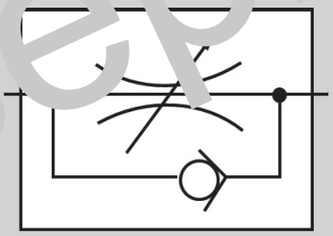
03-IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 1;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 14:47:54

IHA

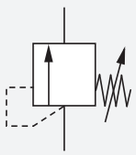
Kompetenz in der Hydraulik

Ventile der Hydraulik

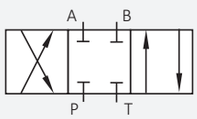
Leseprobe



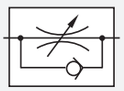
Stromventile



Druckventile

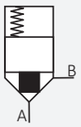


Wegeventile

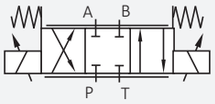


Stromventile

Sperrventile



2-Wege-Einbauventile



Proportionalventile

www.hydraulik-akademie.de

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 1;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

IHA

Ventile der Hydraulik

Druckventile 1

Wegeventile 2

Stromventile 3

Spe ventile 4

Wege-Einbauventile 5

Proportionalventile 6

Grundschaltungen der Hydraulik 7

Leseprobe

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 3;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

Ventile der Hydraulik

Thema: Stromventile

Dipl.-Ing.(FH) Wolf-Rüdiger Schmidt

Leseprobe

Schulungsbegleitheft zu den
Fluidtechnik-Lehrgängen der Firma

IHA
www.hydraulik-akademie.de

Internationale Hydraulik Akademie GmbH
Am Promigberg 26
D-01108 Dresden

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Korr.pdf;S: 1;Format:(210.00 x 297.00 mm);15. Jan 2016 18:36:50

Impressum:

Autor: Dipl.-Ing.(FH) Wolf-Rüdiger Schmidt

Jahrgang 1951, ist nach dem Studium Allgemeiner Maschinenbau – Vertiefungsrichtung Hydraulik seit 1979 auf dem Gebiet der Hydraulik und hier speziell in der Stationär-Hydraulik tätig.

Im Zeitraum von 1979 bis 2001 arbeitete er in den Bereichen Instandhaltung für NC-Werkzeugmaschinen, Konstruktion und Projektierung von hydraulischen Anlagen. Seit 2001 ist er als Trainer für die Weiterbildung von Praktikern auf dem Fachgebiet Hydraulik tätig.

Leseprobe

1. Auflage 2016

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Durch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung des Heftes oder von Teilen dieses Heftes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften, Normen oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so wird keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität gegeben. Für eigene Arbeiten sind die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Die gezeigten Darstellungen der Komponenten sollen das Funktionsprinzip erklären, es sind keine technischen Konstruktionszeichnungen eines Herstellers und nicht maßstabgerecht dargestellt.

Printed in Germany
Copyright 2016 by: Internationale Hydraulik Akademie GmbH Dresden
Grafiken und Zeichnungen: Wolf-Rüdiger Schmidt
Satz: JournalMedia GmbH, Richard-Reitzner-Allee 4, 85540 München-Haar
Herausgeber: Verlag Moderne Industrie GmbH, Justus-von-Liebig-Straße 1, 86899 Landsberg

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 5;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

Vorwort zur Schulungsreihe „Ventile der Hydraulik“

Die Hydraulik hat in allen Zweigen der Industrie, der Landwirtschaft und natürlich in der Bauindustrie einen wichtigen Platz eingenommen. Sie hat sich zusammen mit der Elektronik zu einer nicht mehr wegzudenkenden Antriebstechnik entwickelt.

Die Anforderungen an das Wissen der Konstrukteure, Monteure und Instandhalter zur Wirkungsweise hydraulischer Komponenten hat sich wesentlich erhöht. Besonders die Praktiker sind hier stark gefordert.

In vielen Ausbildungsberufen wird die Hydraulik aus den verschiedensten Gründen oft nicht tiefgründig genug bis gar nicht gelehrt oder wichtige theoretische Grundlagenkenntnisse sind im Laufe der Jahre wieder vergessen worden.

Dabei ist es für die Fehlersuche in hydraulischen Systemen unerlässlich, den Aufbau und die Funktion einzelner Komponenten und ihr Zusammenspiel in der Praxis zu kennen.

Die Internationale Hydraulik Akademie IHA in Dresden hat sich zur Aufgabe gemacht, dieses geforderte Wissen im gesamten Bereich der Hydraulik zu vermitteln und bietet dazu vielfältige Seminare in diesem Fachgebiet an.

Zur Unterstützung der Schulungen und zur Auffrischung vorhandenen Wissens ist diese Heftreihe „Ventile der Hydraulik“ entstanden. Hier sind modellierten Beschreibungen die Funktionsprinzipien der einzelnen Ventile erläutert und werden durch grafische Prinzipdarstellungen [illegible] und [illegible].

Das vorliegende Heft ist als Schulungsbegleitende Unterlage gedacht. Die Abhandlung des Inhalts bezieht sich auf die Schulungen der IHA GmbH.

Um dieses Schulungsbegleitheft besser zu verstehen, empfehlen wir Ihnen deshalb unbedingt den Besuch der dazugehörigen Seminare. Informationen zu den aktuellen Schulungsterminen finden Sie unter www.hydraulik-akademie.de

Leseprobe

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 7;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

Formelzeichen und Maßeinheiten

Verwendetete Formelzeichen und Maßeinheiten zum Thema: Ventile der Hydraulik

A	Wirkfläche für den Druck	mm²
A_D	Fläche des Drosselquerschnitts	mm²
$A_{Entsperrkolben}$	Fläche des Kolbens zum Entsperren des Ventils	mm²
A_K	Zylinderfläche Kolben	mm²
A_R	Zylinderfläche Ringraum	mm²
$A_{Sperrkegel}$	Fläche der Kegelfläche zum Sperren des Ventils	mm²
$d_{Düse}$	Durchmesser der Düse	mm
F	Kraft	N
h	Zylinderhub	mm
i	Aufsteuerverhältnis allgemein für Lasthalteventile = Fläche Aufsteuerkolben zur Fläche Dichtkolben	
i_{SBV}	Aufsteuerverhältnis Senkbremsventil	
k	Kompressionsfaktor für Hydrauliköl 1,4 x 10^4	
P	Leistung, allgemein	kW
p	Druck, allgemein	bar
P_{Verl}, $P_{Verlust}$	Verlustleistung	kW
p_A	Aufsteuerdruck = erforderlicher Druck zum Öffnen des Ventils	bar
p_{DBV}, p_B	Betriebsdruck (Ansprechdruck am DBV)	bar
P_{e}, $P_{Antrieb}$	Antriebsleistung	kW
p_L, p_{Last}	Lastdruck	bar
P_{Nutz}	Nutzleistung	kW
p_{St}	Druck im Stangenraum des Zylinders	bar
Q, $Q_{eff.}$	tatsächlicher Volumenstrom der Pumpe	l/min
Q_D	Volumenstrom an der Düse	l/min
$Q_{Nutz.}$	Volumenstrom, der genutzt wird (im Zylinder)	l/min
Q_V, $Q_{Verlust}$, $Q_{Übers.}$	Volumenstromüberschuss oder -verlust	l/min
t	Zeit	sek.
V_K	Kompressionsvolumen	cm³
V_L	Volumen der Leitungen zwischen Zylinder und Ventil	cm³
V_{st}	Volumen im Stangenraum des Zylinders	cm³
V_Z	Zylindervolumen	cm³
α, α_0	Volumenstrombeiwert (0,6 bis 0,9)	
Δ_p	Druckdifferenz zwischen Eingang und Ausgang	bar
$\Delta_{pStrV.}$	Druckdifferenz a.d. Druckwaage im Stromregelventil	bar
ρ	Dichte des Mediums (0,89 Hydrauliköl)	Ns²/m⁴
φ, φ_Z	Flächenverhältnis eines Differenzialzylinders = Kolbenfläche zur Ringraumfläche	

Leseprobe

03-IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck_S4+5neu.pdf;S: 1;Format:(210.00 x 297.00 mm);10. Dec 2015 16:10:19

Inhaltsverzeichnis

3.0 Allgemeines

3.0.1	Gesetz von Hagen-Poiseuille (Drosselgleichung)	7
3.0.2	Aufgaben von Stromventilen	8
3.0.3	Druckabhängigkeit von Drosselstellen	11

3.1 Düsen und Blenden

3.1.1	Volumenstrom einer Blende berechnen	15
3.1.2	Durchflusskoeffizient	15
3.1.3	Berechnungsdiagramm für Blenden	18

3.2 Drosselventile

3.2.1	Wie baut man Drosselventile in einen Kreislauf ein?	20
3.2.1.1	Drosselventil ohne Rückschlagventil	20
3.2.1.2	Drosselventile mit Rückschlagventil	24
3.2.1.3	Primärsteuerung (Zulaufdrossel)	25
3.2.1.4	Sekundärsteuerung (Ablaufdrossel)	28
3.2.1.5	Drosselsteuerung mit Vorspannventil	31

3.3 Stromregelventile

3.3.1.	2-Wege-Stromregelventil	33
3.3.1.1	Wirkungsweise	33
3.3.1.2	Bauarten der 2-Wege-Stromregelventile	35
3.3.1.2.1	Stromregelventil mit vorgeschalteter Druckwaage	36
3.3.1.2.3	Stromregelventil mit vorgeschalteter Druckwaage und Festblende	38
3.3.1.2.4	Anfahrsprung	40
3.3.2.	3-Wege-Stromregelventil	41

Leseprobe

03-IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck_S4+5neu.pdf;S: 2;Format:(210.00 x 297.00 mm);10. Dec 2015 16:10:19

Inhaltsverzeichnis

Stromteiler 3.4

3.4.1 Funktion des Kolbenstromteilers 45

3.4.1.1 Funktionsbeschreibung 46

3.4.2 Empfehlungen bei der Auswahl und beim Einbau von Stromteilern 49

Proportionaldrossel- bzw. Stromregelventile 3.5

3.5 Proportionaldrossel- bzw. Stromregelventile 51

Alle Symbole der Stromventile 3.6

3.6 Alle Symbole der Stromventile 54

Quellenverzeichnis 56

Stichwortverzeichnis 57

Leseprobe

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 10;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

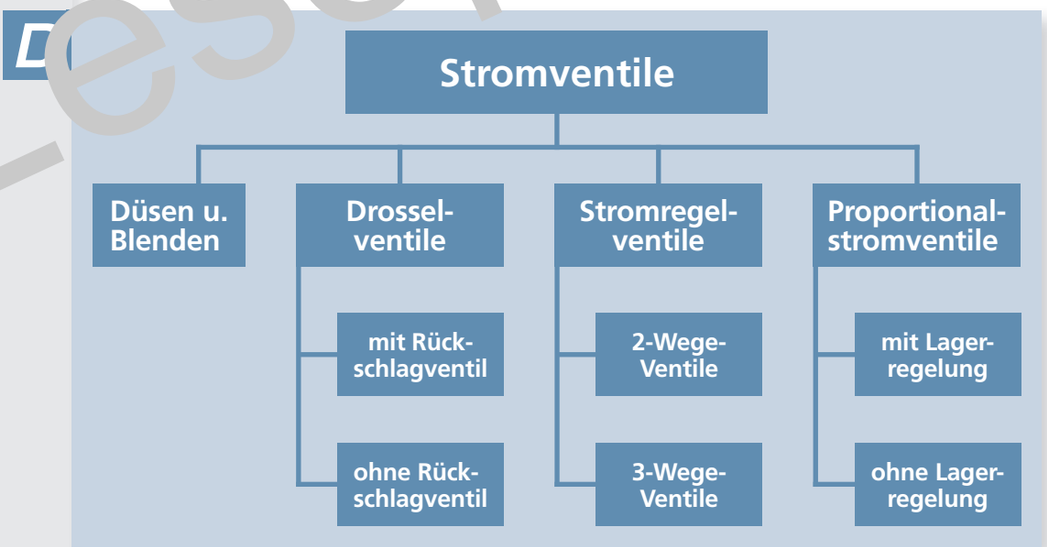
3 Stromventile

3.0 Allgemeines

Um die Bewegung eines hydraulischen Verbrauchers in seiner Geschwindigkeit zu beeinflussen, setzt man Stromventile ein. Durch eine Verengung des Durchflussquerschnitts des Ventils wird der Volumenstrom des Flüssigkeitsstroms beeinflusst. Es ist die einzige ventiltechnische Möglichkeit, den Volumenstrom zu verringern. Hierfür gibt es viele Anwendungen in der Hydraulik. So gilt dieses Prinzip nicht nur für Drosselventile, sondern auch für halb geöffnete Kugelhähne, teilweise geöffnete Wegeventile, Düsen, reduzierte Verschraubungen usw. Die dadurch entstehende Reibung und Abführung des Überschussstroms bei Konstantstromsystemen über das Druckbegrenzungsventil erzeugt hohe Verlustenergie.

Moderne Hydraulikanlagen verzichten deshalb oft ganz auf Stromventile und werden so konstruiert, dass sie nur so viel Volumenstrom erzeugen, wie tatsächlich benötigt wird. Möglichkeiten hierfür sind Verstellpumpen, frequenzgeregelte Pumpen, Druckspeicher und elektronische Steuerungen. Da diese Technik immer noch sehr teuer ist, werden die preisgünstigeren Stromventile jedoch außerdem weiterhin zahlreich eingesetzt.

Auf der Grundlage des Drosselprinzips haben sich verschiedene weitere Ventile entwickelt. In der Übersicht sind die wichtigsten dargestellt:



Alle energietragenden Komponenten in einem Hydrauliksystem wie Rohrleitungen, Verschraubungen, Winkelverschraubungen oder Verengungen in Ventilen stellen für den Volumenstrom hydraulische Widerstände dar, an denen Reibungsverluste entstehen. Diese Verluste äußern sich in Wärmeentwicklung und einem daraus resultierenden Druckabfall, in der Praxis schlicht Druckverlust genannt.

Leseprobe

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 11;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

Die Druckverluste an den einzelnen Drosselstellen sind abhängig von:

- Leitungs- bzw. Drosellänge
- Drosselform
- Dichte des Strömungsmediums
- Strömungsart (laminar oder turbulent)
- Strömungsgeschwindigkeit und somit vom Verhältnis Volumenstrom zur Querschnittsfläche

Die rechnerischen Zusammenhänge werden durch das Gesetz von Hagen-Poiseuille von 1835, auch Drosselgleichung genannt, beschrieben:

3.0.1 Gesetz von Hagen-Poiseuille (Drosselgleichung)

Ein Flüssigkeitskreislauf braucht einen Antrieb (z. B. eine Pumpe), sonst wird die Strömung wegen der Reibung innerhalb der Flüssigkeit und an der Rohrwand immer langsamer und hört schließlich ganz auf. Herrscht dagegen eine Druckdifferenz Δp, strömt die Flüssigkeit entgegen der Reibung in Richtung des niedrigeren Drucks. Das Hagen-Poiseuille-Gesetz stellt den Zusammenhang zwischen dem Volumenstrom, der Druckdifferenz Δp und der Länge der Drosselstelle her. Da die dynamische Viskosität η in die Berechnung mit einfließt, besteht eine Temperaturabhängigkeit des Volumenstroms.

Leseprobe

Gotthilf Hagen und Jean Louis Léonard Marie Poiseuille

03_Innen_IHA-Buch_2015_Stromventile_Druck.pdf;S: 12;Format:(210.00 x 297.00 mm);09. Dec 2015 16:16:48

3.0 Allgemeines

F

$$Q = \frac{\pi \times r^4}{8 \times \eta \times l} \times \Delta p \quad \left[\frac{m^3}{s}\right]$$

Q	[m³/s]	Volumenstrom durch die Drossel
Δp	[Pa]	Druckdifferenz (Δp = p1-p2)
l	[m]	Drossellänge
r	[m]	Radius der Drosselbohrung
η	[Ns/m²)	dynamische Viskosität
ρ	[kg/m³)	Dichte
ν	[m²/s]	kinematische Viskosität 0,89 Ns²/m4

D

Das Gesetz gilt nur für laminare Strömungen. Bei größerem Durchflussverbund mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten bzw. größeren Abmessungen, kommt es zu turbulenten Strömungen mit wesentlich höherem Strömungswiderstand als nach Hagen-Poiseuille zu erwarten wäre.

3.0.2 Aufgaben von Stromventilen

Stromventile werden in der Praxis hauptsächlich für zwei Aufgaben eingesetzt:

1. Einen hydraulischen Zylinder vorzuspannen, ohne den Volumenstrom zu verringern (Gegenhaltung oder Vorspannung)

Bei diesem Einsatz wird das Stromventil (in der Regel ein Drosselventil) in die Ablaufseite des Verbrauchers eingebaut und nur so weit geschlossen, dass der Druck vor dem Ventil nicht den Einstellwert des Druckbegrenzungsventils erreicht. Damit entsteht ein Gegendruck (hydraulische Gegenkraft). Besonders bewährt hat sich diese Technik beim Öffnen von entsperrbaren Rückschlagventilen (siehe auch Kapitel „Sperrventile“) und negativen Kräften. Aber auch bei vielen anderen Anwendungen wird dieses Prinzip eingesetzt.

P

Die Einstellung muss immer mit einem Messgerät vorgenommen werden, damit der Vorspanneffekt durch das Stromventil (bei Differentialzylindern im Stangenraum) nicht die gefürchtete hohe Druckübersetzung auslöst.

Leseprobe