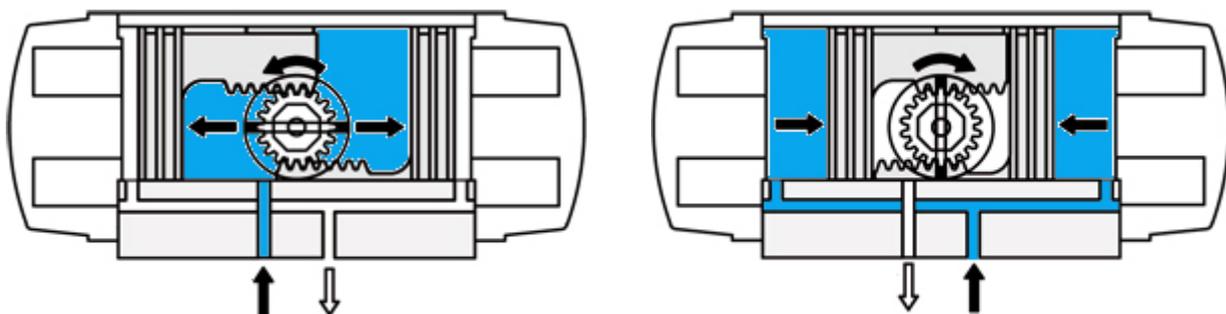
Durch Bewegung der Zahnstangen dreht sich das Zahnrad / Ritzel.



Drehantriebe gibt es analog zum **Linearzylinder** auch in zwei Grundausführungen:

- **doppeltwirkender Antrieb**
- **einfachwirkender Antrieb** (Federrückstellung)

Bei den **doppeltwirkenden Drehantrieben** wird, abhängig davon in welcher Richtung die Welle gedreht werden soll, Druckluft an die innere oder äußere Fläche der Kolben geleitet. Die Steuerung kann dabei über ein 5/2- oder 5/3- Wegeventil erfolgen.

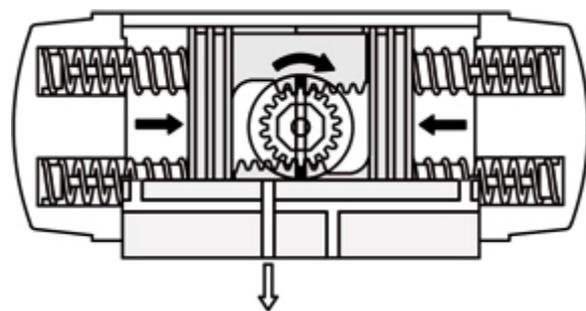
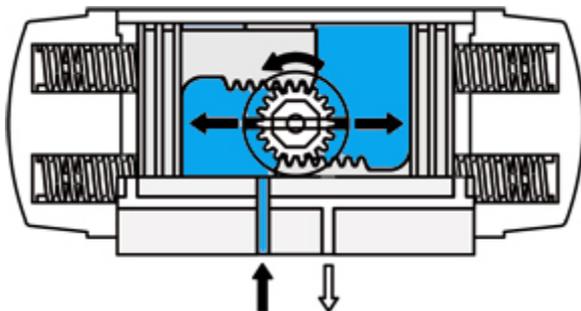
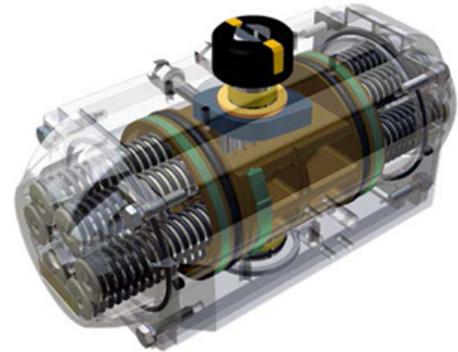


Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

Bei **einfachwirkenden Antrieben** wird die **Rückstellung in Grundposition** über eine **mechanische Feder** gelöst.

Bei dieser Ausführung sind die mechanischen Federn in den beiden gegenüberliegenden Kammern, dem sogenannten „**Federraum**“, montiert.

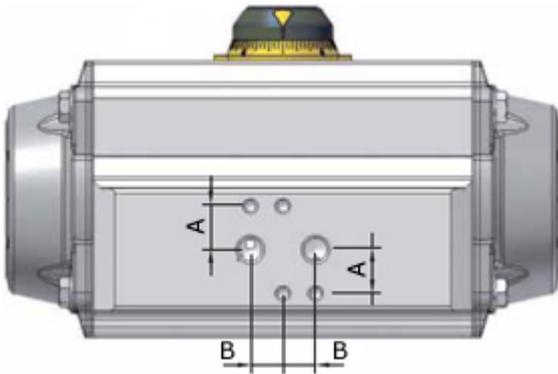
Bei Entlüftung der Antriebsseite sorgen die Federn dafür, dass die Kolben in die Grundstellung fahren. Dadurch schließt auch die Antriebswelle.



Drehantriebe besitzen **zwei wichtige Norm-Anschlussflächen**:

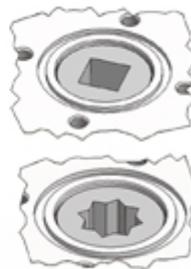
- Anschlussfläche zum **Steuerventil** | VDI/VDE 3845 (NAMUR)
- Anschlussfläche zum Prozessventil | ISO 5211 | DIN 3337

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle



VDI/VDE 3845 (NAMUR)

Die NAMUR-Norm bestimmt die Schnittstelle, auf der die Steuerventile direkt an den Drehantrieb montiert werden können.



ISO 5211 | DIN 3337

Diese Norm bestimmt die Schnittstelle zum Prozessventil.

3. NAMUR-Ventile

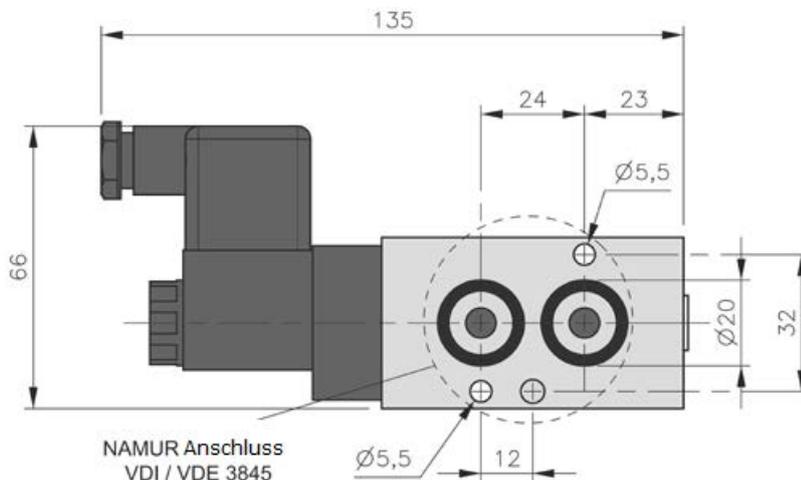
NAMUR-Ventile sind Steuerventile, **die eine genormte** (nach VDI/VDE 3845), sogenannte **NAMUR-Schnittstelle**, besitzen.

NAMUR-Ventile unterscheiden sich von den konventionellen Steuerventilen (Muffenventilen) dadurch, dass die **Arbeitsanschlüsse an der Flachseite** des Ventils angebracht sind. Dort befinden sich auch die Befestigungsbohrungen zur Montage am Antrieb.

Die nachfolgende Abbildung zeigt ein 5/2-Wege NAMUR-Magnetventil. Die normierten Anschlussmaße der 1/4" NAMUR-Schnittstelle sind ebenfalls angegeben.

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

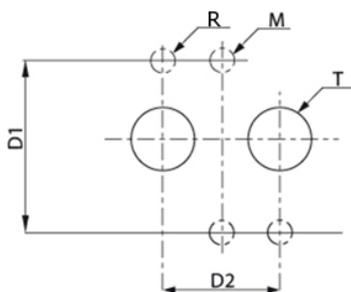
Typenbezeichnung: **MNH 510 701**



Neben der 1/4" Schnittstelle gibt es auch noch eine 1/2" Schnittstelle:

- 1/4"- Anschluss NAMUR-Ventil | Bezeichnung : [NAMUR 1/4"] auch NAMUR 1
- 1/2"-Anschluss NAMUR-Ventil | Bezeichnung : [NAMUR 1/2"] auch NAMUR 2

Maße NAMUR-Anschlussflächen



	T	D1	D2	M
NAMUR G1/4"	G 1/8" / G 1/4"	32	24	M 5
NAMUR G1/2"	G 3/8" / G 1/2"	45	40	M 6

M-Bohrung: Zur Montage des Positionierstifts (Gewindestift) am Antrieb. Dieser passt in die Sacklochbohrung im Ventil und definiert somit die Wirkrichtung des Ventils.

R-Bohrung: Zur Befestigung des Ventils am Antrieb.

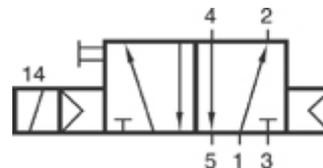
Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle



Auf dem linken Bild ist ein elektrisch gesteuertes **5/2-Wege** NAMUR-Ventil abgebildet, Typ MNH 510 701. Dieses dient zur Steuerung eines **doppeltwirkenden Drehantriebs**.

Die Arbeitsanschlüsse **2** und **4** sind an der Flachseite des Ventils. Die Dichtung zwischen Steuerventil und Antrieb erfolgt über im Ventil eingelegte O-Ringe.

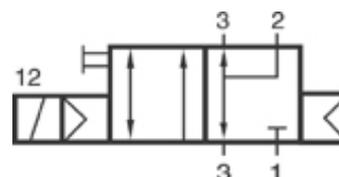
Anschluss **1** = **Versorgungsluft** sowie **3 und 5** = **Abluftanschlüsse** sind an der Stirnseite des Ventils. Diese Anschlüsse haben ein Gewinde.



Auf dem linken Bild ist ein elektrisch gesteuertes **3/2-Wege** NAMUR-Ventil abgebildet, Typ MNH 310 701. Dieses dient zur Steuerung eines **einfachwirkenden Drehantriebs**.

Arbeitsanschluss 2 und ein **Entlüftungsanschluss 3** sind an der Flachseite des Ventils.

Anschluss **1** = **Versorgungsluft** sowie **3** = **Abluftanschluss** sind an der Stirnseiten des Ventils. Diese Anschlüsse haben ein Gewinde.



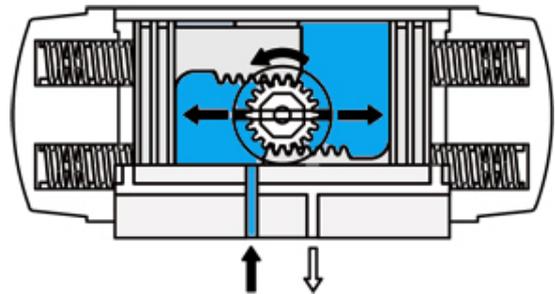
Kapitel 11:

Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

Ein konventionelles 3/2-Wege Muffenventil besitzt 3 Anschlüsse, auf dem Foto hat das 3/2-Wege NAMUR-Ventil aber 4 Anschlüsse. Weshalb ist das so?

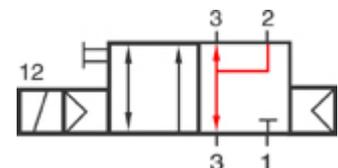
Einfachwirkenden Drehantriebe haben zwei pneumatische Anschlüsse. Einfachwirkende Linearzylinder hingegen besitzen nur einen gewindeten Anschluss.

Bei Drehantrieben **versorgt einer der beiden Anschlüsse die Antriebseite des Antriebs mit Druckluft**. Der andere Anschluss führt zum **Federraum**. Dieser wird durch den Anschluss 3 des NAMUR-Ventils be- und entlüftet.



Zielsetzung ist die sogenannte **Federraumbelüftung**. Mit der Federraumbelüftung soll vermieden werden, dass bei der Betätigung des Zylinders Umgebungsatmosphäre in den Antrieb gesaugt wird. Dadurch wird der Antrieb vor Verschmutzung und Korrosion bewahrt. Für die Federraumbelüftung soll ausschließlich saubere Prozessluft verwendet werden.

Wenn die Betätigungsseite des Drehantriebs entlüftet wird (*3/2-Wegeventil n.c. in Grundstellung*), **gelangt ein Teil der ausströmenden Prozessluft in den Federraum des Drehantriebs**. Die überflüssige Luft wird durch den Entlüftungsanschluss des Ventils abgeblasen (*im Symbol rot markiert*).



Kapitel 11:

Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle



4. HAFNER Ventile mit NAMUR-Schnittstelle

Hafner Pneumatik bietet ein außergewöhnlich breites Programm an **Ventilen** und **Zubehör** mit **NAMUR-Schnittstelle** an:

- Magnetventile | 3/2-, 5/2- und 5/3-Wege
- pneumatisch gesteuerte Ventile | 3/2-, 5/2- und 5/3-Wege
- Handhebelventile | 3/2-, 5/2- und 5/3-Wege
- Alle Betätigungsarten in NAMUR 1 und NAMUR 2
- Drosselplatten
- Schnellentlüfter- und Umluftblöcke
- Verschiedene manuell, pneumatisch oder elektrisch betätigte Sicherheitsventile
- Platten und Zubehörteile

Zusätzlich zu den Standard Katalogkomponenten, bieten wir eine breite Auswahl an Geräten für individuelle Ansprüche:

- **NAMUR Flex** | 5/2-Wegeventil, mit Flex-Pack 3/2-Wege mit Federraumbelüftung
- **Rostfreie** Ausführung | 1.4404 Edelstahl (316L)
- **Kältebeständige** Ausführung | -50°C ... +50°C
- **BSP** oder **NPT** Gewindeanschlüsse
- **ATEX** zertifizierte Geräte für explosionsgefährdete Umgebung
- Auswahl verschiedener Materialien | **buntmetallfreie** Ausführung
- **Luftfeder**-, und **Kombi-Feder** Ausführung
- Geräte bei denen die Anschlüsse **2 und 4 getauscht** sind
- unterschiedliche **Handhilfsbetätigungen**

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

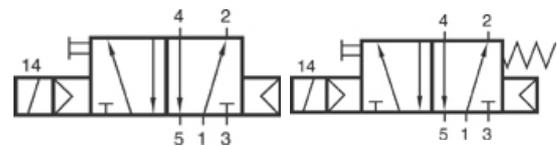
Kennwerte des Hafner Standard 5/2-Wege

NAMUR-Ventils Typ MNH 510 701:

- Nennweite : **DN 7 mm**
- Nenndurchfluss: **1250 l/min**
- Betriebsdruck : **2 ... 10 bar**
- Leistungsaufnahme: **3 W / 5 VA** (bei MA 22 Magnetspulen)
- Pneumatischer Anschluss: **G 1/4"**
- NAMUR-Anschluss: **1/4" (NAMUR 1)**



MNH 511 701: kombinierte Federrückstellung, verfügt über eine Luft- und mechanische Feder.



MNH 510 701

MNH 511 701

Baugrößen von HAFNER NAMUR-Ventilen:

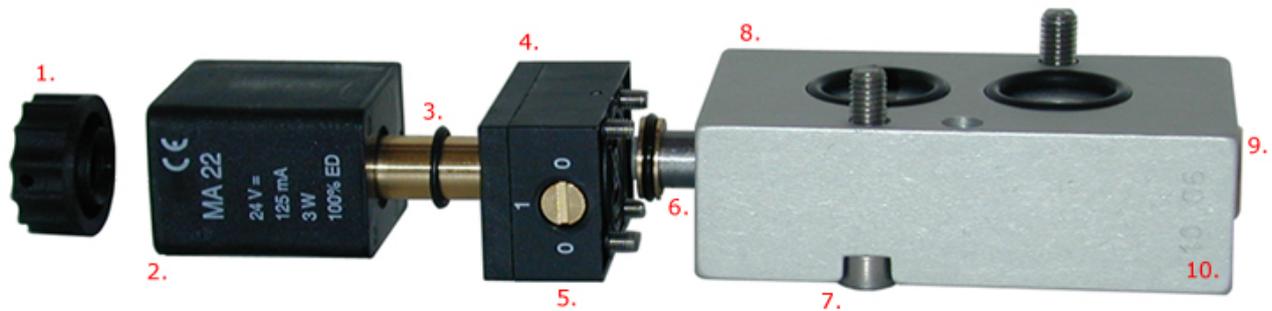
- **701** Serie | Durchfluss: **1250 l/min** | pneumatischer Anschluss: **G 1/4"** | Anschlussfläche: **NAMUR 1/4"**
- **101** Serie | Durchfluss: **2250 l/min** | pneumatischer Anschluss: **G 3/8"** | Anschlussfläche: **NAMUR 1/4"** → Ausführung „maximaler Durchfluss“
- **121** Serie | Durchfluss: **3000 l/min** | pneumatischer Anschluss: **G 1/2"** | Anschlussfläche: **NAMUR 1/2"**

Normgerecht enthält der Katalog die Nenndurchflusswerte in l/min.

Nenndurchfluss: bei $p_1=6$ bar Eingangsdruck, $\Delta p=1$ bar, Strömungswert der Druckluft (l/min).

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

Neben einem hohen Durchfluss von 1.250 l/min und einem sehr kompakten Design, bietet die Hafner NAMUR-Serie 701 zahlreiche weitere Vorteile:



1. Befestigungsmutter für die Spule, schützt das Magnetsystem gegen Feuchtigkeit und Verschmutzung.
2. Vollummantelte Magnetspule, 360° drehbar. Auf Wunsch auch in ATEX-Ausführung lieferbar.
3. Ankerrohr aus Messing.
4. Kunststoff (PA) Deckel.
5. Handhilfsbetätigung aus Messing. . Andere Betätigungsarten und Materialien lieferbar.
6. Kolbenschieber aus rostfreiem Stahl, weitere Innenteile: Messing, POM, NBR, FKM.
7. Rostfreie Befestigungsschrauben.
8. Ventilkörper aus eloxiertem Aluminium.
9. Deckelbuchse aus Messing.
10. Einzigartiges HAFNER Dichtsystem mit dem schwimmenden O-Ring.

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

4. Auswahl an Zubehörprodukten

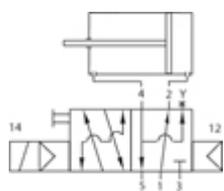
MNH 350 701 : NAMUR-Flex Ventil

Das **MNH 350 701** ist ein elektrisch gesteuertes monostabiles 5/2-Wegeventil mit Luftfeder. Es wird ohne Flex-Platte zur Steuerung von doppelwirkenden Drehantrieben verwendet.

(Funktion ist gleich wie bei dem Ventil MNH 510 701.)

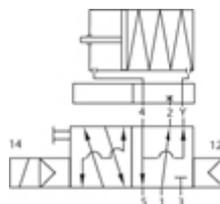
Durch Hinzufügen der **Flex-Platte Typ FP 701** wird das Ventil ein 3/2-Wegeventil mit Federraumbelüftung und kann somit auf einfachwirkenden Drehantrieben verwendet werden.

Das **MNH 351 701** verfügt über eine kombinierte Luft- /mechanische Federrückstellung.



MNH 350 701

Funktionsweise 5/2-Wegeventil



MNH 350 701 + Flex Platte

Funktionsweise 3/2-Wegeventil

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

DRN...: NAMUR-Drosselplatten

Die Hafner Drosselplatten bieten eine sehr präzise Regelung der Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit von Drehantrieben. Die Regelung ist dabei mit 5- und 3-Wege Steuerventilen möglich.

Bei einfachwirkenden Drehantrieben ist die Drosselplatte zudem die einzige Lösung, um die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit **unabhängig** voneinander zu regeln.

Die Drosselplatten gibt es generell mit 2 Einstellmöglichkeiten.

1. DRN_601: mit Handbetätigung über Rändelschraube
2. DRN_611: einzustellen mit Schraubendreher

Die Drosselplatten sind mit der 1/4" sowie der 1/2" NAMUR-Schnittstelle verfügbar.

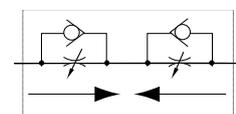
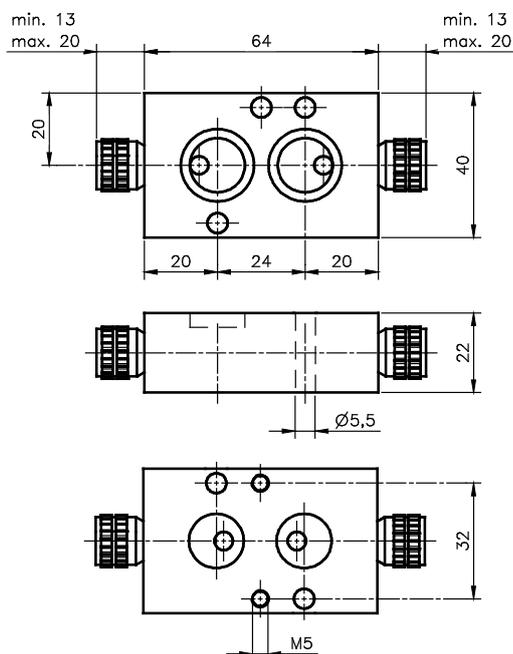
Montage zwischen NAMUR-Steuventil und Antrieb oder mit GPN-1/4 Gewindeplatte für Direktverschlauchung.



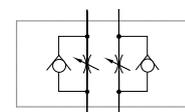
DRN 601



DRN 611



DRN 3 ... für
einfachwirkende Antriebe



DRN 5 ... für
doppeltwirkende Antriebe

Kapitel 11: Ventile und Antriebe mit der NAMUR-Schnittstelle

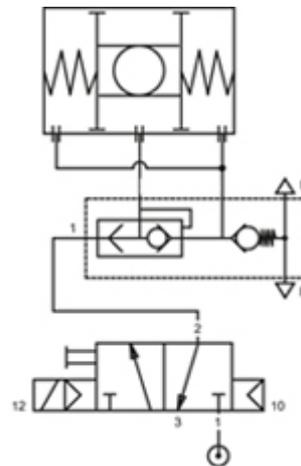
UB 701: NAMUR-Umluftblock

Der Umluftblock stellt die Federraumbelüftung bei einfachwirkenden Drehantrieben sicher, wenn diese über extern installierte 3/2-Wege Ventile gesteuert werden. Bspw. aus einem Schaltschrank.



Das eingebaute Rückschlagventil verhindert zuverlässig, dass keinerlei Umgebungsatmosphäre in den Drehantrieb gelangt.

Mit NAMUR-Schnittstelle zur Montage am Antrieb, G1/4"-Anschluss zur Versorgung mit Druckluft und 2 Stück G1/4" Entlüftungsbohrungen.



Weitere Informationen zu den NAMUR-Ventilen und dem Zubehör finden Sie auch in unserem Katalog „**Competence in Valve Automation**“.

