

Leseprobe

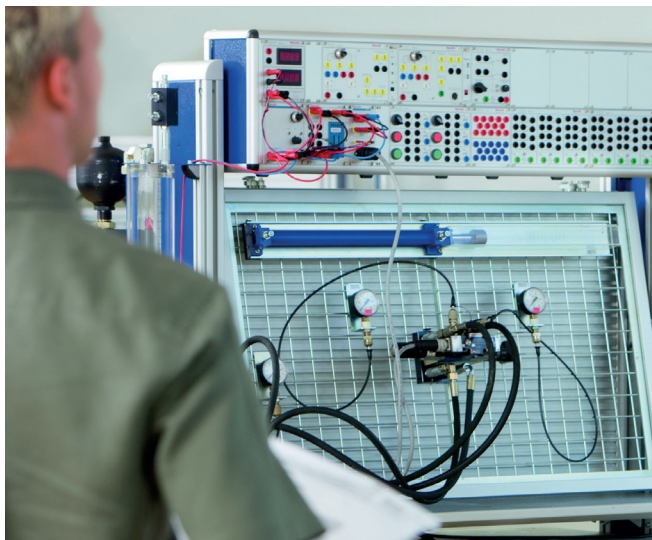
Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Hermann Geiss

Einführung in die Hydraulik

Einfach und praxisnah mit Aufgaben und Lösungen



Ausbilder

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

1	Einführung und physikalische Grundlagen	1
1.1	Einführung	1
1.2	Physikalische Einheiten und Größen	2
1.3	Physikalische Grundlagen	4
1.4	Hydraulikflüssigkeiten	8
1.5	Aufbau einer Hydraulikanlage	10
1.6	Messwerterfassung	12
1.7	Übungen und Kontrollaufgaben	16
2	Hydraulikaggregat	21
2.1	Tank	22
2.2	Hydraulikpumpen	23
2.3	Druckbegrenzungsventil	24
2.4	Filter	25
2.5	Darstellung im Schaltplan	26
2.6	Übungen und Kontrollaufgaben	27
3	Hydraulische Arbeitselemente	33
3.1	Hydraulikzylinder	33
3.2	Rotierende Antriebe	36
3.3	Übungen und Kontrollaufgaben	37
4	Wegeventile	43
4.1	Aufbau eines Wegeventils	43
4.2	Anschlüsse an Wegeventilen	43
4.3	Betätigungsart	44
4.4	Grund- und Nullstellung	44
4.5	Ventilbauformen	44
4.6	Einsatzbeispiele für Wegeventile	45
4.7	Handhilfsbetätigung	47
4.8	Vorgesteuerte Wegeventile	47
4.9	Montage von Wegeventilen	48
4.10	Elektromagnete	48
4.11	Übungen und Kontrollaufgaben	49
5	Sperrventile	53
5.1	Rückschlagventil	53
5.2	Entsperrbares Rückschlagventil	54
5.3	Gleichrichtersteuerung	56
5.4	Übungen und Kontrollaufgaben	57

6	Stromventile	61
6.1	Drosselventil	61
6.2	Drossel-Rückschlagventil	62
6.3	Stromregelventil	65
6.4	Übungen und Kontrollaufgaben	69
7	Druckventile	81
7.1	Druckbegrenzungsventil	81
7.2	Druckregelventil	84
7.3	Druckschaltventile	86
7.4	Druckschalter	86
7.5	Übungen und Kontrollaufgaben	87
8	Hydrospeicher	95
8.1	Aufgaben im Hydrauliksystem	95
8.2	Funktion	95
8.3	Speicherbauformen	95
8.4	Speicherblock	96
8.5	Aufbau und Wirkungsweise	96
8.6	Praktische Ausführung einer Speicherschaltung	97
8.7	Überprüfung des Vorspanndruckes	99
8.8	Füllen der Speicherblase	99
8.9	Sicherheitsvorschriften	100
8.10	Übungen und Kontrollaufgaben	101
9	Hydrauliksteuerungen	105
9.1	Differentialsteuerungen	105
9.2	Eilgang-Vorschub-Steuerung	106
9.3	Gleichrichtersteuerung	106
9.4	Volumenstromteilung	107
9.5	Hydraulische Bremse	107
9.6	Halten einer Last	108
9.7	Umlaufsteuerungen	108
9.8	Übungen und Kontrollaufgaben	110

10	Inbetriebnahme, Instandhaltung, Fehlersuche	119
10.1	Inbetriebnahme hydraulischer Steuerungen	119
10.2	Instandhaltung	120
10.3	Begriffe und Definitionen nach DIN 31 051	121
10.4	Hydrauliksystem	121
10.5	Leitungen und Leitungsverbindungen	123
10.6	Schlauchleitungen	124
10.7	Übungen und Kontrollaufgaben	127
11	Schaltzeichen und Referenzkennzeichnung	131
11.1	Hydraulikschaltzeichen	131
11.2	Referenzkennzeichnung	134
	Anhang	135

Vorwort

Dieses Buch soll Ihnen einen grundlegenden Einblick in die Steuerungstechnik der Hydraulik geben. Hydrauliksteuerungen und deren Komponenten finden in vielen Bereichen des Maschinen- und Fahrzeugbaus ihren Einsatz. Durch ihre präzise Steuerung und die Möglichkeit, sehr große Kräfte zu erzeugen, ist die Hydraulik ein fester Bestandteil der Steuerungstechnik.

Dieses Buch bringt Ihnen sowohl die physikalischen Eigenschaften, als auch den gerätetechnischen Aufbau und die Funktion dieser Technologie näher. Durch eine Vielzahl von Übungen werden die erworbenen Kenntnisse vertieft. Bei der Lösung der Aufgaben finden Sie auch im Tabellenbuch Unterstützung.

6

Einführung und physikalische Grundlagen



■ Fluidtechnik

Berechnen wir die Kraft des Arbeitskolbens:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot A_2}{A_1} = \frac{60 \text{ N} \cdot 200 \text{ cm}^2}{2 \text{ cm}^2}$$

$$F_2 = 6000 \text{ N}$$

Eine weitere Untersuchung würde zeigen, dass auch bei der hydraulischen Presse keine Kräfte aus dem Nichts erzielt werden können, denn die Kolbenwege, die man in der Praxis benötigt, verhalten sich umgekehrt wie die dazugehörigen Kolbenflächen. Auch in der Hydraulik gilt die goldene Regel der Mechanik: Was an Kraft gewonnen wird, geht an Weg verloren.

Welchen Weg muss der Pumpenkolben A_1 zurücklegen (s_1), wenn der Arbeitskolben A_2 einen Weg (s_2) von 100 mm erreichen soll?

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{s_1}{s_2}$$

$$s_1 = \frac{A_2 \cdot s_2}{A_1} = \frac{200 \text{ cm}^2 \cdot 10 \text{ cm}}{2 \text{ cm}^2}$$

$$s_1 = 1000 \text{ cm}$$

Hydraulische Druckübersetzung

(Bild 1.5) Bei der hydraulischen Presse handelt es sich um einen Kraftübersetzer. Die Umkehrung davon ist der Druckübersetzer.

Zwei verschieden große Kolben sind durch eine Kolbenstange miteinander verbunden. Wird z. B. die Kolbenfläche A_1 mit einem Druck p_{e1} beaufschlagt, so wirkt dadurch eine Kraft F_1 auf den großen Kolben. Diese Kraft wird durch die Kolbenstange auf den kleineren Kolben übertragen und stützt sich auf der kleinen Kolbenfläche A_2 ab. Dadurch ist der Druck p_{e2} größer als p_{e1} .

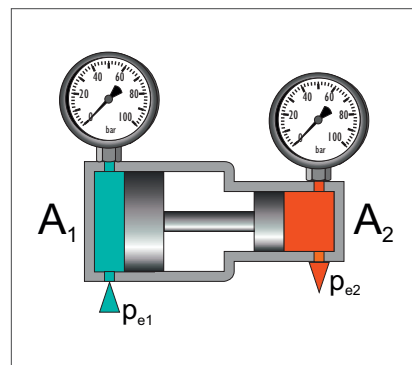


Bild 1.5 Druckübersetzer

Unter Vernachlässigung der Reibungsverluste gilt:

$$F_1 = F_2$$

$$p_{e1} \cdot A_1 = p_{e2} \cdot A_2$$

$$\frac{p_{e1}}{p_{e2}} = \frac{A_2}{A_1}$$

Bei einem Druckübersetzer verhalten sich die Drücke umgekehrt wie die Kolbenflächen.

Hier ein Berechnungsbeispiel:

$$A_1 = 100 \text{ cm}^2$$

$$p_{e1} = 6 \text{ bar}$$

$$A_2 = 10 \text{ cm}^2$$

$$p_{e2} = x \text{ bar}$$

$$p_{e2} = \frac{p_{e1} \cdot A_1}{A_2} = \frac{6 \text{ bar} \cdot 100 \text{ cm}^2}{10 \text{ cm}^2}$$

$$p_{e2} = 60 \text{ bar}$$

Durchflussgesetz

(Bild 1.6) Durch ein Rohr mit unterschiedlichen Querschnitten fließen in gleicher Zeit gleiche Volumina. Das bedeutet, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit in der Engstelle steigen muss.

Der Volumenstrom Q ist überall in einem Rohr gleich. Hat das Rohr die Querschnitte A_1 und A_2 , muss sich bei beiden eine eigene Geschwindigkeit einstellen.

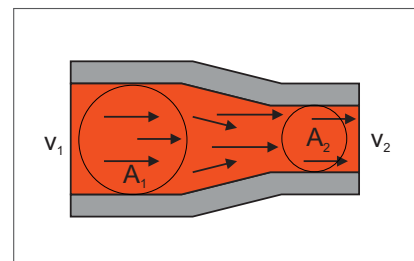


Bild 1.6 Veränderung des Druckflussquerschnittes

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Diese Gleichung wird auch als Kontinuitätsgleichung bezeichnet.

■ Vorsicht

Bei hydraulischen Druckübersetzern können Drücke bis zu mehreren Tausend Bar erreicht werden.

Daher ist bei Arbeiten mit Druckübersetzern sowohl der Primärdruck als auch der Sekundärdruck zu beachten.

12

Einführung und physikalische Grundlagen

Hier nun die wesentliche Frage:

Wie entsorgt man Hydraulikflüssigkeiten richtig?

– Überprüfen, ob eine Wiederaufbereitung

wirtschaftlich ist

– Sammeln und Lagern laut Abfallschlüssel

– Behälter mit Abfallschlüssel-Nummer

kennzeichnen

– Entsorgung durch einen zugelassenen

Entsorgungsbetrieb

– Durch die Aufzeichnungspflicht müssen

die Belege aufbewahrt werden

z.B.

■ Viskosität

Die Zähflüssigkeit einer Flüssigkeit wird als Viskosität bezeichnet. Bei Hydraulikflüssigkeiten verändert sich der Viskositätswert mit der Temperatur der Flüssigkeit.

Bei Arbeiten mit Hydrospeichern sind noch besondere Punkte zu beachten, die wir bei den entsprechenden Übungen noch einmal behandeln werden.

Abfallschlüssel-Nummer:

Über das Umweltbundesamt ist der Abfallschlüssel in Erfahrung zu bringen. Er bezieht sich auf die Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis.
(Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV)

1.6 Messwerterfassung

Die Fehlersuche in Hydrauliksteuerungen ist sehr oft nur durch Messungen machbar. Die wichtigsten Messwerte, die bei der Fehlersuche ermittelt werden müssen, sind folgende physikalische Größen:

- Druck
- Volumenstrom
- Temperatur
- Umdrehungsfrequenz
- Geschwindigkeit

Die zur Verfügung stehenden Messgeräte basieren auf mechanischen oder elektrischen Messverfahren. Diese Messwerte werden in einen ablesbaren Zahlenwert umgewandelt.

Bei der elektronischen Messwerterfassung wird der Messwert über einen Sensor (meist ein Widerstandswert) erfasst. Diese Messwerte werden auf ein Anzeigergerät oder auf einen Rechner übertragen.

Diese Messwerte können sowohl direkt verwendet werden (Bild 1.13) oder als Datenreihen auf Rechnern gespeichert und analysiert werden (Bild 1.14).

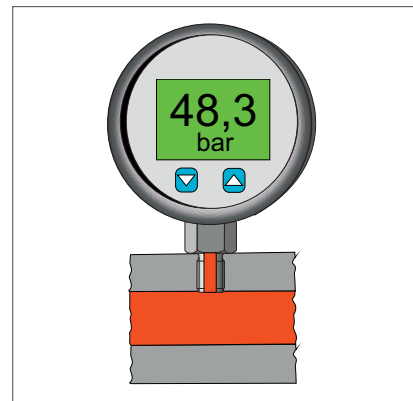


Bild 1.13 Direkte Messwerterfassung

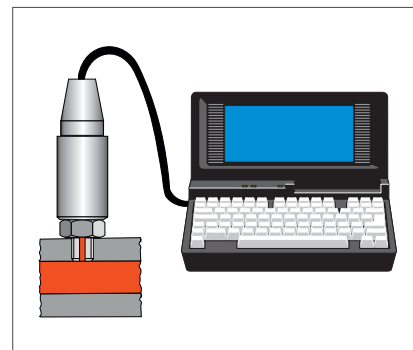


Bild 1.14 Ermittlung von Messdaten

keine Weichdichtungen wie O-Ringe verwendet werden. Die Abdichtung zwischen Ventilkolben und Gehäuse erfolgt lediglich über die Passung der beiden. Dadurch erfolgt natürlich eine Leckage, die, solange die Hydraulikpumpe einen Förderstrom liefert, ausgeglichen werden kann. Liefert allerdings die Hydraulikpumpe keinen Volumenstrom mehr, so können z. B. Zylinder, die ungünstig eingebaut sind, anfangen „zu wandern“. Diese Leckage hat auch einen Nutzen. Sie ist zur Schmierung des Ventilkolbens erforderlich.

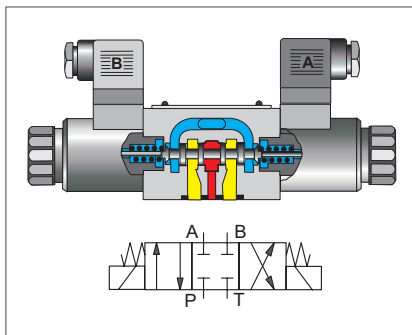


Bild 4.6 4/3-Wegeventil mit Sperr-Mittelstellung, Schieberbauform

Sitzbauform

(Bild 4.7) Eine weitere Möglichkeit, ein Wegeventil zu bauen, ist die Sitzbauform. Hier werden die Bohrungen im Ventil durch einen Dichtsitz verschlossen. Der Vorteil liegt hier bei der absoluten Dichtheit dieser Bauform. Außerdem ist die Schaltgeschwindigkeit des Ventils, bedingt durch die kürzeren Schaltwege, wesentlich höher.

Diese Bauform erfordert aber wesentlich höhere Schaltkräfte als die Schieberbauform.

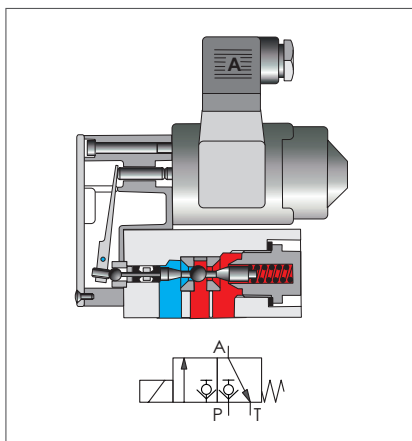


Bild 4.7 3/2-Wegeventil mit Sperr-Nullstellung, Sitzbauform

Aus diesem Grund ist die Nennweite (Ventilgröße) bei dieser Bauform beschränkt. Der Einsatz von Sitzventilen ist daher meist nur in Ausnahmefällen zu sehen.

Das Schaltzeichen des Sitzventils erhält bei den gesperrten Anschlüssen noch ein Rückschlagventil. Dies soll die absolute Dichtheit des Ventils verdeutlichen und Auskunft darüber geben, dass es sich um ein Sitzventil handelt.

4.6 Einsatzbeispiele für Wegeventile

Hier ein paar Einsatzbeispiele für Wegeventile und ihre Eigenschaften. In der Hydraulik ist natürlich das Hydraulikaggregat immer Bestandteil der Steuerung. Aus Platzgründen wurde dieses aber durch ein Symbol für die Energieversorgung ersetzt, das aus der Pneumatik bereits bekannt sein dürfte.

4/2-Wegeventil beidseitig magnetbetätigt (Impulsventil)

(Bild 4.8) Das Ventil braucht zum Schalten nur einen kurzen Schaltimpuls. Da keine Federückstellung vorhanden ist, bleibt das Ventil so lange in dieser Schaltstellung, bis ein Gegen-signal erfolgt.

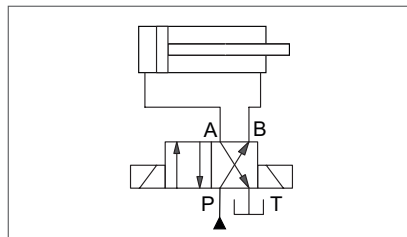


Bild 4.8 4/2-Wege-Impulsventil

4/2-Wegeventil magnetbetätigt (Federrückstellung)

(Bild 4.9) Der Zylinder kann nur von Endstellung zu Endstellung fahren. Ein Anhalten ist nicht möglich. Durch die Federrückstellung ist eine definierte Schaltstellung bei Energieausfall möglich.

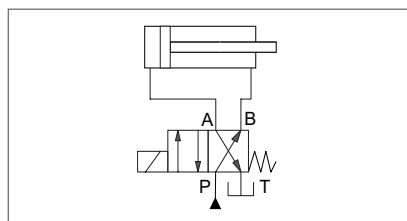


Bild 4.9 4/2-Wegeventil mit Federrückstellung



Hydraulische Wegeventile

■ Anschlüsse

P	Druckanschluss
T	Tankanschluss
A/B	Arbeitsanschlüsse
X/Y/Z	Steueranschlüsse
L	Leckanschluss

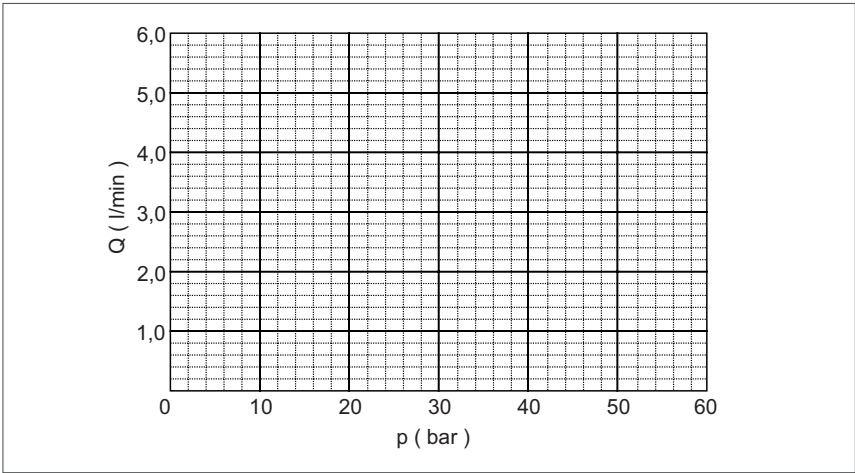


Bild 6.27 Diagramm zum Versuchsaufbau

Aufgabe 19 Versuch Stromregelventil 2

(Bild 6.28) Durch das Zuschalten von Verbrauchern (z. B. Zylindern oder Motoren) kommt es häufig im System zu Druckschwankungen. Diese Druckschwankungen können wir bei diesem Versuch durch Änderungen am Druckbegrenzungsventil der Pumpe simulieren. Bauen Sie die Schaltung auf und dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse.

Einstellhinweise:

1. Prüfen Sie, ob die Einstellung des Stromregelventils -RZ1 vom letzten Versuch noch vorhanden ist. Sollte dies nicht der Fall sein, dann bitte den vorherigen Versuch wiederholen.
2. Das Druckbegrenzungsventil -QN1 ganz entspannen.
3. Versuchen Sie nun, mit dem Druckbegrenzungsventil -QN2 Ihre vorgegebenen Δp -Werte einzustellen. Messen Sie jeweils den Volumenstrom, der durch das Stromregelventil fließt, und tragen Sie die Kurve mit einer anderen Farbe in das Diagramm (Bild 6.27) ein. Vergleichen Sie anschließend die Kurven.

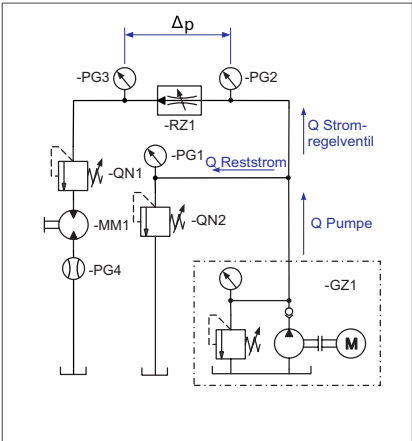


Bild 6.28 Versuchsaufbau

Besteht ein Unterschied zum Drosselventil?

Ja, auch bei Druckschwankungen im Abfluss

bleibt der Volumenstrom konstant.

-PG1	-PG2	Δp	Q Stromregelventil (-PG4)
		10 bar	
		20 bar	
		30 bar	
		40 bar	
		50 bar	

z.B.

Der Volumenstrom wird in hydraulischen Anlagen in l/min (cm³/min) angegeben.

Die Drehzahl von Hydromotoren ist vom Volumenstrom und vom Schluckvolumen des Motors abhängig.