

# Kapitel 4:

## Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen



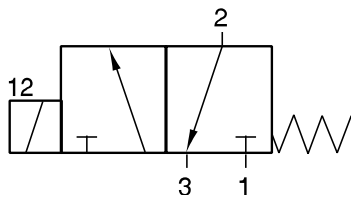
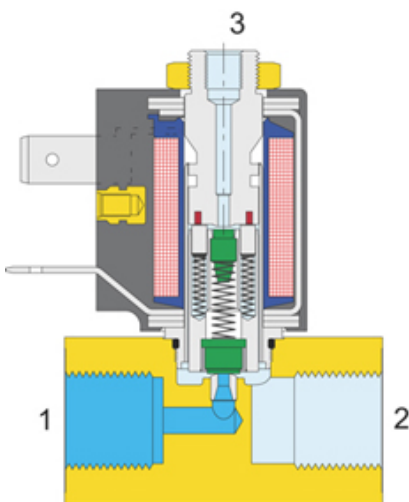
Alle Inhalte dieser Präsentation, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt (Copyright). Bitte fragen Sie uns, falls Sie die Inhalte dieser Präsentation verwenden möchten. Nutzung auch in Teilen nur mit ausdrücklicher Zustimmung der Hafner-Pneumatik Krämer KG.

### 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.

## Kapitel 4:

# Aufbau und Wirkungsweise von Wegeventilen



### 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.

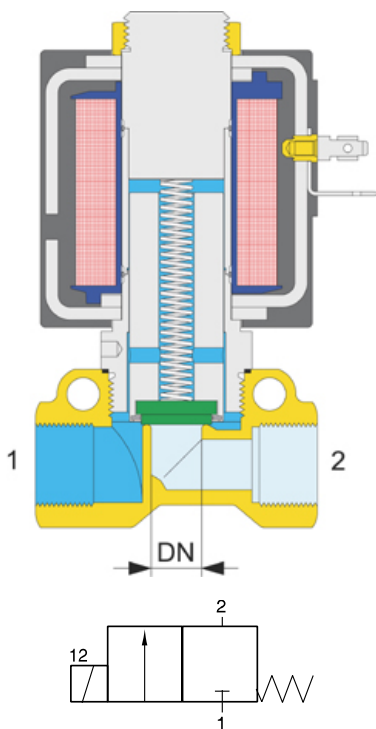
Wenn die Steuerspannung abfällt, schaltet das Ventil in seine Grundstellung zurück (1 geschlossen, offen von 2 nach 3).

**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.

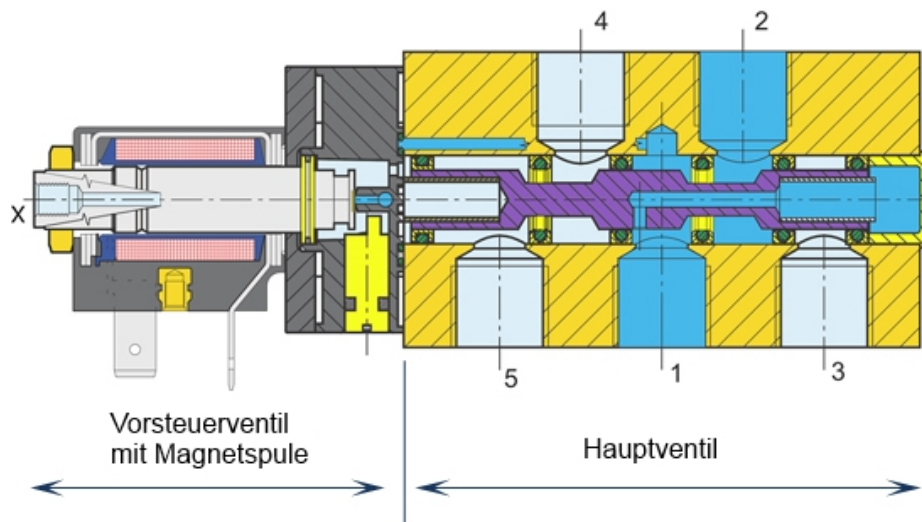
Der Druckanschluss ist nicht unter dem Sitz angelegt, sondern unterstützt die mechanische Feder dabei, den Anker nach unten zu drücken. Aus diesem Grund ist die Verwendung einer schwächeren Feder möglich. Um gegen den anliegenden Druck und die Federkraft öffnen zu können, wird eine erhebliche Magnetkraft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

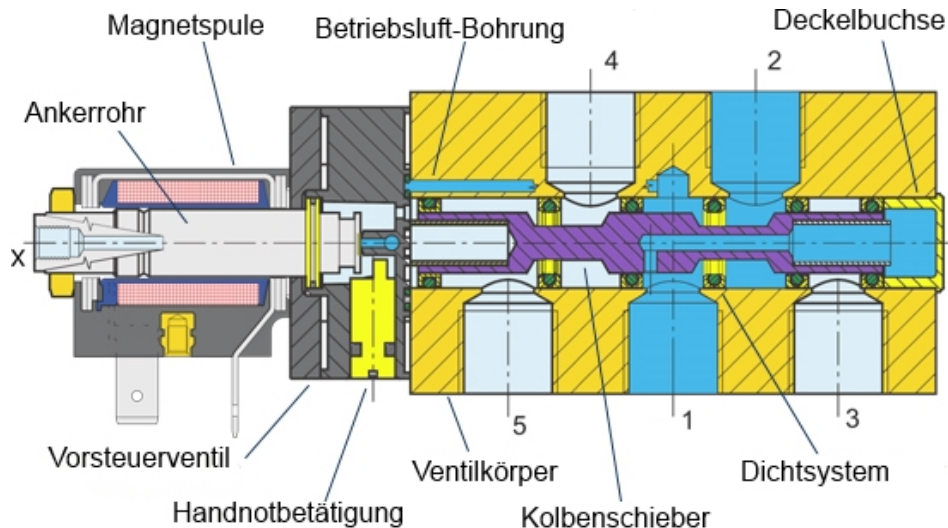
## Kapitel 4:

# 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 Deckelbuche). 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.

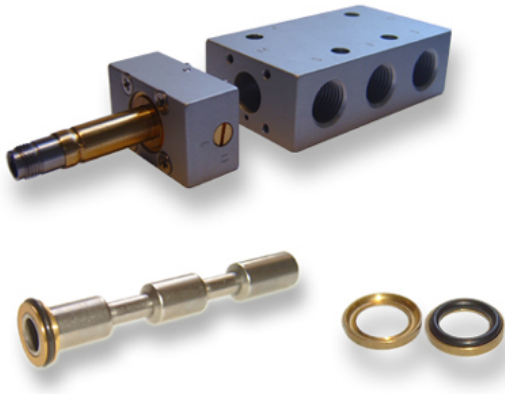
## Kapitel 4:

# 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)

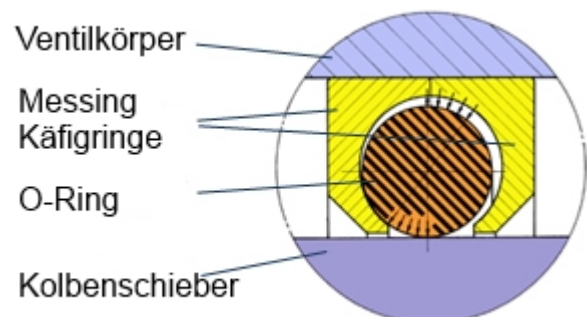
HAFNER bietet auch Spezialausführungen an, unter anderen:

- **Edelstahlventile**
- **Tieftemperaturventile** (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.

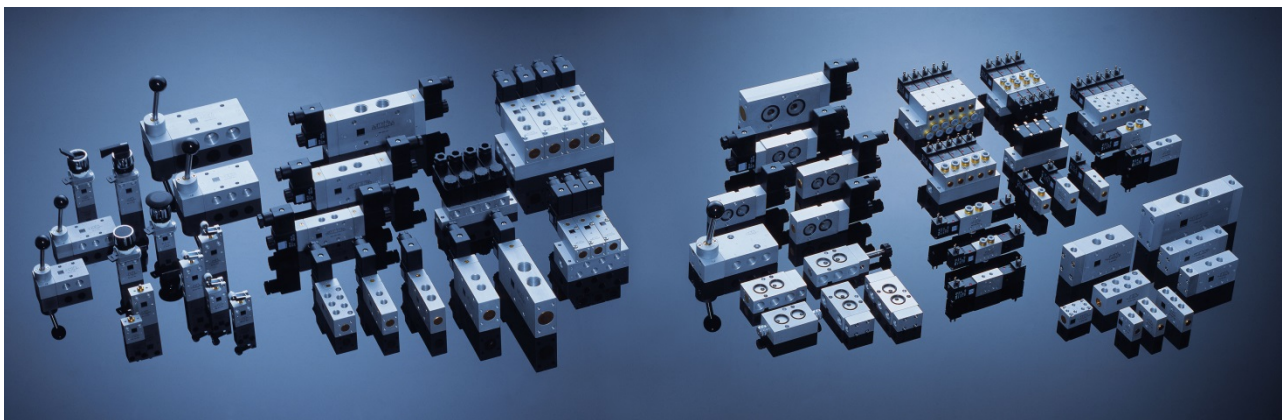
Angegeben wird das Volumen der „entspannten“ Druckluft, d.h. 5-mal so viel, wie tatsächlich fließt!

### WICHTIG!

Einige Hersteller geben in ihren Katalogen den „maximalem 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!**



*In einem späteren Kapitel werden wir näher auf Prozessventile eingehen. Diese Sitz- und Membranventile dienen in aller Regel nicht der Steuerung von Druckluft, sondern sind für andere Medien vorgesehen.*