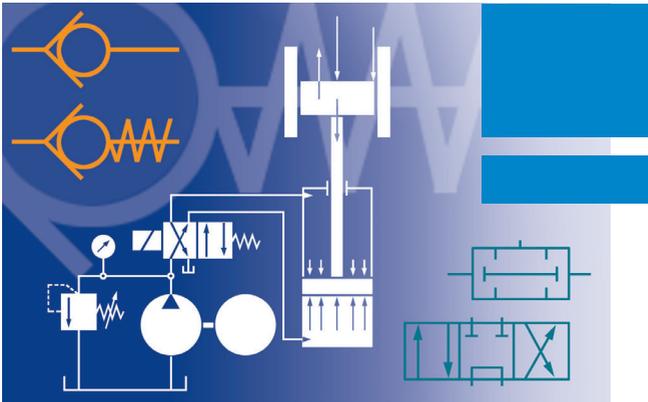


Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Hydraulik und Pneumatik



Vorwort

Hydraulik und Pneumatik sind wichtige Techniken zum Antreiben und Bewegen von Maschinen und Geräten sowie zum Steuern von Arbeitsabläufen. In der modernen Produktionstechnik haben hydraulische und pneumatische Antriebe und Steuerungen vielfältige Anwendungen gefunden; sie stellen eine wesentliche Alternative zu elektrischen Antrieben und elektronischen Steuerungen dar. Zunehmend findet man hier auch die Kombination von elektronischen Signalgebern und hydraulischen oder pneumatischen Arbeits- und Stellgliedern.

Das vorliegende Fachbuch „Hydraulik und Pneumatik“ im Rahmen der Christiani Fachbuchreihe ist ein Kompendium, das sich auf das Wesentliche beschränkt und den Themenkreis in übersichtlicher Form mit Hilfe vieler Zeichnungen und Schema-Bildern praxisnah darstellt. Vollständig durchgerechnete Projektierungsbeispiele zeigen die Auslegung wichtiger Bauelemente und den Entwurf wirtschaftlich günstiger Schaltungen.

Das Buch wendet sich an alle, die sich über die Wirkungsweise, Schaltung und Berechnung von hydraulischen und pneumatischen Arbeits- und Steuerungselementen informieren wollen, und die sich rasch einen Überblick über die Fluidtechnik verschaffen möchten. Die 12. Auflage wurde komplett neu überarbeitet.

Das Fachbuch „Hydraulik und Pneumatik“ erscheint auch als Fachteil der Christiani Datenbank, einem Taschen-Ringbuchsystem für die technische Praxis.

Für Anregungen zur Verbesserung und für kritische Hinweise sind Verfasser und Verlag dankbar.

Konstanz, Januar 2013

Inhaltsverzeichnis

Hydraulik

1	Grundlagen der Hydraulik	M 1
1.1	Systemeigenschaften und Einsatzbereiche	M 1
1.2	Physikalische Grundlagen	M 2
1.3	Hydraulische Grundsaltungen	M 12
2	Hydraulischer Antrieb	M 17
2.1	Prinzip und Eigenschaften	M 17
2.2	Prinzip der hydrostatischen Energieübertragung	M 18
3	Hydropumpen	M 20
3.1	Allgemeine Eigenschaften und Berechnungsgrundlagen	M 20
3.2	Bauarten und Eigenschaften	M 23
3.2.1	Konstantpumpen	M 23
3.2.2	Verstellpumpen	M 26
3.3	Steuer- und Regeleinrichtungen für Pumpen	M 29
4	Hydromotoren	M 33
4.1	Allgemeine Eigenschaften und Berechnung	M 33
4.1.1	Konstantmotoren	M 33
4.1.2	Verstellmotoren	M 35
4.1.3	Einsatzbereiche von Hydromotoren	M 36
4.2	Kennlinienfeld und Berechnungsbeispiel	M 36
5	Hydrostatische Getriebe	M 37
5.1	Unterscheidungsmerkmale	M 37
5.2	Eigenschaften hydrostatischer Getriebe, Verstellmöglichkeiten	M 39
6	Hydrozylinder	M 42
6.1	Sinnbilder und Bauarten	M 42
6.2	Befestigungsarten und Knicksicherheit	M 43
6.3	Auslegung des Zylinders	M 46
6.4	Berechnung von Förderstrom und Kolbengeschwindigkeit	M 49
7	Hydroventile	M 51
7.1	Wegeventile	M 51
7.2	Druckventile	M 60
7.3	Stromventile	M 67
7.4	Sperrventile	M 74
8	Proportionalventiltechnik	M 75
8.1	Proportional-Wegeventile	M 75
8.2	Proportional-Druckventile	M 81
9	Einbauventile	M 82
10	Hydrospeicher	M 86

Inhaltsverzeichnis

Hydraulik (Fortsetzung)

11	Projektierung	M 90
11.1	Stromkopplung	M 91
11.2	Konstantdruckbetrieb	M 95
11.3	Druckkopplung	M 103
12	Projektierungsbeispiel	M 108

Pneumatik

1	Pneumatische Grundlagen	M 130
1.1	Gesetz von Boyle-Mariotte	M 130
1.2	Gesetz von Gay-Lussac	M 131
1.3	Normzustand	M 131
2	Drucklufterzeugung, Speicherung, Kühlung	M 132
3	Druckluftverteilung	M 133
3.1	Rohrleitungsdimensionierung	M 133
3.2	Rohrleitungsverlegung	M 128
3.3	Druckluftaufbereitung	M 136
4	Pneumatik Elemente	M 136
4.1	Pneumatikzylinder	M 136
4.2	Druckluftmotoren	M 139
4.3	Pneumatikventile	M 141
4.3.1	Wegeventile	M 141
4.3.2	Sperrventile	M 142
4.3.3	Drosselventile	M 144
4.3.4	Pneumatische Sensoren	M 146
5	Pneumatische Steuerungen	M 151
5.1	Schaltplandarstellung	M 151
5.2	Prozessabhängige Ablaufsteuerung	M 151
5.3	Zeitgeführte Ablaufsteuerung	M 160
6	Pneumatisch-hydraulische Systeme	M 162
7	Elektropneumatische Steuerungen	M 164
7.1	Magnetventile	M 164
7.2	Elektrische Signaleingabelemente	M 165
7.3	Grundsaltungen der Elektropneumatik	M 166
8	Hydraulik- und Pneumatik-Symbole	M 171
	Stichwortverzeichnis	M 177

Hydraulische Grundsaltungen

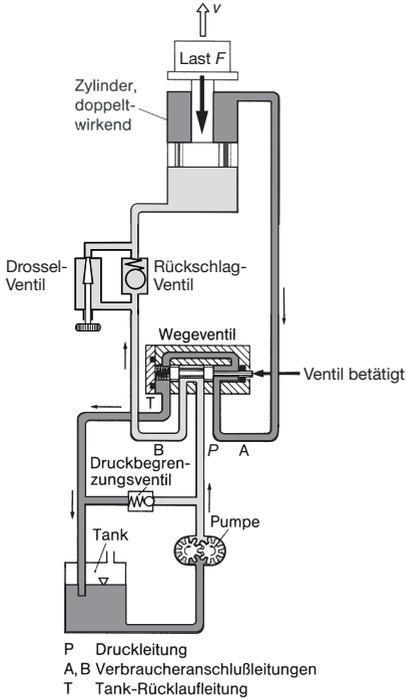


Bild 1.10: Hydraulische Steuerung, Ventil betätigt

Zur Einleitung der **Abwärtsbewegung** wird die Betätigungskraft am Wegeventil aufgehoben (Bild 1.11) und dieses durch Federkraft in die Schaltstellung b geschaltet. Nun ist der Druckanschluss des Wegeventil mit dem Arbeitsanschluss A verbunden, sodass auf die Stangenseite des Zylinders gefördert wird. Das rücklaufende Öl wird über den Arbeitsanschluss B zum Tankanschluß T geleitet.

Druckventile

zungsventil für die Begrenzung des Drucks auf diesen Wert, indem es einen Teil oder den gesamten Förderstrom zur Ausgangsseite T – also meist in den Behälter – abdrösselet.

Funktionserklärung (Tafel 7.6 linke Hälfte)

Beim Druck p_{max} wird Kräftegleichgewicht am Regelkolben des Ventils erreicht, und das Ventil beginnt zu öffnen, also zu regeln. Bedingt durch die Federhate (Federkonstante) der Einstellfeder muß der Druck p_{max} am Ventil steigen, wenn der abzudrosselnde Durchflußstrom steigt, weil mit zunehmender Öffnung des Ventils die Federkraft und damit auch die Gleichgewicht haltende Druckkraft am Regelkolben wächst.

Dient das DBV, wie in Bild 7.6 gezeigt, als Überlastungsschutz für die Anlage, so stellt sich das DBV, der Kennlinie entsprechend, eben auf den vollen Förderstrom und den dazugehörigen Druck ein, wenn der Zylinder z. B. in der dargestellten Endlage ist.

Innerhalb des Regelbereichs ist die **Regelgröße** p_{max} vom Durchflußstrom durch das Ventil abhängig, das DBV stellt also wegen der **bleibenden Regelabweichung** regeltechnisch einen **Proportionalregler** dar.

Liegt der abzudrosselnde Durchflußstrom außerhalb des Regelbereichs, so reagiert das Ventil mit völliger Öffnung, und der Druck steigt wie bei jedem hydraulischen Widerstand proportional Q .

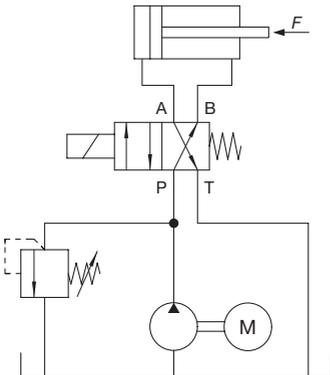


Bild 7.6: Druckbegrenzungsventil als Überlastungsschutz bei Erreichen der Endlage oder bei zu großer Kraft F .

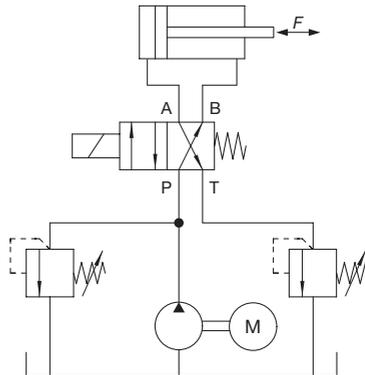


Bild 7.7: Druckbegrenzungsventil zur Gegenhaltung bei Änderung von Betrag oder Richtung der Kraft F .

Konstantdruckbetrieb

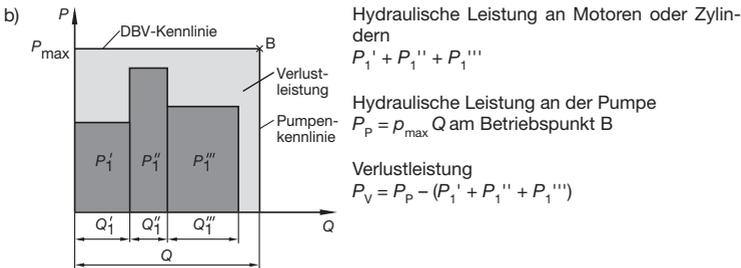
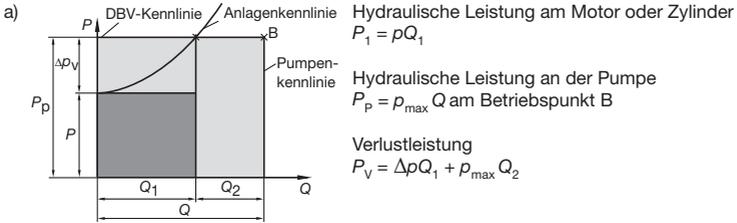


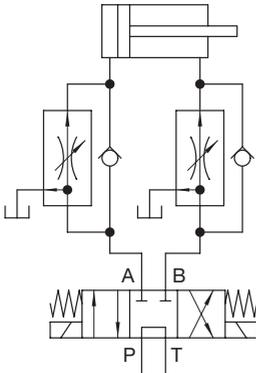
Bild 11.9: Leistungsverhältnisse bei Konstantdruckbetrieb mit Konstantpumpe
 a) bei einem Verbraucher b) bei mehreren Verbrauchern

Projektierungsbeispiel

7. Lösung: Konstantpumpe und 3-Wege-Stromregelventile (Bild 12.14 und 12.15)

Merkmale

Wie bei der 1. Lösung muß die Pumpe auf den größten benötigten Förderstrom ausgelegt werden. Mit den 3-Wege-Stromregelventilen soll der Pumpendruck dem benötigten Druck besser angepaßt werden. Wie der Vergleich mit der 1. Lösung zeigt, verbessern sich die Leistungsverhältnisse in der Phase Eilgang, während alle übrigen Werte unverändert bleiben, so daß bei dem hier gewählten Zahlenbeispiel nur eine geringe Wirkungsgradzunahme auftritt. Die Steuerung ist wegen der 3-Wege-Stromregelventile nur für **einen** Steuerkreis geeignet.



P_A, P_E : Minimal notwendige Förderleistungen
 A, E, U, D: Betriebspunkte der Pumpe zeigen die tatsächlichen Förderleistungen an

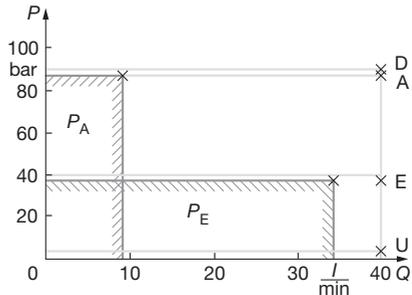


Bild 12.14: Schaltbild der 6. Lösung.

Bild 12.15: Leistungsdiagramm der 6. Lösung.

Phase	Zeit t/s	Förderstrom $Q/l \cdot \text{min}^{-1}$	Pumpendruck p_p/bar	Pumpenantriebsleistung P_p/kW
A	20	40	84	7,0
D	3	40	90	7,5
E	4	40	39	3,3
U	6	40	5	0,4
mittlerer Anlagenwirkungsgrad $\bar{\eta} = 14 \%$			Nennleistung des Motors $P_{\text{Mot}} = 7,5 \text{ kW}$	