

Leseprobe

Christiani

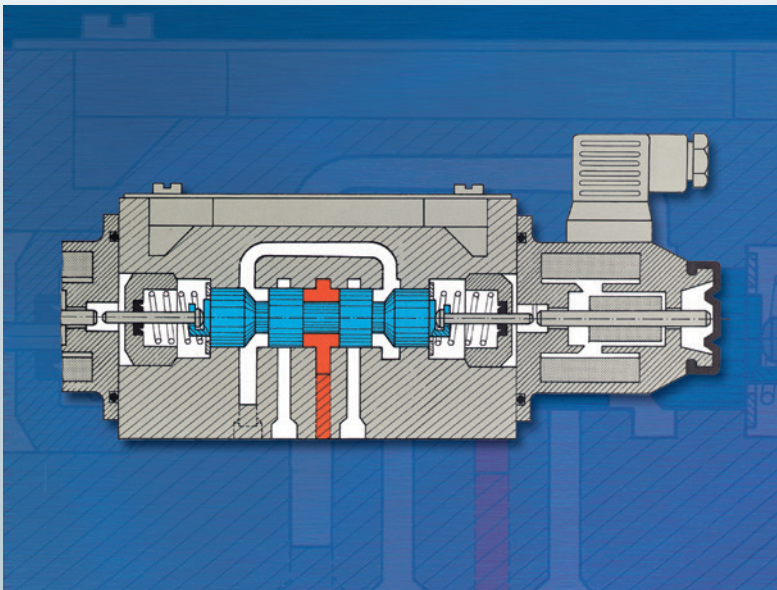
Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Metalltechnik

Hydraulik

Grundlagen

und Gerätekunde



Bestell-Nr. 80333
ISBN 978-3-87125-233-4

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

Inhaltsverzeichnis

Bitte auch das Sachwörterverzeichnis beachten

	Seite
Grundlagen	
Einführung	9
Meßtechnik	13
Antriebsaggregat	
Übungsgruppe A betreffend	
Druckflüssigkeiten	27
Behälter	40
Verschraubungen	47
Pumpen	57
Filter	79
Wegeventile und Motore	
Übungsgruppe B betreffend	
Wegeventile	87
Zylinder	98
Hydromotore	104
Schwenkantriebe	116
Sperr- und Absperrventile	
2-Wege-Einbauventile	
Übungsgruppe C betreffend	
Rückschlagventile	121
Rückschlagventile, entsperrbar	122
Absperrventile	123
2-Wege-Einbauventile	124
Stromventile	
Übungsgruppe D betreffend	
Drosselventile	133
Stromregelventile	135
Druckventile und druckabhängige elektrisch-hydraulische Signalgeber	
Übungsgruppe E betreffend	
Druckbegrenzungsventile, direktwirkend	145
Druckbegrenzungsventile, indirektwirkend	146
Druckschaltventile	151
Druckregelventile (Druckreduzier- oder Druckminder-ventile)	152
Druckschalter (Kolben, Membrane, Rohrfeder)	154
Stetigventile	
keiner Übungsgruppe zuzuordnen	
Proportionalventile	159
Servoventile	175
Speicher	
Speichersicherheit	
Übungsgruppe F betreffend	
Membranspeicher	183
Blasenspeicher	185
Kolbenspeicher	186
Anwendungen	187
Berechnungen	189
Sicherheitseinrichtungen	194
Prüfvorschriften	197
Schaltungstechnik und Berechnungen	
Übungsgruppe G betreffend	
Graphische Symbole, Schaltzeichen und Funktions- diagramme	203
Grundsaltungen	205
Anwendungsbeispiele	211
Projektierung von Anlagen	239
Inbetriebnahme, Wartung und Instandhaltung	
Übungsgruppe H betreffend	
Inbetriebnahme	245
Instandhaltung	247
Wartung	248
Fehlersuche	248
Instandsetzung	248
Literaturliste	251
Sachwörterverzeichnis	253

Technik wird immer komplexer und schwieriger. Steigende Anforderungen auch an Berufsanfänger in den Metallberufen machen eine Veränderung der Berufsbildung notwendig. Dieses Buch will dazu beitragen.

Der Anteil an Hydraulik ist in den einzelnen Berufen allerdings sehr unterschiedlich. Dem wird mit einem bausteinartigen System Rechnung getragen. Deshalb wurde zu dem bekannten Übungsbuch für den Auszubildenden dieser weiterbildende Zusatzband beigelegt, der eine Vertiefung für diejenigen Berufe ermöglicht, für die das Übungsbuch allein nicht ausreicht.

Die Kapitelaufteilung A bis H ist die gleiche wie im Übungsband. Veränderungen und Ergänzungen können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Besonderen Dank gilt den Sachverständigen, ohne sie wäre diese Unterlage nicht zustande gekommen.

Der Verlag bittet um etwaige Verbesserungsvorschläge. Eine so umfangreiche Unterlage ist nicht völlig mängelfrei zu gestalten. Nur in Zusammenarbeit mit der Aus- und Weiterbildungspraxis können optimale Lehr- und Lernunterlagen entwickelt werden.

Verstelleinheit für volumenstromabhängige Verstellung

Die volumenstromabhängige Verstellung hält – im Gegensatz zur druckabhängigen Verstellung – den Volumenstrom in einem System trotz schwankender Betriebsdrücke (auch variable Antriebsdrehfrequenzen) konstant und wird durch Anordnung einer Meßdrossel im Hauptstrom mit gleichzeitiger Druckeinwirkung auf das Regelventil realisiert.

Die dargestellte Volumenstromreglereinheit (Bild 27) kann in ihrer Wirkungsweise als Stromregelventil betrachtet werden. Mit der Meßdrossel 1 wird zunächst ein Volumenstrom eingestellt, der abhängig von der Druckdifferenz Δp ist. Der Druck vor der Meßdrossel wirkt auf den kleinen Stellkolben 2 und auf die Stirnfläche des Schiebers 3 im Regler. Der Druck nach der Meßdrossel wirkt im Federraum 4 auf die andere Stirnfläche des Schiebers. An diesem stellt sich Kräftegleichgewicht ein (Bild 28). Über die Längs- bzw. Querbohrung fließt ständig Steueröl ab, dadurch stellt sich ein definierter Druck am großen Stellkolben 6 ein. Steigt der Belastungsdruck, z.B. aufgrund höherer Belastung, so wird der Schieber im Regler nach links verschoben und der Querschnitt an der Steuerkante zum Tank verringert. Dadurch steigt der Druck im großen Stellkolben, das Fördervolumen steigt an. Der Druck vor der Meßdrossel steigt so lange, bis sich die vorherige

Druckdifferenz wieder einstellt. Damit ist ein konstanter Volumenstrom gewährleistet. Bild 29 zeigt den Schaltungsaufbau.

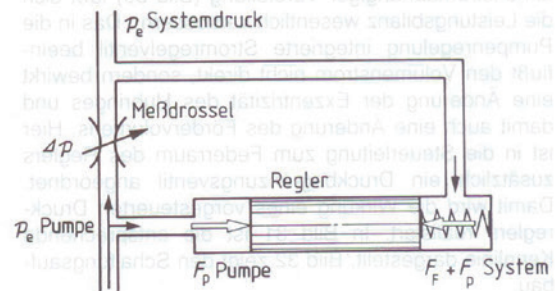


Bild 28 Der durch die Federkraft erzeugte Druck ist so groß wie Δp an der Meßdrossel (Prinzip Druckwaage)

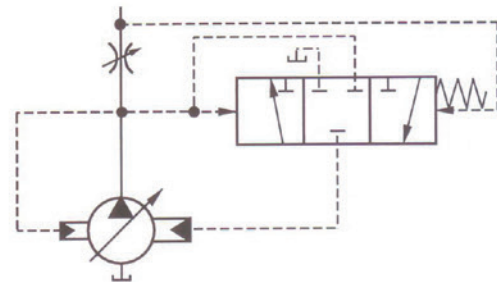


Bild 29 Schaltungsaufbau eines Pumpenstromreglers

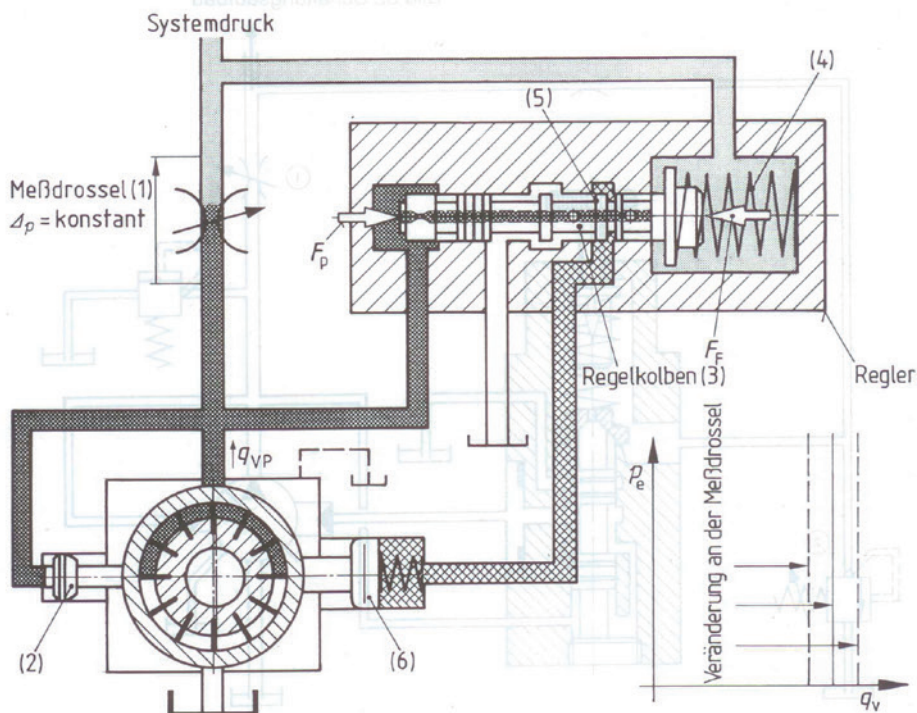


Bild 27 Volumenstromabhängige Verstellung

Bild 27a Kennlinien der Pumpe nach Bild 27

Kombinierte Druck-Volumenstrom-Regelung

Mit der dargestellten Kombination aus druck- und volumenstromabhängiger Verstellung (Bild 30) läßt sich die Leistungsbilanz wesentlich verbessern. Das in die Pumpenregelung integrierte Stromregelventil beeinflusst den Volumenstrom nicht direkt, sondern bewirkt eine Änderung der Exzentrizität des Hubringes und damit auch eine Änderung des Fördervolumens. Hier ist in die Steuerleitung zum Federraum des Reglers zusätzlich ein Druckbegrenzungsventil angeordnet. Damit wird die Wirkung eines vorgesteuerten Druckreglers realisiert. In Bild 31 ist die entsprechende Kennlinie dargestellt, Bild 32 zeigt den Schaltungsaufbau.

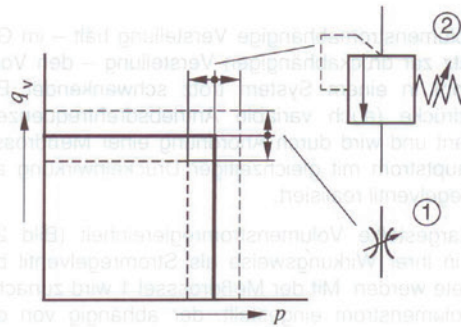


Bild 31 Kennlinie $p = f(q_V)$

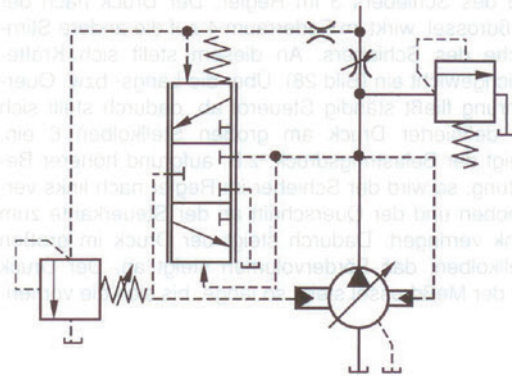
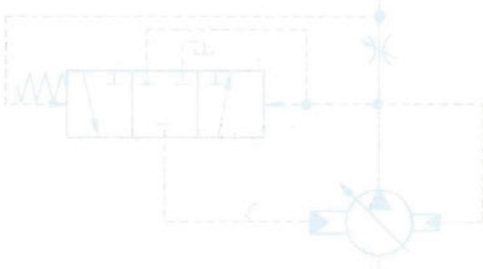


Bild 32 Schaltungsaufbau

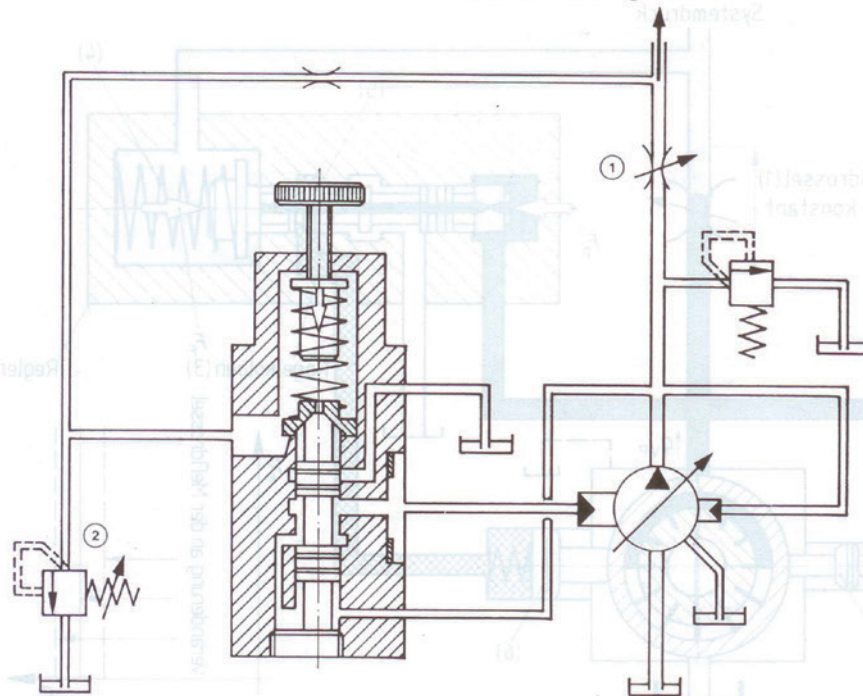


Bild 30 Kombinierte Volumenstrom-Druck-Regelung

Leistungsbegrenzung

In der Mobilhydraulik ist die Leistung des Dieselmotors immer zu nutzen, er soll aber nicht überlastet werden. Aus diesem Grunde kann die Hydraulik mit einer Leistungsbegrenzung ausgestattet sein. Bei einem hohen Druck (z.B. Anheben der vollen Schaufel eines Radladers) geht dabei der Volumenstrom zurück.

Bei manchen Anlagen ist es auch nicht erforderlich, die beiden Maximalwerte von Druck p und vom Volumenstrom q_V gleichzeitig bereitzustellen. So wird z.B. bei Tiefziehpressen die maximale Kraft (Druck) bei geringer Geschwindigkeit (Volumenstrom) oder umgekehrt gefordert.

Hydraulische Leistung

Die mechanische Leistung ist Arbeit (Kraft mal Weg) dividiert durch die dafür benötigte Zeit. Die Einheit der Leistung ist Nm/s = Watt.

Die hydraulische Leistung ergibt sich ebenfalls als Kraft mal Weg durch Zeit. Die hydraulische Arbeit ergibt sich aus Volumen (V) mal Druck (p). Das ist ebenfalls Kraft mal Weg (Einheitengleichung). Dividiert durch die Zeit ergibt sich für die Leistung also Volumenstrom (Volumen durch Zeit) mal Druck.

(In Watt bei SI-Einheiten; wird mit den üblichen Einheiten gerechnet, so muß, um kW zu erhalten, der Zahlenwert noch durch 600 dividiert werden)

$$P = q_V \cdot p_e$$

Bei der Leistungsbegrenzung soll die Leistung P konstant auf der Leistungsgrenze des Antriebsmotors gehalten werden. Aus der Gleichung ist ersichtlich, daß eine vorgegebene Leistung auf vielerlei Weise zu erreichen ist: mit kleinem Druck und hohem Förderstrom, aber auch umgekehrt. Dazwischen liegen alle anderen Kombinationen. Für Leistungen von 1kW und 3kW ist dieser Sachverhalt in Bild 33 dargestellt. Die sich ergebende Kurve ist mathematisch gesehen eine **Hyperbel**.

Der Leistungsbegrenzer fängt bei völlig ausgeschwenkter Pumpe, also dem größten Förderstrom (hier angenommen mit 36 l/min, Bild 34) an und läuft zunächst senkrecht bis zur Hyperbel je nach vorhandenem Druck hoch. Am Eckpunkt ist die eingestellte Leistung erreicht. Das immer flächengleiche Leistungsrechteck $q_V \cdot p_e$ geht von der "Reihenhauszeile" in ein "Hochhaus" über. Mit steigendem Druck vermindert sich der Förderstrom, die Leistung bleibt somit konstant.

Aus Bild 34 ist auch ersichtlich, daß bei der Leistungsbegrenzung keine Werte rechts von der Hyperbel möglich sind. Vorstehend wurde bei den anderen Regelungen gezeigt, daß es sinnvoll ist, auch links von der Hyperbel kleinere Leistungen wegen der Energieeinsparung zu fahren.

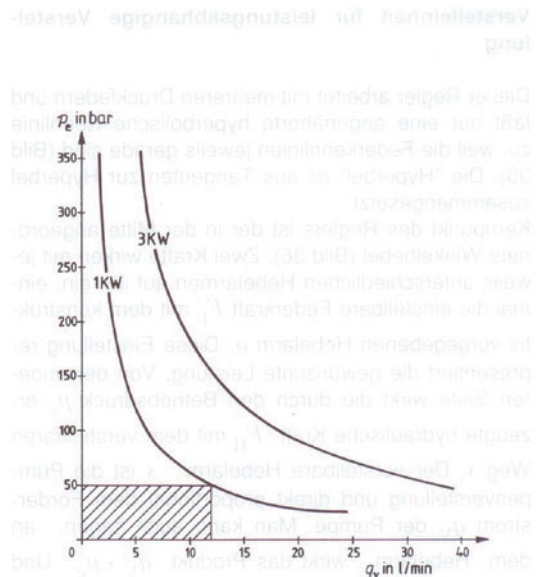


Bild 33 Leistungshyperbeln von 1 und 3 kW

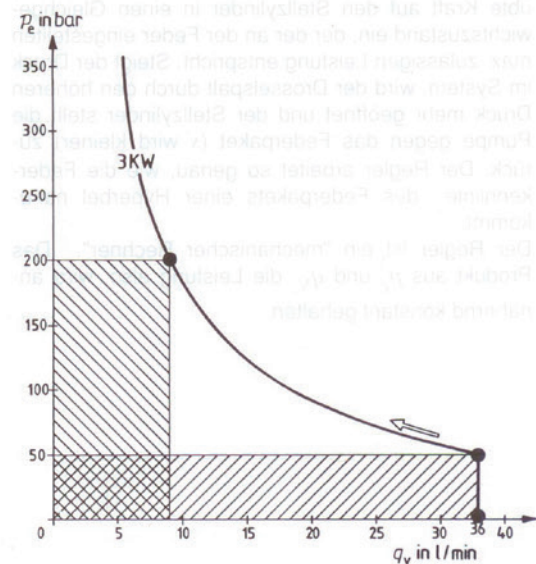


Bild 34 Leistungshyperbel, größter Förderstrom 36 l/min

Versteleinheit für leistungsabhängige Verstellung

Dieser Regler arbeitet mit mehreren Druckfedern und läßt nur eine angenäherte hyperbolische Kennlinie zu, weil die Federkennlinien jeweils gerade sind (Bild 35). Die "Hyperbel" ist aus Tangenten zur Hyperbel zusammengesetzt.

Kernpunkt des Reglers ist der in der Mitte angeordnete Winkelhebel (Bild 36). Zwei Kräfte wirken mit jeweils unterschiedlichen Hebelarmen auf ihn ein, einmal die einstellbare Federkraft F_F mit dem konstruktiv vorgegebenen Hebelarm a . Diese Einstellung repräsentiert die gewünschte Leistung. Von der anderen Seite wirkt die durch den Betriebsdruck p_e erzeugte hydraulische Kraft F_H mit dem verstellbaren Weg s . Der verstellbare Hebelarm s ist die Pumpenverstellung und direkt proportional dem Förderstrom q_V der Pumpe. Man kann auch sagen, an dem Hebelarm s wirkt das Produkt $q_V \cdot p_e$. Und das ist die bekannte Leistung.

Das ganze mechanisch-hydraulische System, bestehend aus Federpaket, Stellzylinder und Regler stellt sich über den Drosselspalt und die dadurch ausgeübte Kraft auf den Stellzylinder in einen Gleichgewichtszustand ein, der der an der Feder eingestellten max. zulässigen Leistung entspricht. Steigt der Druck im System, wird der Drosselspalt durch den höheren Druck mehr geöffnet und der Stellzylinder stellt die Pumpe gegen das Federpaket (s wird kleiner) zurück. Der Regler arbeitet so genau, wie die Federkennlinie des Federpakets einer Hyperbel nahekommt.

Der Regler ist ein "mechanischer Rechner". Das Produkt aus p_e und q_V , die Leistung also, wird annähernd konstant gehalten.

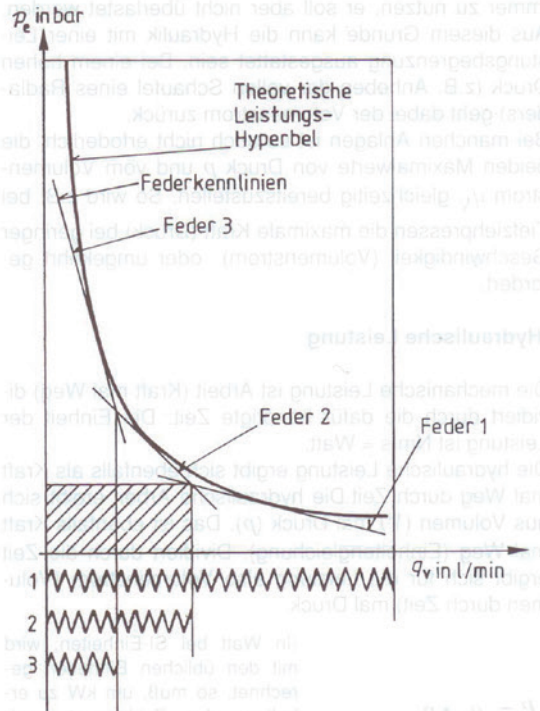


Bild 35 - Angenäherte Hyperbel bei einem Federregler durch nacheinander erfolgende Federwirkung

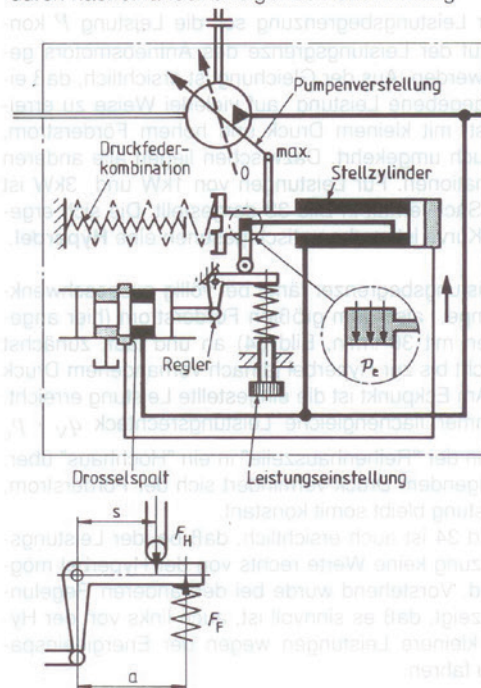


Bild 36 Leistungsregler in mechanischer Ausführung mit Feder

Bei dem in Bild 37 dargestellten Leistungsregler gelangt der Betriebsdruck über Kanal 1 zum Meßkolben 2. Dessen Kraft wird über die Wippe 3 auf den Ventilschieber 4 übertragen und mit der Kraft der Federn 5.1 und 5.2 verglichen. Über dieses Federpaket wird die Form der Leistungshyperbel angenähert. Die aus diesem Kraftvergleich resultierende Schieberbewegung steuert den Druck im Stellkolben 7 und damit die Position des Hubringes 8 (hier z.B. Radialkolbenpumpe). Die Rückführung der Position des Hubringes 8 erfolgt wieder über den Stößel 6 (Rückführung durch Kraftvergleich). Bild 38 zeigt den Schaltungsaufbau in symbolischer Darstellung.

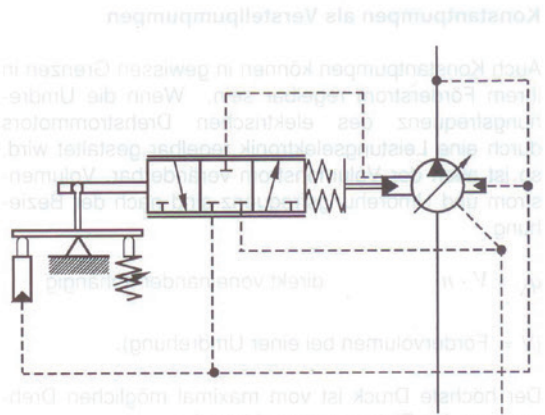


Bild 38 Schaltungsaufbau

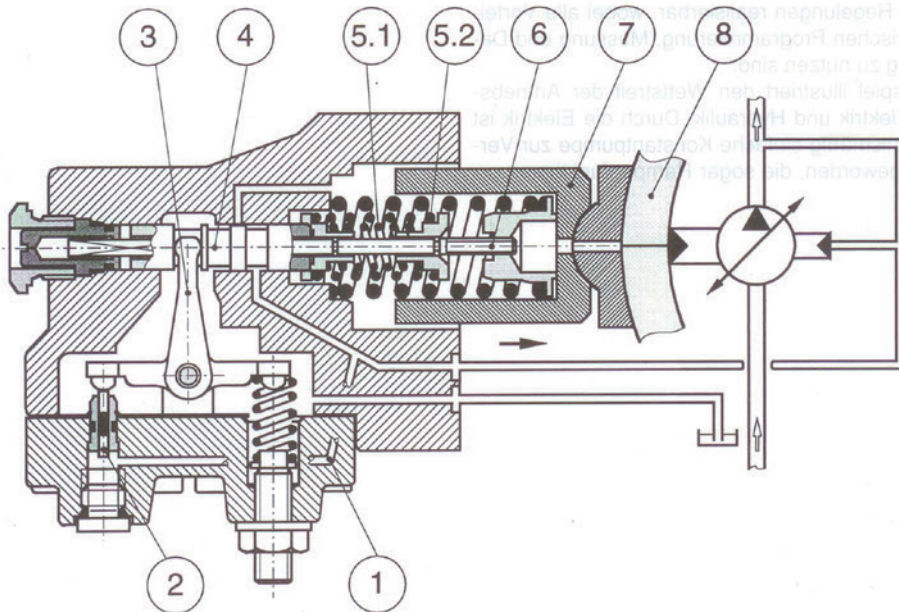


Bild 37 Leistungsabhängige Verstellung an einer Radialkolbenpumpe