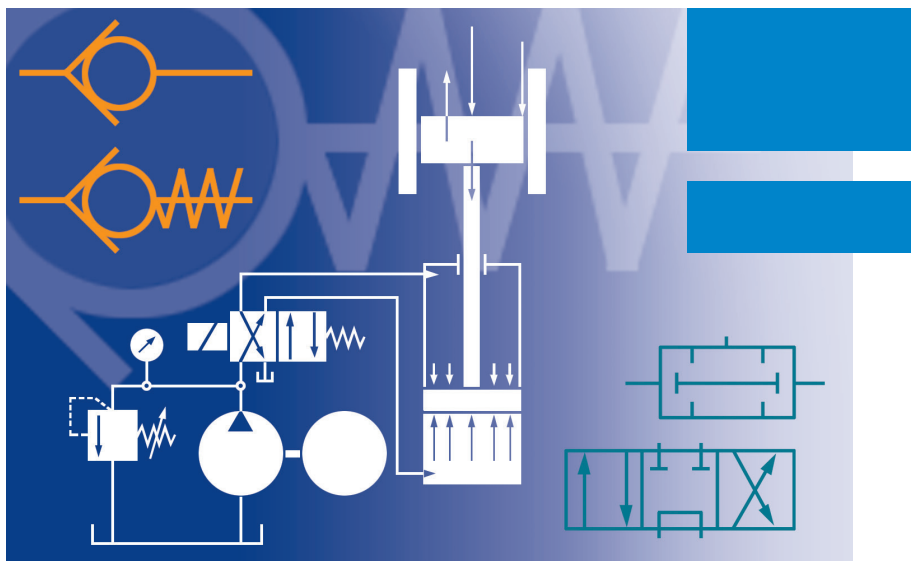


Christiani

seit 1931

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 14. Auflage wurde teilweise 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, April 2024

Inhaltsverzeichnis

Hydraulik

1	Grundlagen der Hydraulik	1
1.1	Systemeigenschaften und Einsatzbereiche	1
1.2	Physikalische Grundlagen	2
1.3	Hydraulische Grundsaltungen	12
2	Hydraulischer Antrieb	17
2.1	Prinzip und Eigenschaften	17
2.2	Prinzip der hydrostatischen Energieübertragung	18
3	Hydropumpen	20
3.1	Allgemeine Eigenschaften und Berechnungsgrundlagen	20
3.2	Bauarten und Eigenschaften	23
3.2.1	Konstantpumpen	23
3.2.2	Verstellpumpen	26
3.3	Steuer- und Regeleinrichtungen für Pumpen	29
4	Hydromotoren	33
4.1	Allgemeine Eigenschaften und Berechnung	33
4.1.1	Konstantmotoren	33
4.1.2	Verstellmotoren	35
4.1.3	Einsatzbereiche von Hydromotoren	36
4.2	Kennlinienfeld und Berechnungsbeispiel	36
5	Hydrostatische Getriebe	39
5.1	Unterscheidungsmerkmale	39
5.1.1	Offener oder geschlossener Kreislauf	39
5.1.2	Kompakt- oder Ferngetriebe	40
5.2	Eigenschaften hydrostatischer Getriebe, Verstellmöglichkeiten	41
6	Hydrozylinder	42
6.1	Sinnbilder und Bauarten	42
6.1.2	Konstruktive Ausführung	44
6.2	Befestigungsarten und Knicksicherheit	45
6.3	Auslegung des Zylinders	46
6.4	Berechnung von Förderstrom und Kolbengeschwindigkeit	49
7	Hydroventile	51
7.1	Wegeventile	51
7.1.1	Sinnbilder nach DIN ISO 1219-1 und Funktionserklärung	51
7.1.2	Konstruktive Ausführung	53
7.1.3	Betätigungsarten	53
7.2	Druckventile	60
7.2.1	Druckbegrenzungsventil (DBV)	60
7.2.2	Zuschaltventil (Folgeventil)	63
7.2.3	Abschaltventil	64

Hydraulische Grundsaltungen

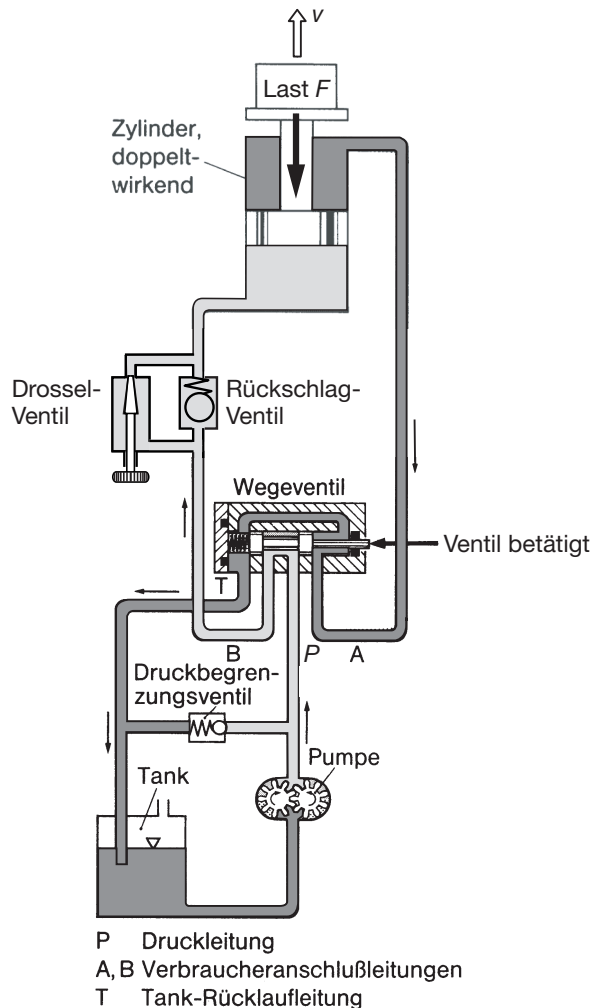


Bild 1.10: Hydraulische Steuerung, Ventil betätigt

ben (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.

Ohne das **Drosselventil** in der Rücklaufleitung, wäre nur wenig Widerstand in dieser Leitung

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 – abdrosselt.

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 Federrate (Federkonstante) der Einstellfeder muß der Druck $p_{\max}$ am Ventil steigen, wenn der abzdrosselnde 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 abzdrosselnde Durchflußstrom außerhalb des Regelbereichs, so reagiert das Ventil mit völliger Öffnung, und der Druck steigt wie bei jedem hydraulischen Widerstand proportional Q .

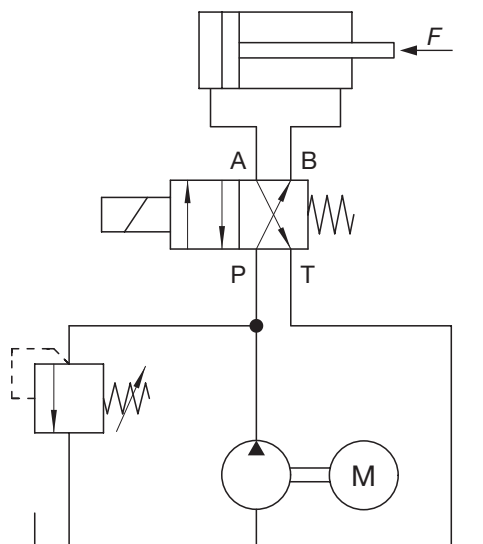


Bild 7.6: Druckbegrenzungsventil als Überlastungsschutz bei Erreichen der Endlage oder bei zu großer Kraft F .

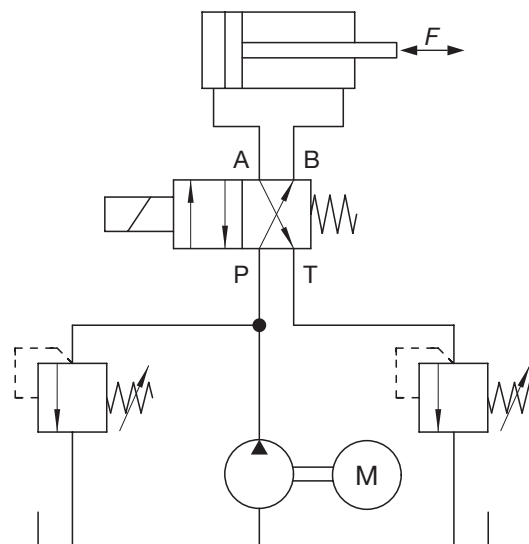


Bild 7.7: Druckbegrenzungsventil zur Gegenhaltung bei Änderung von Betrag oder Richtung der Kraft F .

Konstantdruckbetrieb

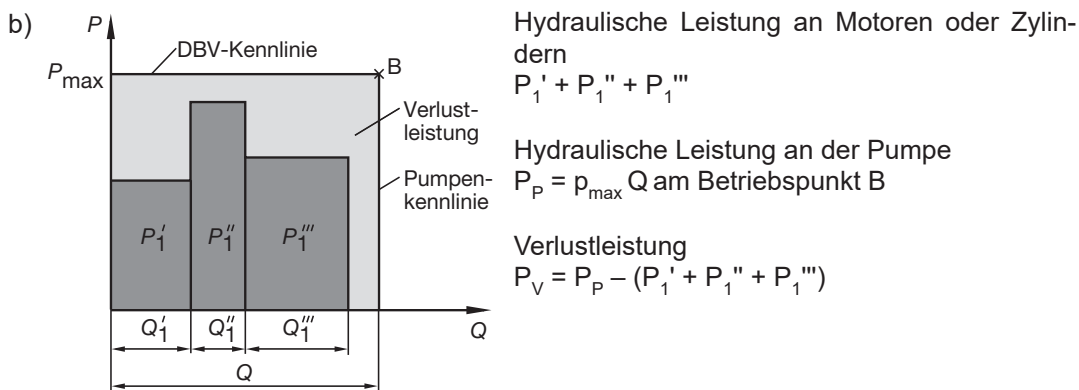
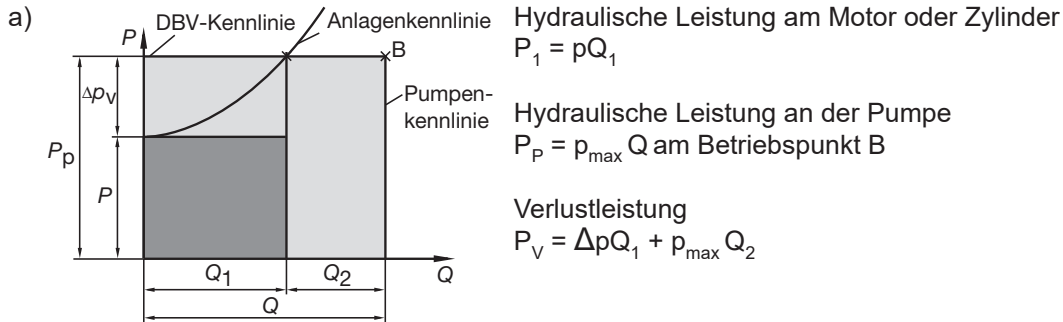


Bild 11.9: Leistungsverhältnisse bei Konstantdruckbetrieb mit Konstantpumpe
 a) bei einem Verbraucher b) bei mehreren Verbrauchern

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.

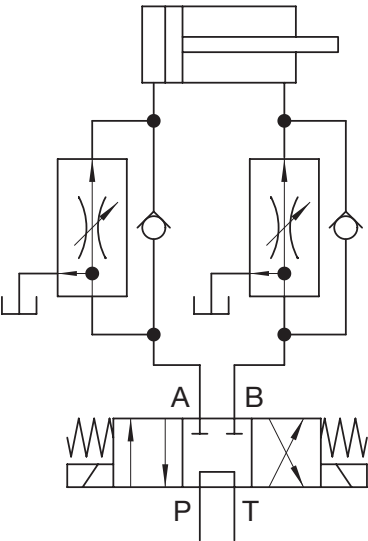


Bild 12.14: Schaltbild der 6. Lösung.

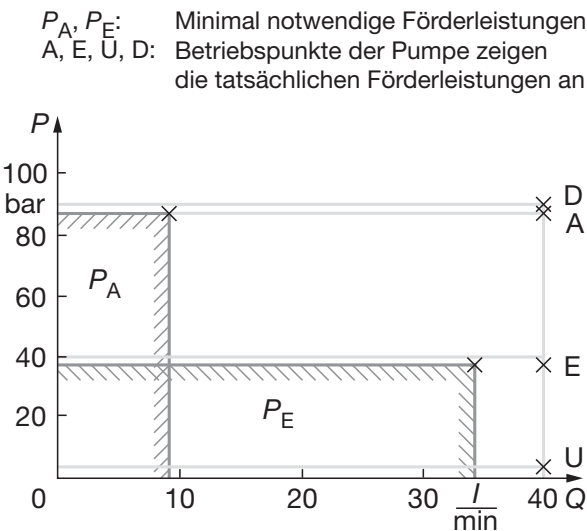


Bild 12.15: Leistungsdiagramm der 6. Lösung.

Phase	Zeit t/s	Förderstrom $Q/I \cdot \text{min}^{-1}$	Pumpendruck p_p/bar	Pumpenantriebs- leistung 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 $P_{\text{Mot}} = 7,5 \text{ kW}$	