

Kapitel 8:

Der Pneumatikzylinder – Teil 2



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.

Im vorherigen 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

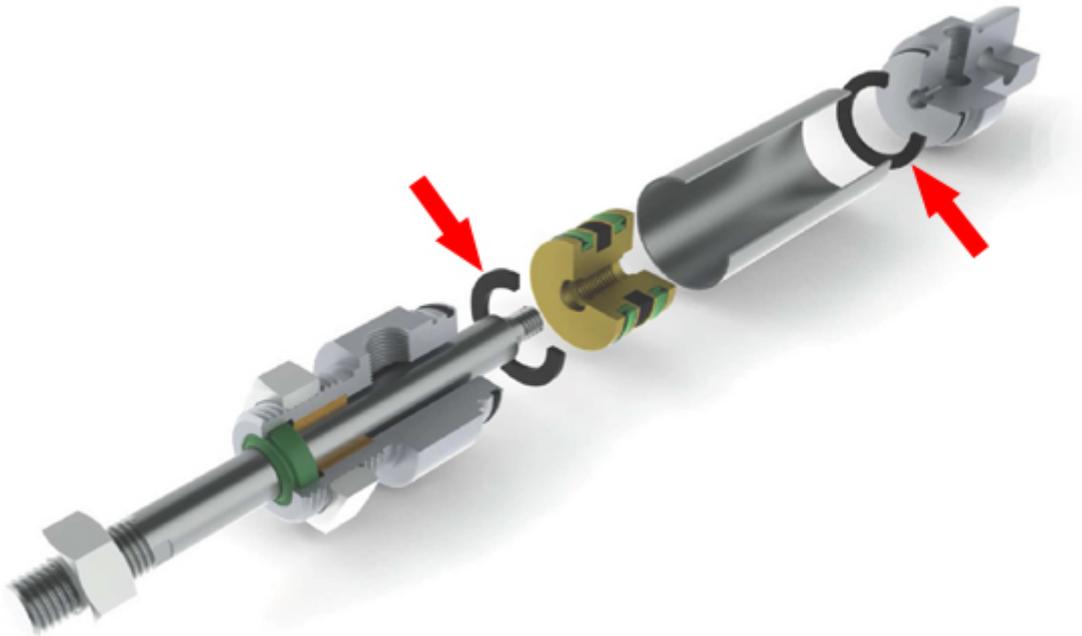
Die flexible Endlagendämpfung

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

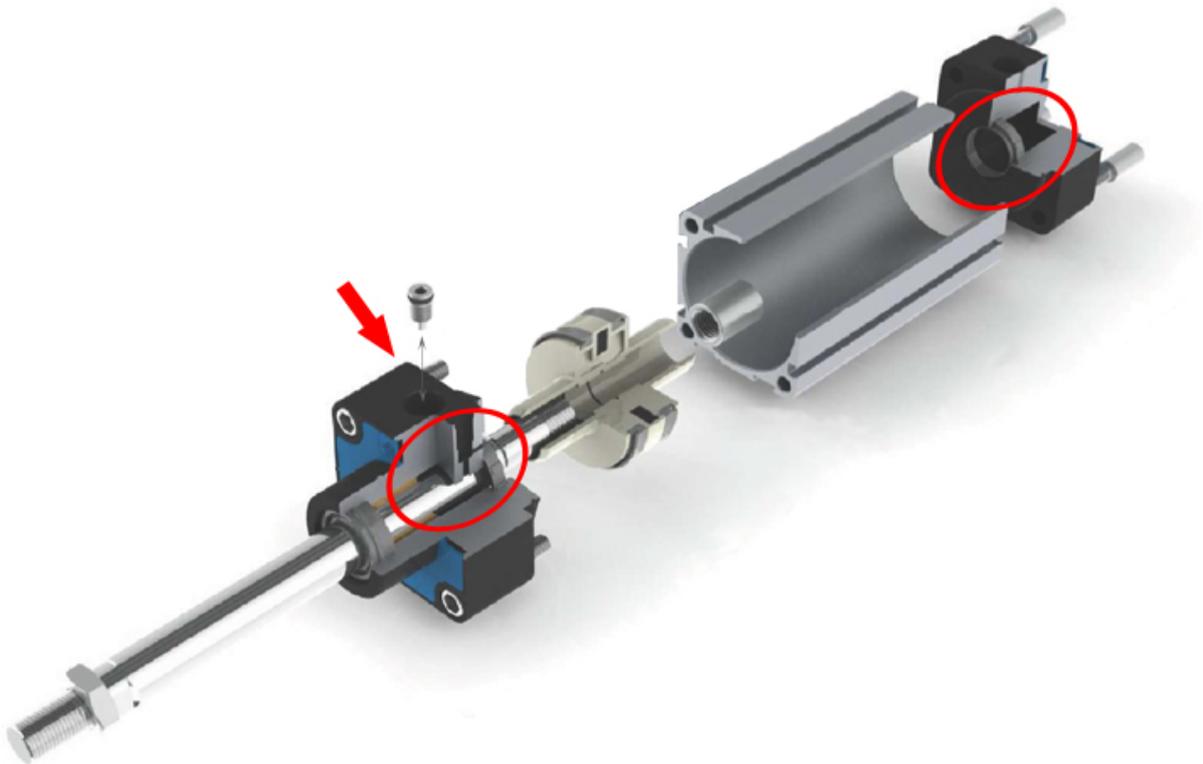
Die **einstellbare pneumatische Endlagendämpfung** wird bei größeren Geschwindigkeiten und Kräften verwendet.

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.

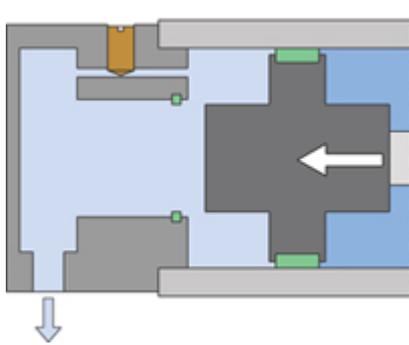


Abbildung 1

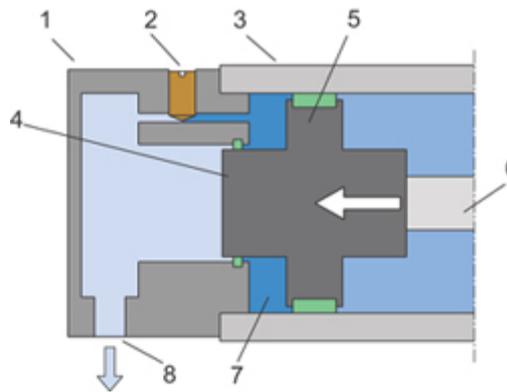


Abbildung 2

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 Signalbearbeitung weiter.

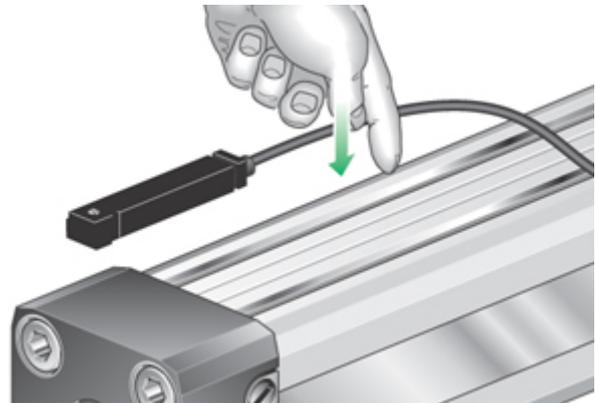
Zur Positionserkennung des Antriebskolbens in einem pneumatischen Zylinder werden **Positionssensoren**, die nach dem **magnetischen Prinzip** arbeiten, verwendet.

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...



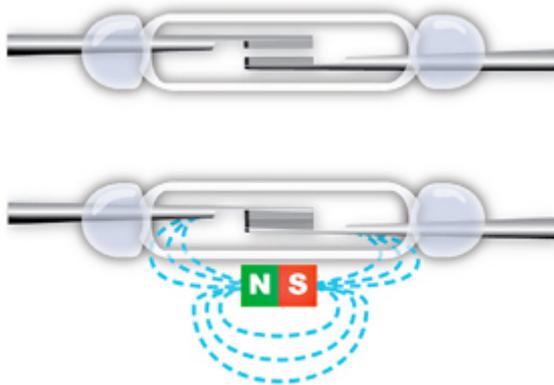
...im Profilrohr montiert

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.



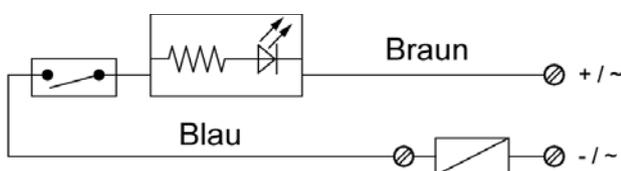
Infolge der Wirkung des Magnetfeldes, erzeugt vom Dauermagnet im Antriebskolben, werden die Schaltungen magnetisiert und bewegen sich zueinander.

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

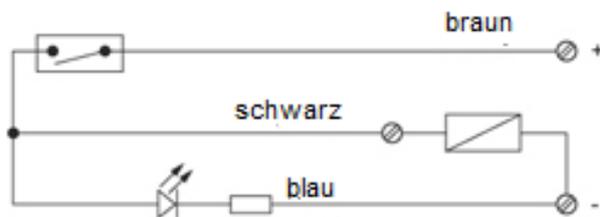
Induktiver Näherungsschalter, PNP Schalter

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

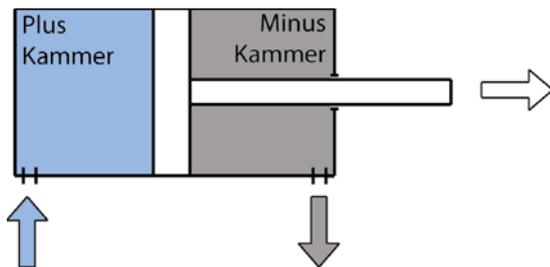


Vorteile eines induktiven PNP Näherungsschalters gegenüber einem REED Schalter:

- 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.

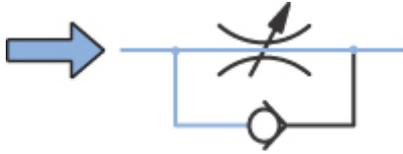
Wichtig: Zur Einstellung der Zylindergeschwindigkeit wird **immer die vom Zylinderraum ausströmende Luft gedrosselt, nicht die einströmende.**

Zur Geschwindigkeitsregulierung sind **verschiedene Funktionsverschraubungen geeignet:**

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

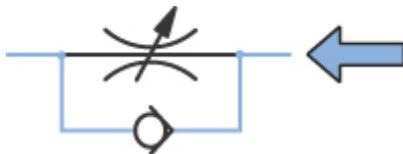
Das Drossel-Rückschlagventil

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:

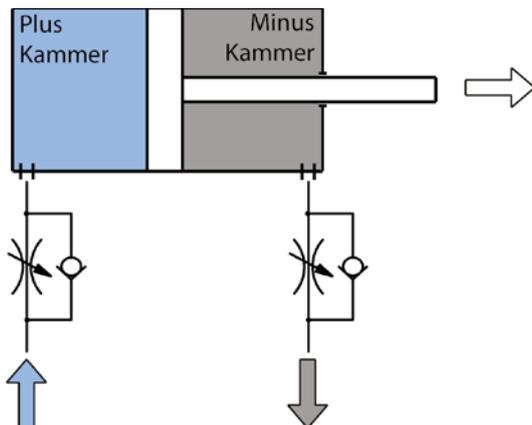
Hier erfolgt die Luftströmung **durch ein Drosselventil**, da das Rückschlagventil die freie Strömung verhindert. In diese Richtung kann der Durchfluss reguliert werden.



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.

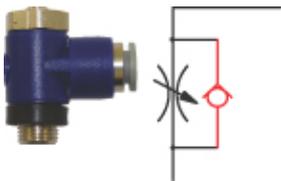
Die Geschwindigkeit der negativen Bewegung kann wiederum am Drossel-Rückschlagventil der Plus Kammer eingestellt werden.

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

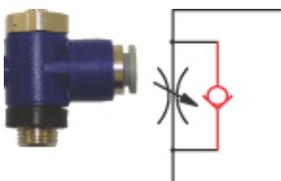
Eine mögliche Ausführung sind **Funktionsverschraubungen**, die entweder in den Zylinder oder das Wegeventil eingeschraubt werden:

- **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.

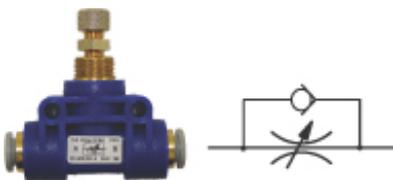
Bei manuell einstellbaren Drosseln kann die Geschwindigkeitsregulierung entweder über Schraubenzieher oder eine Rändelschraube erfolgen.



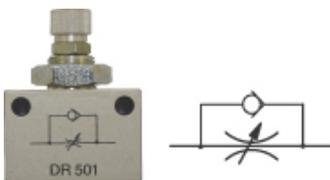
Winkelverschraubung Drossel-Rückschlagventil zur Montage im Zylinder



Winkelverschraubung Drossel-Rückschlagventil zur Montage im Wegeventil



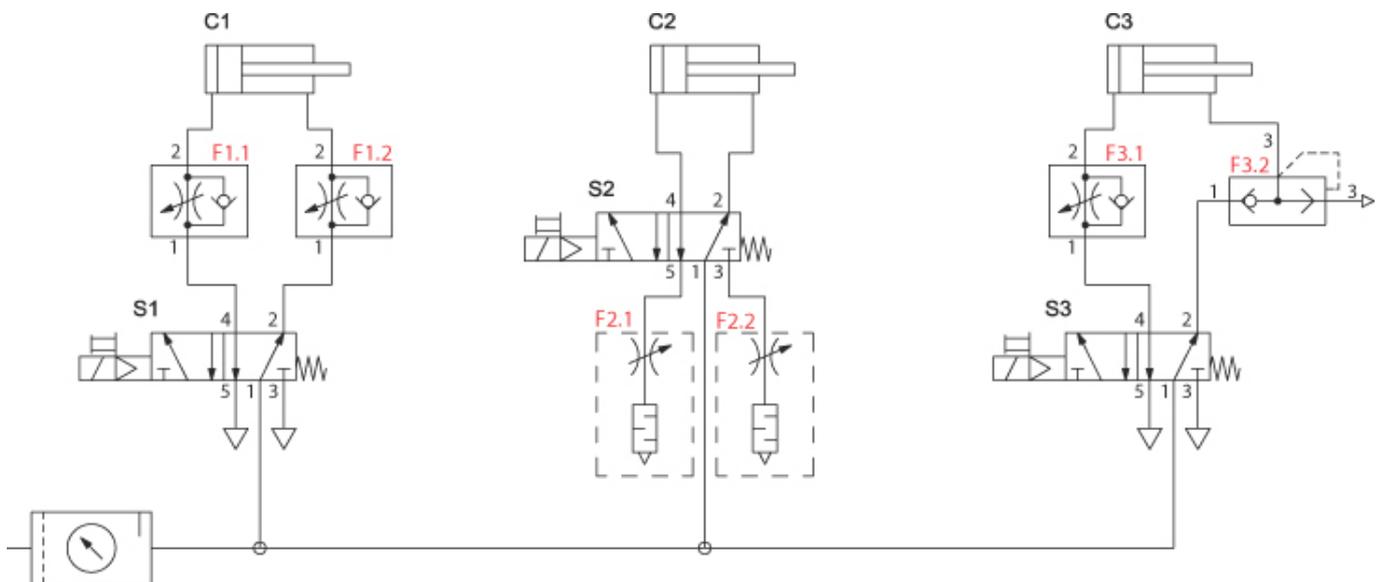
Drossel-Rückschlagventil mit Steckanschluss



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



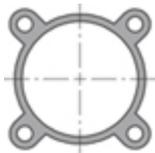
Der HAFNER ISO 15552 Zylinder

- 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.

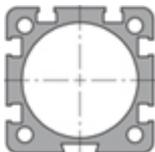
Die ISO 15552 Zylinder heißen bei HAFNER **DIL** und **DIP** (bzw. **DBL** und **DBP** = Ausführung mit durchgehender Kolbenstange)



DIL Zylinder

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

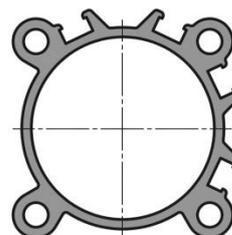
Die Montage des Positionssensors erfolgt an den Profilschultern mit Fixierelementen.



DIP Zylinder

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

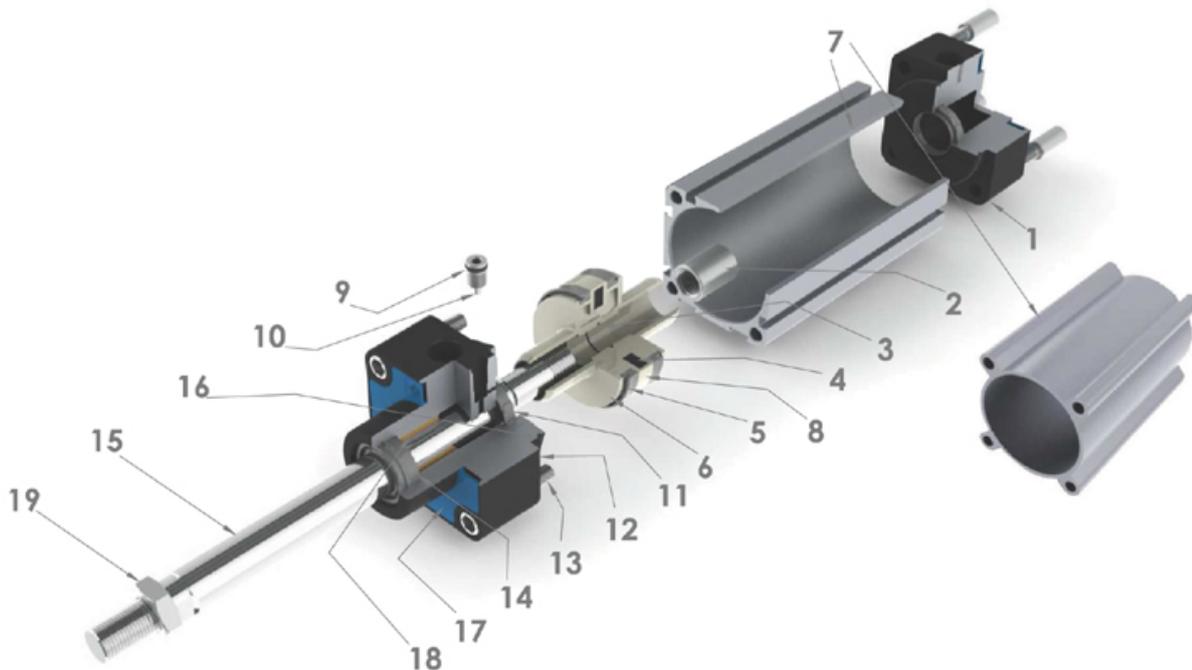
Seit 2016 hat HAFNER eine neue Profilzylinderserie im Programm. Die Zylinder der "**H-Serie**" bestehen durch ein modernes Design und eine attraktive Preisgestaltung.



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 |

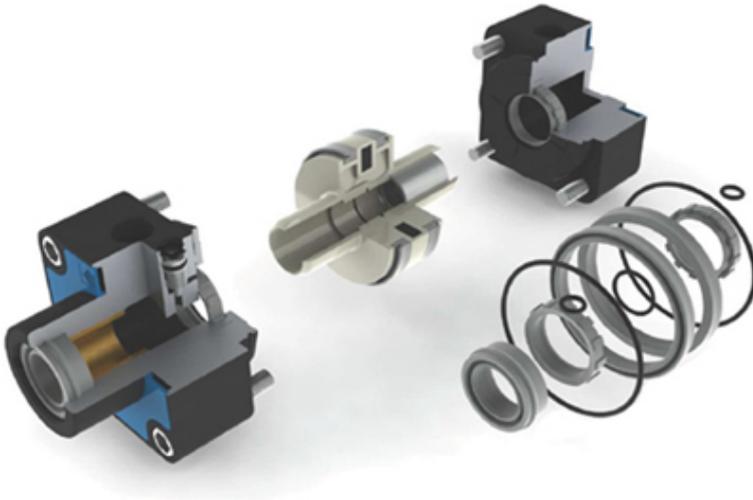
Kapitel 8:

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.

