

Logikelemente

Anwendungen

SUNs Logikventile in Einschraubbauweise können in einer Vielzahl von hydraulischen Schaltkreisen eingesetzt werden. Sie übernehmen je nach Ausführung die Funktionen von Wegeventilen, Stromventilen oder Druckventilen.

SUN unterscheidet generell zwischen zwei Arten von Logikelementen:

REGELNDE VENTILE arbeiten als Hauptstufen in Druckbegrenzungs- und Druckregelanwendungen. In Verbindung mit einer Festblende, einer Verstelldrossel oder einem Proportional-Wegeventil können sie als 2-Wege oder 3-Wege (Bypass-) Druckwaage eingesetzt werden.

SCHALTENDE VENTILE werden als Wegeventile eingesetzt. Dabei sind von Vorteil die geringe Baugröße, die hohe Schaltgeschwindigkeit, die geringe Leckage, die Verschmutzungsunempfindlichkeit und die Vielzahl von Verstellmöglichkeiten.

Zusätzlich zu den drei bekannten Arten von Logikfunktionen wie unbetätigt offene, unbetätigt geschlossene Regелеlemente und sperrbare Schaltelemente bietet SUN auch entsperbare Schaltelemente an. Diese Ventile gibt es sowohl in Sitz- als auch in Schieberbauweise. Ohne Ansteuersignal sind diese Komponenten in beiden Richtungen absolut dicht und ermöglichen eigensichere Schaltungen. Die schaltenden Logikelemente werden in druckausgeglichener und nicht druckausgeglichener Bauweise angeboten, wodurch die Flexibilität bei der Planung einer Steuerung weiter erhöht wird.

Möglichkeiten der Ansteuerung

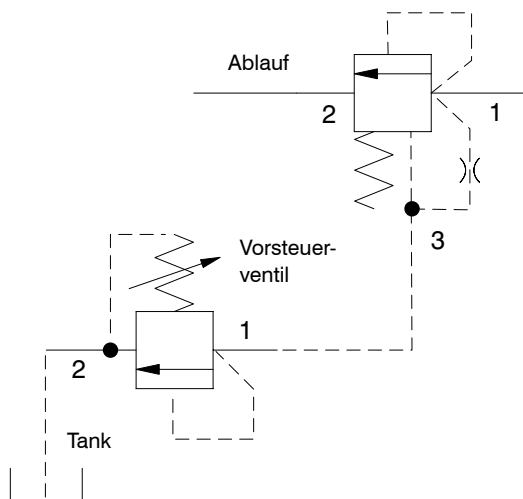
Schaltende Logikelemente sind vorgesteuert und werden üblicherweise von Magnetventilen betätigt. Da jedes Ventil nur eine einzige Funktion steuert, ist es möglich, das Timing, die Schaltreihenfolge und die Überdeckung eines klas-

sischen Wegeventils exakt nachzubilden. Dabei erzeugen Mikroprozessoren die Ansteuersignale für jedes einzelne Ventil. Bei nicht druckausgeglichenen Ventilen muss die Größe des Ansteuerdrucks im Vergleich zu dem Druck an den Arbeitsanschlüssen in Betracht gezogen werden. Bei druckausgeglichenen Ventilen hingegen genügen 20-25 bar, um ein zuverlässiges Schalten zu ermöglichen. Die Logikventile gibt es auch mit einer integrierten T-8A Einschraubbohrung, in die das Vorsteuerventil direkt eingeschraubt werden kann.

Auswahl der Baugröße

Da jedes schaltende Logikelement nur eine Funktion in der Schaltung steuert, kann es genau den Durchflussanforderungen der jeweiligen Leitung angepasst werden. Zum Beispiel hat ein Zylinder üblicherweise auf der Stangenseite einen geringeren Volumenstrom als auf der Bodenseite. Wenn ein einziges Wegeventil in Schieberbauweise eingesetzt wird, muss

LR*A als Hauptstufen-Druckbegrenzungsventil



LP*A als Hauptstufen-2-Wege Druckregelventil

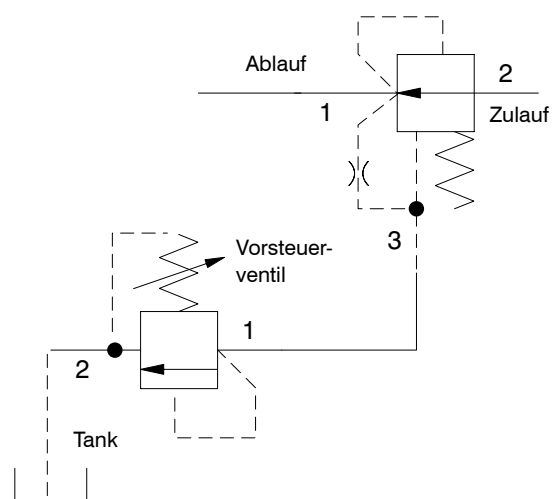


Bild 1:
Regelnde Logikelemente als Hauptstufen-Druckventile

es für den höchsten auftretenden Durchfluss ausgelegt sein. Bei sehr hohen Anforderungen an den Volumenstrom können zwei Ventile parallel geschaltet werden.

Designkonzepte, Eigenschaften und Überlegungen zu Schaltungsvarianten

Regelnde Elemente – LP*C und LR*C

Regelnde Logikelemente werden benutzt bei Druck- und Stromregelungen. Druckregelfunktionen einschließlich Druckbegrenzung, 2-Wege Druckregelung, Entlastung und Folgefunktionen können realisiert werden. Zusammen mit einer externen Blende arbeiten diese Ventile als 3-Wege Stromregler (Bypass-Stromregelung). SUN bietet zwei grundsätzlich verschiedene Logikelemente an:

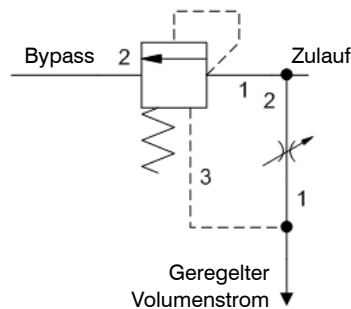
- LP*C unbetätigt offene Regelelemente arbeiten als Hauptstufen-Druckminderventile oder als 2-Wege Stromregler.
- LR*C unbetätigt geschlossene Regelelemente arbeiten als Hauptstufen-Druckbegrenzungsventile oder als 3-Wege Stromregler (Bypass-Stromregelung).

Die regelnden Logikelemente von SUN zeichnen sich durch einen druckausgeglichenen Kolben aus, was konstruktionsbedingt zu einem sehr stabilen Betrieb führt. Bei allen Ventilen liegt die zu regelnde hydraulische Größe am Anschluss 1 an, gesteuert durch den Druck an Anschluss 3.

Als Hauptstufenventile, die große Volumenströme mit kleinen Steuerölströmen beeinflussen, tragen diese Einschraubventile einen großen Teil zu der Flexibilität von Schaltungen bei. Eine Druckbegrenzung/-regelung erfordert eine Verbindung zwischen dem zu regelnden Anschluss 1 und der Vorsteuerung an Anschluss 3 über eine Blende (Siehe Bild 1). Alle Eigenschaften einer entlastbaren Druckbegrenzung/-regelung wie Entlasten, Sperren und mehrstufige Druckeinstellungen können mit diesen Ventilen in den Schaltungen realisiert werden. SUNs handbetätigte, direkt gesteuerte Druckbegrenzungsventile RBAC, die proportionalen Druckbegrenzungsventile RBAP und die DA*L Magnetventile eignen sich hervorragend als Vorsteuerventile für diese Logikelemente.

Als Stromregler werden diese regelnden Ventile dazu benutzt, den Druckabfall

LR*C als 3-Wege Stromregler



LP*C als 2-Wege Stromregler

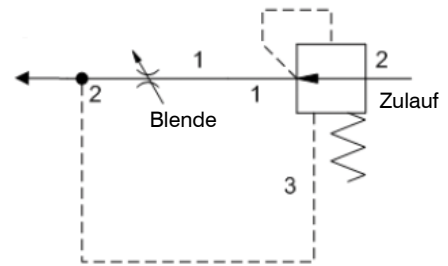


Bild 2: Regelnde Logikelemente als Stromregler

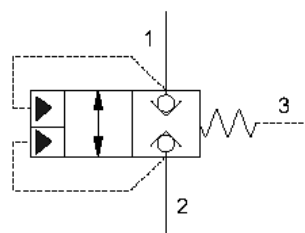
über eine Festblende oder eine verstellbare Drossel unabhängig von Druckschwankungen vor und hinter der Blende konstant zu halten. Sie arbeiten entweder als unbetätigt offener 2-Wege Stromregler oder als 3-Wege Stromregler (Bypass-Stromregelung). Siehe Bild 2.

Nicht druckausgeglichene, schaltende Logikelemente – LO*C und LK*C

Diese schaltenden 2/2-Wegeventile mit drei Anschlüssen und nicht druckausgeglichenem Schieber werden über den Anschluss 3 angesteuert. Der Steuerdruck kann extern zugeführt werden, aber auch intern vom Anschluss 1 oder 2, abhängig vom gewählten Modellcode. SUN unterscheidet generell zwischen zwei Arten von nicht druckausgeglichenen, schaltenden Logikelementen (Siehe Bild 3):

- LO*C sperrbare Ventile, unbetätigt offen
- LK*C entsperrbare Ventile, unbetätigt geschlossen

LO*C Sperrbares Schaltelement



LK*C Entsperrbares Schaltelement

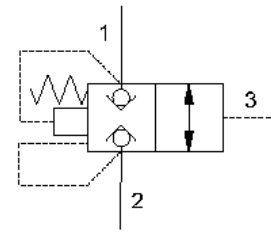


Bild 3: Nicht druckausgeglichene, schaltende Logikelemente

während eines kompletten Zyklus' müssen in Betracht gezogen werden, um ein sicheres und funktionsfähiges System zu erhalten. Logikventile mit internem Steueröl sind die Grundursache für viele problembehaftete Anwendungen. LK** Ventile beginnen zu öffnen bei 3,5 bar, sind aber erst bei 20 bar ganz geöffnet. Die Schließzeit von LO** ist sehr schwierig vorherzusagen und kann um mehr als eine Größenordnung variieren. Ventile mit internem Steueröl und einem integrierten Wechselventil (L**D) haben einen Ölstrom durch das Wechselventil, der oft übersehen wird.

Beim Betrieb von LO*C Ventilen

versucht Druck an Anschluss 1 oder 2 das Ventil zu öffnen, während die Feder und der Steuerdruck an Anschluss 3 das Ventil zu schließen versucht. Das Ventil wird öffnen, wenn die Kräfte, die durch die Drücke an den Anschlüssen 1 und 2 hervorgerufen werden, größer sind als die Gesamtkraft an Anschluss 3. Obwohl die typischen, sperrbaren DIN-Schaltelemente ein Flächenverhältnis $A1 = A2$ und $A3 = A1 + A2$ haben, haben SUNs nicht druckausgeglichene Logikelemente ein etwas anderes Flächenverhältnis. Das muss bei der Auslegung der Schaltung beachtet werden (Siehe Bild 4). Wenn zum Beispiel ein LO*C am Anschluss 3 entlastet wird, wird das Ventil in beiden Richtungen offen sein bei einem Druck von 3,5 bar an Anschluss 1 oder bei 4,5 bar an Anschluss 2. Wenn Steuerdruck an Anschluss 3 anliegt, entsteht eine Kraft (die Federkraft eingeschlossen), die versucht, das Ventil zu schließen. Falls Anschluss 3 entlastet wird oder wenn entsprechend hohe Drücke an Anschluss 1 und 2 anliegen, wird das Ventil öffnen. Die Flächenverhältnisse, die in Bild 5 dargestellt sind, lassen folgendes erkennen:

$A3 : A1 = 1,8 : 1$, das bedeutet, dass 100 bar an Anschluss 3 das Ventil gegen einen Druck von 180 bar an Anschluss 1 geschlossen halten, wenn Anschluss 2 zum Tank entlastet ist. $A3 : A2 = 2,25 : 1$, das bedeutet, dass das Ventil bei 225 bar an Anschluss 2 noch geschlossen ist bei entlastetem Anschluss 1.

Beim Betrieb von LK*C Ventilen

wirkt Druck an Anschlüssen 1 und 2 zusammen mit der Federkraft schließend. Steuerdruck an Anschluss 3 hat öffnende Wirkung. Das Ventil wird schließen, wenn die Kräfte, die durch die Drücke an Anschlüssen 1 und 2 (plus der Federkraft) größer sind als die Kraft an Anschluss 3. Falls Anschluss 3 entlastet wird, wird das Ventil schließen, unabhängig von den Drücken an 1 und 2.

Steuerdruck an Anschluss 3 hat eine öffnende Wirkung. Dabei muss die Federkraft von der Druckkraft an Anschluss 3 abgezogen werden. Das Ventil wird schließen beim Entlasten von Anschluss 3 oder durch entsprechend höhere Drücke an Anschluss 1 und 2. Die Flächenverhältnisse, die in Bild 5 dargestellt sind, lassen folgendes erkennen:

$A3 : A1 = 1,8 : 1$ oder 100 bar an Anschluss 3 werden das Ventil öffnen bei 180 bar an Anschluss 1 und Anschluss 2 entlastet zum Tank.

$A3 : A2 = 2,25 : 1$ oder 100 bar an Anschluss 3 werden das Ventil öffnen bei 225 bar an Anschluss 2 und Anschluss 1 entlastet zum Tank.

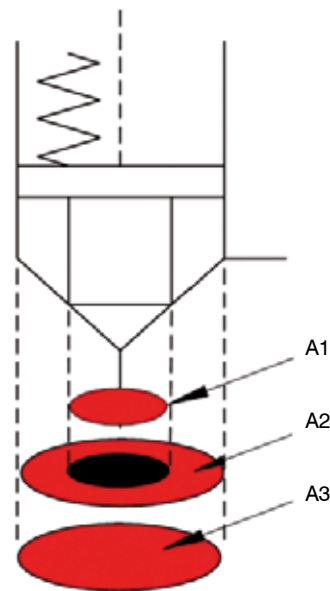


Bild 4:
Vergleich der Flächenverhältnisse

DIN Bauweise
Anschluss 1 (A1) = 100 %
Anschluss 2 (A2) = 100 %
Anschluss 3 (A3) = 200 %

SUN Bauweise
Anschluss 1 (A1) = 100 %
Anschluss 2 (A2) = 80 %
Anschluss 3 (A3) = 180 %

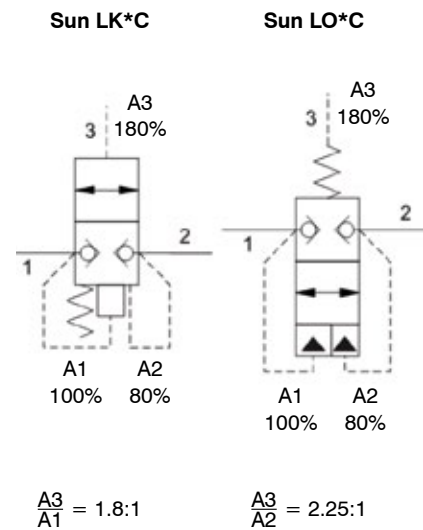


Bild 5:
Flächenverhältnisse an nicht druckausgeglichenen Logikelemente von SUN

Druckausgeglichene, schaltende Logikelemente – DO*S und DK*S, DO*R und DK*R

Diese schaltenden Ventile mit 4 Anschlüssen haben einen druckausgeglichenen Kolben in Sitzbauweise. Diese 2-Wegeventile nutzen den Anschluss 3 zur Ansteuerung. Druck am Entlastungsanschluss 4 wirkt dem Ansteuerdruck direkt entgegen. Der externe Ansteuerdruck sollte wenigstens 21 bar betragen, um ein zuverlässiges Schalten zu ermöglichen. Die D**S Ventile sind direkt gesteuert, während die D**R Versionen entlastbar sind. Es sind auch Versionen mit drei Anschlüssen erhältlich, dadurch wird der Austausch mit nicht druckausgeglichenen Ventilen gleicher Funktion ermöglicht. Die Entlastungsfunktion von Anschluss 4 wird durch einen externen Anschluss oder durch eine atmosphärische Entlastung im Sechskant erreicht. SUN bietet zwei grundsätzlich unterschiedliche Versionen der druckausgeglichenen, schaltenden Logikelemente an (Jede Version gibt es direkt gesteuert und entlastbar):

- Druckausgeglichene, schaltende Ventile DO*S (sperrbar) und DO*R (entlastet geschlossen)
- Druckausgeglichene, schaltende Ventile DK*S (entsperrbar) und DK*R (entlastet offen). Siehe Bild 6.

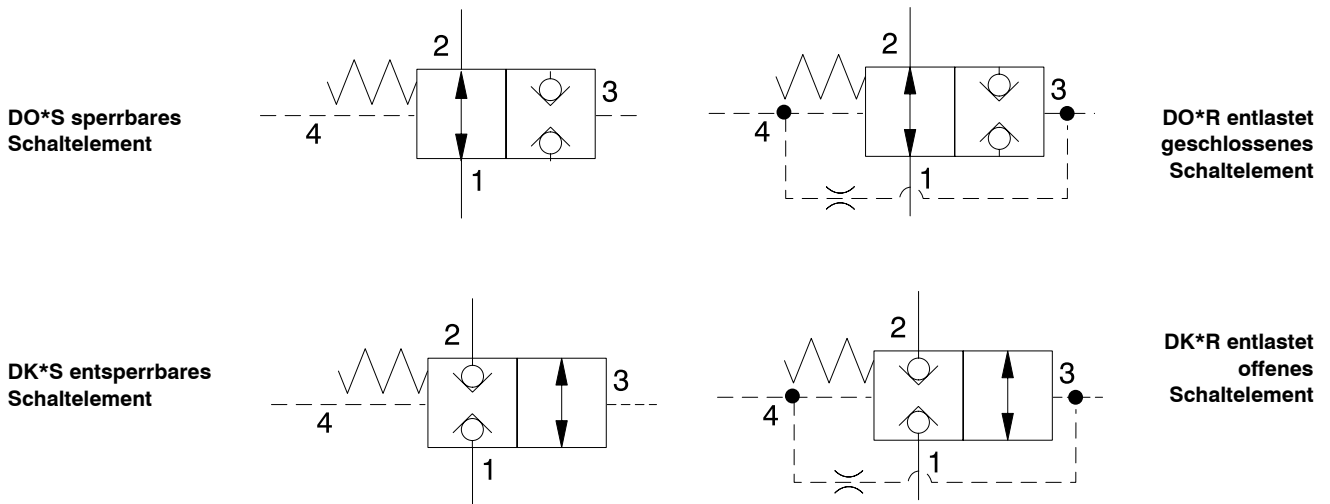


Bild 6:
Druckausgegliche, schaltende Logikelemente

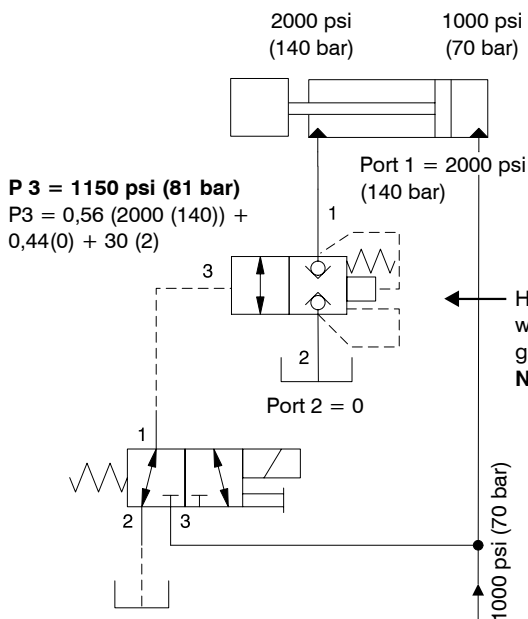
Überlegungen zu Schaltungsvarianten von druckausgeglichenen Logikelementen

Im Gegensatz zu den nicht druckausgeglichenen Ventilen sind die druckausgeglichenen Varianten der Schaltventile

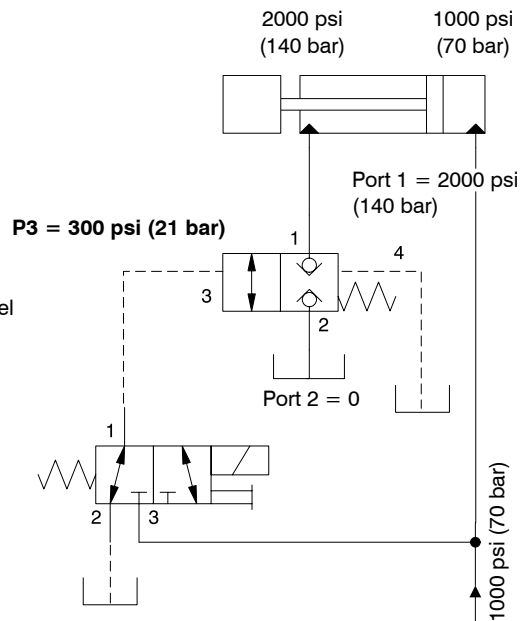
NICHT druckabhängig. Druck an Anschluss 1 oder 2 hat keinen Einfluss auf das Öffnen oder Schließen des Kolbens. Nur der Druck an Anschluss 3, verglichen mit dem Druck am Entlastungsanschluss 4, entscheidet über die Position des Kolbens. **Wegen der druckausgeglichenen Bauweise ist die Betrachtung aller Aspekte des Gesamtsystems weniger kritisch.** Die einzige Forderung, die be-

achtet werden muss, ist eine minimale Steuerdruckdifferenz von 21 bar zwischen Anschluss 3 und 4, wenn der Kolben bewegt werden soll. Siehe Bild 7 für eine grundlegende Unterscheidung des benötigten Steuerdrucks bei nicht druckausgeglichenen und druckausgeglichenen Logikelementen.

Nicht druckausgeglichenes, entsperrbares Schaltelement



Druckausgeglichenes, entsperrbares Schaltelement



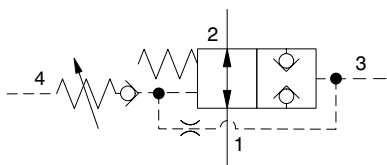
Hinweis: In diesem Beispiel wird das nicht druckausgegliche Logikelement **NICHT** öffnen!

Bild 7:
Benötigte Steuerdrücke für nicht druckausgegliche und druckausgegliche Schaltventile

Druckausgeglichene Schaltventile mit einstellbarem Steuerdruck – DO*P und DK*P

Die Möglichkeit eines einstellbaren Gegendrucks gibt es bei den DO*P und DK*P Ventilen. Damit kann der Steuerdruck am Anschluss 3 eingestellt werden, bei dem das Ventil schaltet. Diese Schaltventile mit vier Anschlüssen sind eigentlich entlastbare Ventile mit einem Druckbegrenzungsventil zwischen interner Blende und dem Anschluss 4. Der Gegendruck erhöht den benötigten Steuerdruck an Anschluss 3 (Siehe Bild 8).

DO*P Einstellbares, sperrbares Schaltelement



DK*P Einstellbares, entsperbares Schaltelement

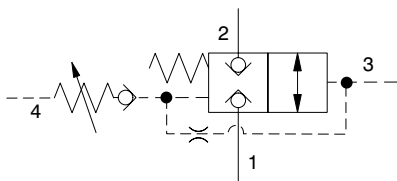
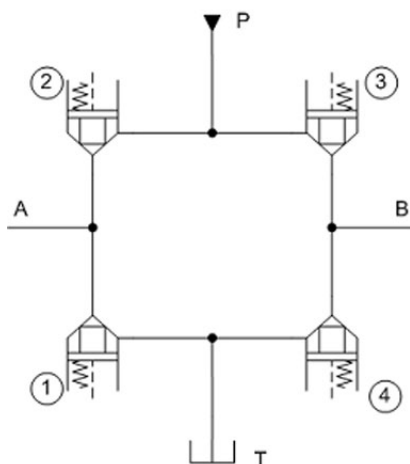


Bild 8: Druckausgeglichene, schaltende Logikelemente mit Schalldruck-einstellung



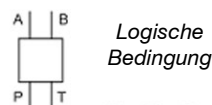
Schlüssel:
O = offen
X = gesperrt

**Diese Bedingung trifft auch zu, wenn nur ein Element gesperrt ist*



Hinweis: Alle schaltenden Logikelemente von SUN sind Sitzventile, daher ist die Leckage zwischen Anschluss 1 und 2 praktisch Null. Außerdem haben diese Ventile einen abgedichteten Steuerkolben, der eine mögliche Leckage zwischen Vorsteuerung und den Arbeitsanschlüssen unterbindet. Im Gegensatz zu den typischen DIN Ventilen kann bei den nicht druckausgeglichenen SUN Logikelementen jeder Arbeitsanschluss genutzt werden, um Vorsteueröl abzuweigen, ohne dass die Gefahr eines Druckverlusts über die Vorsteuersektion bestehen würde.

Gleichwertiges Schieberventil-Symbol



	(1)	(2)	(3)	(4)
1.	X	O	X	O
2.	O	X	O	X
3.	X	O	O	X
4.	O	X	X	O
5.	O	O	X	X
6.	X	X	O	O
7.*	O	O	O	O
8.	X	O	X	X
9.	X	X	X	O
10.	X	X	O	X
11.	O	X	X	X
12.	X	X	X	X

Bild 9: Wegeventilschaltungen mit sperrbaren Schaltelementen

Schaltelemente als Wegeventile

Vier schaltende Logikelemente werden benötigt, um die Funktion eines 2/2-Wege-Schieberventils nachzubilden. Für jeden Anschluss P, T, A und B wird ein Ventil benötigt. Da das Öffnen und Schließen jedes einzelnen Ventils separat gesteuert wird, erhält man 12 verschiedene Schaltungen. Bild 9 zeigt die möglichen Schieberkonfigurationen. Wenn schaltende Logikelemente eingesetzt werden ist es möglich, von einer Schaltstellung in die andere zu gelangen, ohne eine Mittelstellung zu durchlaufen. Das Öffnen der Ventile kann genau kontrolliert werden, wodurch ein weicher Übergang erreicht wird, während die meisten Schieberventile nur drei Stellungen haben und immer die Mittelstellung durchlaufen müssen beim Ändern der Schaltstellung. Die Öffnungs-

reihenfolge und die Schaltbedingungen sind starr festgelegt durch die Schieberkonfiguration und die Überdeckung. Bild 9 zeigt die 12 typischen Schaltungen von 2/2-Wegeventilen, wobei sperrbare Logikelemente zum Einsatz kommen.

Weiche Dekompression mit den druckausgeglichenen Logikventilen DK*P

Das Minimieren des Entlastungsschlags beim Reversieren eines Zylinders kann zu einer Herausforderung werden, wenn entweder Wegeventile in Schieberbauweise oder einfache, nicht druckausgeglichene Logikelemente zum Einsatz kommen. Das Design der entlastet offenen, druckausgeglichenen DK*P Logikventile erlaubt beim Durchfluss von Anschluss 1 nach 2 ein sehr weiches Dekomprimieren der Bodenseite eines Zylinders zum Tank. Wird der Steuerdruck mit einem Druckregelventil

eingestellt, kann eine Gesamtschaltzeit von etwa 50 bis 300 ms erreicht werden (Siehe Bild 10). Beachten Sie bitte, dass die Dekompressionscharakteristik nichts mit der internen Blende zu tun hat. Da die druckbeaufschlagte Fläche nicht ansteigt während des Öffnens (im Gegensatz zur nicht druckausgeglichenen Bauweise), beeinflussen die Drücke an den Arbeitsanschlüssen nicht direkt die Schaltzeit. Die schiebertypischen Strömungskräfte haben nur einen geringen Einfluss. Das Ergebnis ist eine Dekompression, die sehr gleichmäßig und vorhersehbar abläuft. Alle entlastet offenen und entlastet gesperrten Logikventile von SUN gibt es auch mit integrierter T-8A Vorsteuerbohrung, was zu einfacheren Schaltungen und damit auch zu billigeren Steuerblöcken führt.

Logikelemente

Mehrfach-Logikventile für höhere Volumenströme

Die meisten der SUN Serie 4 Logikelemente haben Nennvolumenströme bis zu 300 l/min bei 7 bar Druckabfall. Das Ventil LO*J erlaubt 480 l/min, ebenfalls bei 7 bar Druckabfall. Bei Mehrfachventilen muss

das Vorsteuerventil an die Ölverdrängung der Vorsteuerung in den Hauptstufen angepasst sein. Wenn Sie ein druckausgeglichenes, entlastet offenes DKJR Ventil einsetzen, um die Möglichkeit der weichen Dekompression zu nutzen, kann die Schließzeit manchmal ein Problem sein. Wird ein 3/2-Wege Vorsteuerventil einge-

setzt, kann das schnelle Schließen durch „Kurzschießen“ der internen Blenden des Ventils erreicht werden, während das weiche Öffnen weiterhin erhalten bleibt. Bild 11 zeigt eine typische Schaltung mit drei Logikventilen, die kontrollierte Dekompression mit schnellem Schließen kombiniert.

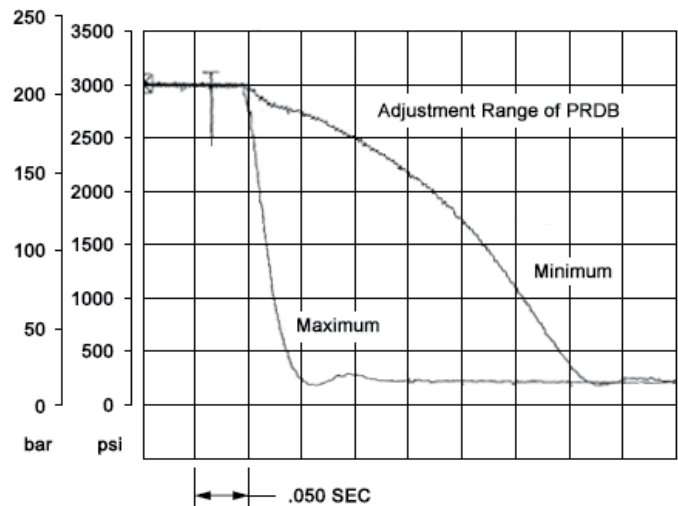
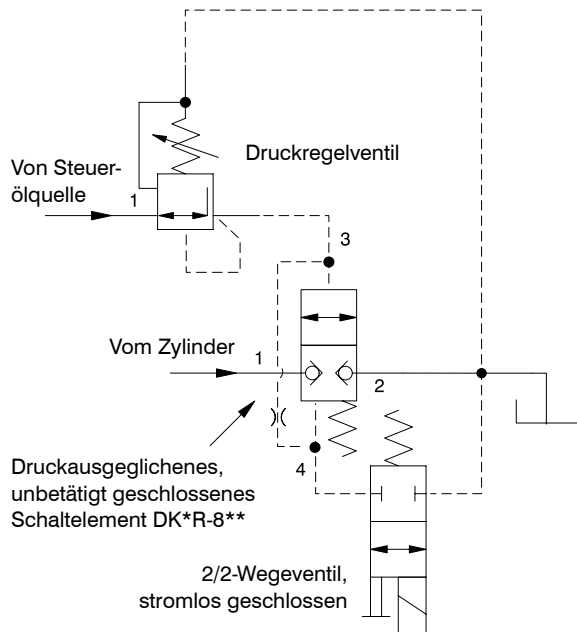


Bild 10:
Weiche Dekompression mit einem druckausgeglichenes, entlastet offenes Logikventil

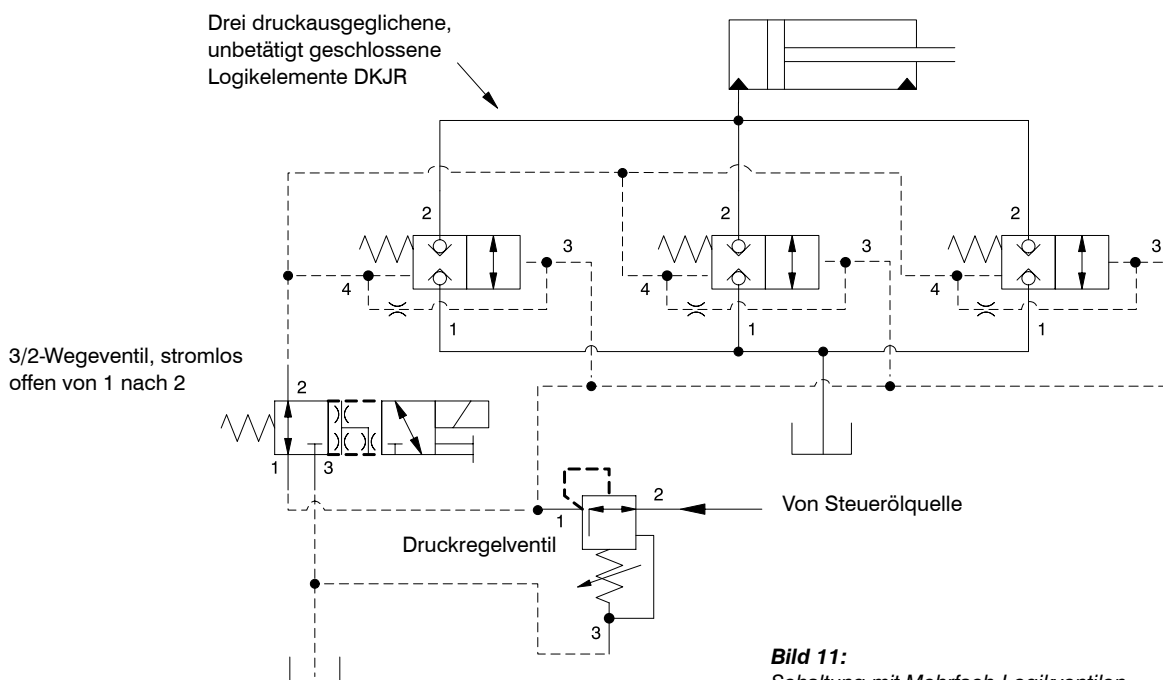


Bild 11:
Schaltung mit Mehrfach-Logikventilen für höhere Volumenströme

Überlegungen zu Schaltungen mit Logikelementen

Beim Auswählen von Logikelementen für eine typische 4/2-Wegeventilschaltung müssen einige grundsätzliche Dinge beachtet werden:

- Korrekte Größe der Ventile entsprechend der Durchflüsse in jedem Zweig der Schaltung.
- Verfügbarer Druck im gesamten Arbeitskreis zur Vorsteuerung.
- Auswahl und Platzierung der Vorsteuerventile gemäß der Schaltung
- Typ oder Funktion der Ventile (z. B. entsperbar, sperrbar, druckausgeglichen oder nicht druckausgeglichen, regelnd) für jede Position der Schaltung.

In Bild 12 wird als Referenz eine normale 4-Wege Zylinderschaltung gezeigt. In dieser Schaltung wird davon ausgegangen, dass ein Eilgang gewünscht wird und der Zylinder ein Flächenverhältnis von 2:1 hat.

Die Schaltung bietet die Möglichkeit einer weichen Dekompression (Ventil 1) und ein Ventil, das den Kolben bodenseitig leckagefrei einspannt, solange kein Signal zum Einfahren anliegt (Ventil 2). Ebenso ist es bei dieser Art Schaltung zu empfehlen, eine Druckbegrenzung auf der Stangenseite zum Tank vorzusehen (Ventil 4). Diese Funktion schützt das System vor Druckübersetzungen, die durch den Differentialzylinder hervorgerufen werden. Die Ventile 3 und 4 müssen nur die Hälfte des Nennvolumenstroms der Ventile 1 und 2 haben, die beide für den doppelten Pumpenstrom ausgelegt sind.

Variationen mit Logikelementen

3-Wege Vorzugsdruckwaagen – LH*A

Die 3-Wege Vorzugsdruckwaagen LH*A von SUN bilden zusammen mit einer externen Blende 2-Wege bzw. 3-Wege Stromregler. Ein Volumenstrom am Anschluss 3 wird zuerst zum Anschluss 2 geleitet, der den Vorzugsstrom führt. Restöl fließt zum Anschluss 4. Der Druck des Öls hinter der Blende wird auf den Anschluss 1 gelegt.

Sowohl Volumenstrom als auch Druck auf der Vorzugsölseite sind unabhängig vom Druck auf der Restölseite. Im Gegensatz zu anderen SUN Serie „F“ 3-Wege-Vorzugsstromregelventilen kann der Vorzugsölstrom abgeschaltet oder der Anschluss 2 gesperrt werden und Anschluss 4 wird den vollen Volumenstrom führen. Der gesperrte oder reduzierte Vorzugsölstrom wird durch ein kleines Vorsteuer-Druckbegrenzungsventil im Steuerkreis bestimmt (Bilder 13 und 14).

Beachten Sie, dass der Druck des Vorzugsölstroms an Anschluss 2 nicht geringer als die Federkraft (5 oder 7 bar) sein darf, um einen Restölstrom zu erzeugen. Die Leistungsparameter enthalten:

- Der Vorzugsölstrom kann mit einem Vorsteuer magnetventil ein- und ausgeschaltet werden.
- Der Bypassdruck an Anschluss 4 darf höher sein als der Druck am geregelten Anschluss 2.
- Diese Ventile arbeiten sowohl in Systemen mit offener als auch geschlossener Mittelstellung.

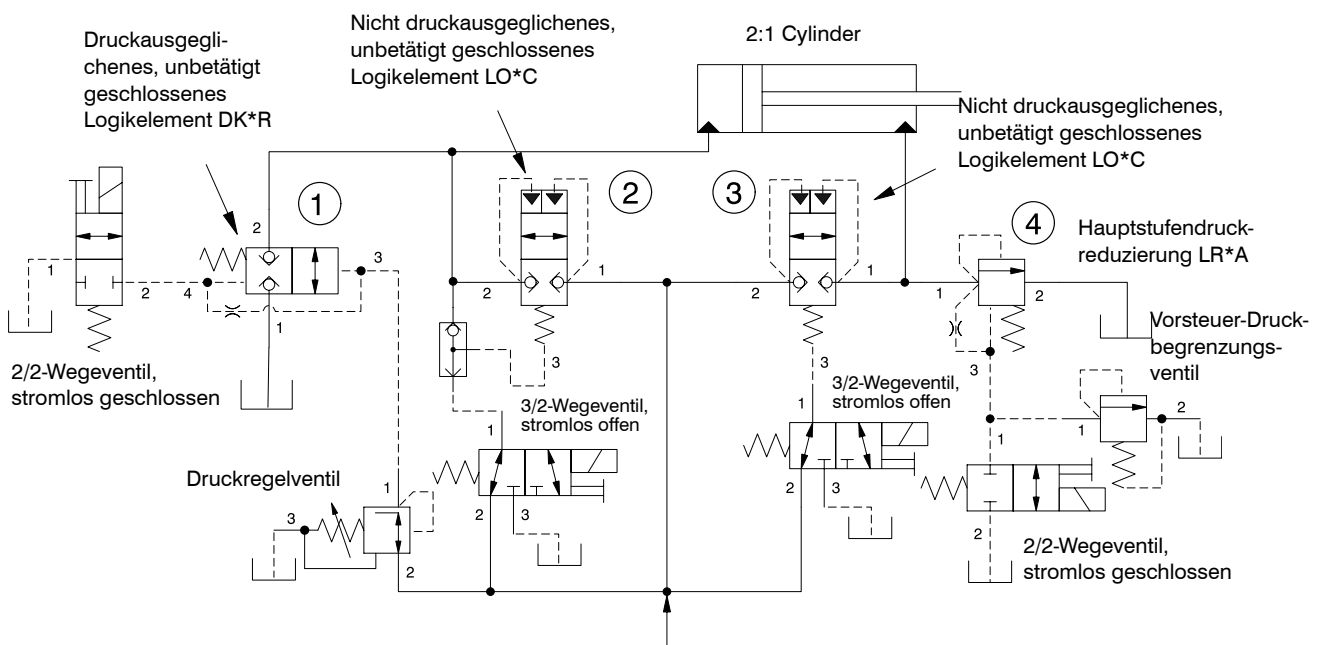


Bild 12:

Typische 4-Wege Zylinderschaltung mit Logikventilen (einschließlich weicher Dekompression, Null Leckage auf der Bodenseite, Maximaldruckbegrenzung auf der Stangenseite und Eilgangfunktion)

2-Wege Druckwaage mit 4 Anschlüssen, für beide Richtungen – LH*T

Die LH*T Regelelemente von SUN sind unbetätigt offene Druckwaagen für beide Durchflussrichtungen. Sie werden zusammen mit externen Festblenden oder Verstelldrosseln verwendet, um Stromregler für beide Durchflussrichtungen herzustellen. Es gibt drei verschiedene Differentialdrücke (3,5, 5 und 7 bar). **Es ist wichtig, dass der Steueranschluss 1 zwischen Druckwaage und Blende angeschlossen wird und der Steueranschluss 4 an der anderen Seite der Blende** (Bild 15).

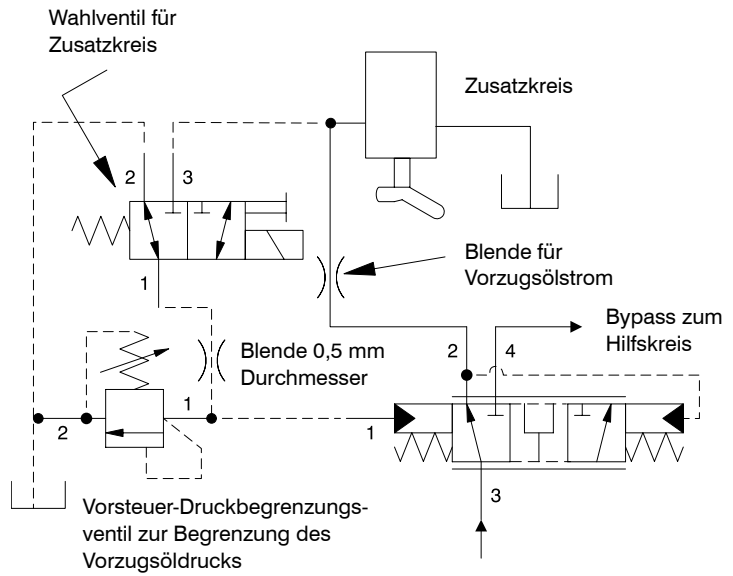


Bild 13:
LH*A Ventil zur Versorgung eines Zusatzkreises

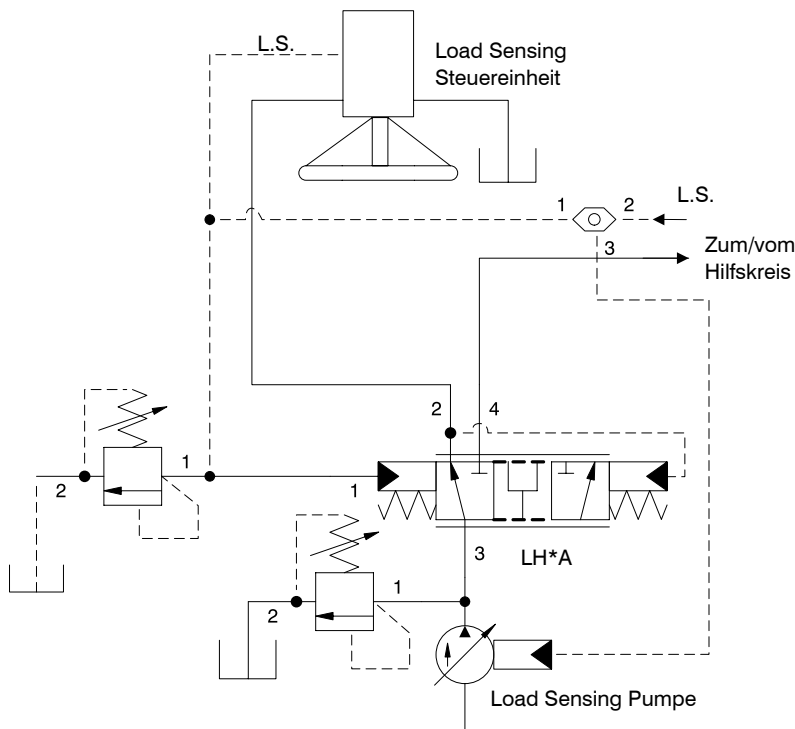


Bild 14:
LH*A Ventil in einer Load Sensing Schaltung mit geschlossener Mittelstellung

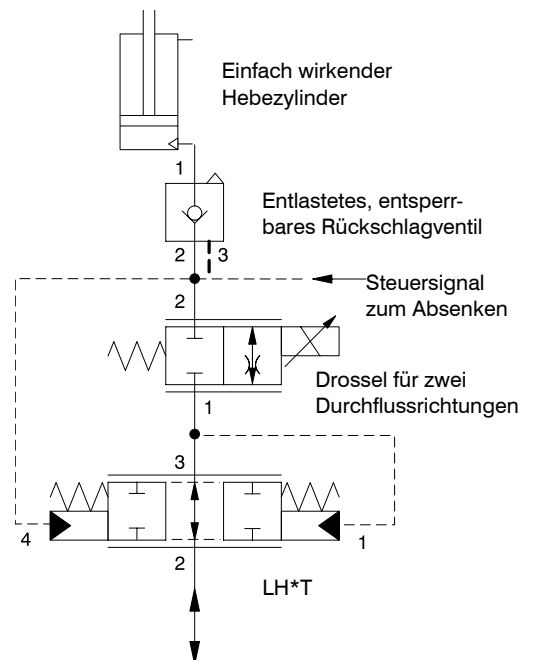


Bild 15:
Stromregelung in beide Richtungen an einem einfach wirkendem Hebezyylinder

Funktion	Beschreibung	Kapazität	Modell	Bohrung	Symbol
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt geschlossen, direkt gesteuert	60 l/min	DKDS	T-21A	
		120 l/min	DKFS	T-22A	
		240 l/min	DKHS	T-23A	
		480 l/min	DKJS	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt geschlossen, schaltet bei Entlastung	60 l/min	DKDR	T-21A	
		120 l/min	DKFR	T-22A	
		240 l/min	DKHR	T-23A	
		480 l/min	DKJR	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt geschlossen, schaltet bei Entlastung Einschraubbohrung für Vorsteuerventil	60 l/min	DKDR8	T-21A	
		120 l/min	DKFR8	T-22A	
		240 l/min	DKHR8	T-23A	
		480 l/min	DKJR8	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt geschlossen, Druck einstellbar	60 l/min	DKDP	T-21A	
		120 l/min	DKFP	T-22A	
		240 l/min	DKHP	T-23A	
		480 l/min	DKJP	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt offen, direkt gesteuert	60 l/min	DODS	T-21A	
		120 l/min	DOFS	T-22A	
		240 l/min	DOHS	T-23A	
		480 l/min	DOJS	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt offen, schaltet bei Entlastung	60 l/min	DODR	T-21A	
		120 l/min	DOFR	T-22A	
		240 l/min	DOHR	T-23A	
		480 l/min	DOJR	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt offen, schaltet bei Entlastung, Einschraubbohrung für Vorsteuerventil	60 l/min	DODR8	T-21A	
		120 l/min	DOFR8	T-22A	
		240 l/min	DOHR8	T-23A	
		480 l/min	DOJR8	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise	Unbetätigt offen, Druck einstellbar	60 l/min	DODP	T-21A	
		120 l/min	DOFP	T-22A	
		240 l/min	DOHP	T-23A	
		480 l/min	DOJP	T-24A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise, 3 Anschlüsse	Unbetätigt geschlossen, direkt gesteuert	60 l/min	DKDC	T-11A	
		120 l/min	DKFC	T-2A	
		240 l/min	DKHC	T-17A	
		480 l/min	DKJC	T-19A	

Funktion	Beschreibung	Kapazität	Modell	Bohrung	Symbol
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise, 3 Anschlüsse	Unbetätigt geschlossen, schaltet bei Entlastung	60 l/min	DKDD	T-11A	
		120 l/min	DKFD	T-2A	
		240 l/min	DKHD	T-17A	
		480 l/min	DKJD	T-19A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise, 3 Anschlüsse	Unbetätigt offen, direkt gesteuert	60 l/min	DODC	T-11A	
		120 l/min	DOFC	T-2A	
		240 l/min	DOHC	T-17A	
		480 l/min	DOJC	T-19A	
Druckausgeglicher Kolben, Sitzbauweise, 3 Anschlüsse	Unbetätigt offen, Schaltet bei Entlastung	60 l/min	DODD	T-11A	
		120 l/min	DOFD	T-2A	
		240 l/min	DOHD	T-17A	
		480 l/min	DOJD	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Sperrbar, durch Federspannung geschlossen	95 l/min	LODC	T-11A	
		200 l/min	LOFC	T-2A	
		380 l/min	LOHC	T-17A	
		760 l/min	LOJC	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Öffnet bei Entlastung, durch Federspannung geschlossen, Steueröl von Anschluss 1	95 l/min	LODA	T-11A	
		200 l/min	LOFA	T-2A	
		380 l/min	LOHA	T-17A	
		760 l/min	LOJA	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Öffnet bei Entlastung, durch Federspannung geschlossen, Steueröl von Anschluss 2	95 l/min	LODB	T-11A	
		200 l/min	LOFB	T-2A	
		380 l/min	LOHB	T-17A	
		760 l/min	LOJB	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Öffnet bei Entlastung, durch Federspannung geschlossen, Steueröl von Anschluss 1 oder 2	95 l/min	LODD	T-11A	
		200 l/min	LOFD	T-2A	
		380 l/min	LOHD	T-17A	
		760 l/min	LOJD	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Öffnet bei Entlastung, durch Federspannung geschlossen, Steueröl von Anschluss 1, Einschraubbohrung für Vorsteuerventil	95 l/min	LODA8	T-11A	
		200 l/min	LOFA8	T-2A	
		380 l/min	LOHA8	T-17A	
		760 l/min	LOJA8	T-19A	

Funktion	Beschreibung	Kapazität	Modell	Bohrung	Symbol
Nicht druckausgeglicher Kolben	Öffnet bei Entlastung, durch Federspannung geschlossen, Steueröl von Anschluss 2, Einschraubbohrung für Vorsteuerventil	95 l/min	LODB8	T-11A	
		200 l/min	LOFB8	T-2A	
		380 l/min	LOHB8	T-17A	
		760 l/min	LOJB8	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Öffnet bei Entlastung, durch Federspannung geschlossen, Steueröl von Anschluss 1 oder 2, Einschraubbohrung für Vorsteuerventil	95 l/min	LODD8	T-11A	
		200 l/min	LOFD8	T-2A	
		380 l/min	LOHD8	T-17A	
		760 l/min	LOJD8	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Sperrbar, durch Federspannung offen	95 l/min	LODO	T-11A	
		200 l/min	LOFO	T-2A	
		380 l/min	LOHO	T-17A	
		760 l/min	LOJO	T-19A	
Nicht druckausgeglicher Kolben	Entsperrbar, durch Federspannung offen	95 l/min	LKDC	T-11A	
		200 l/min	LKFC	T-2A	
		380 l/min	LKHC	T-17A	
		760 l/min	LKJC	T-19A	
Regelement	Unbetätigt geschlossen	30 l/min	LRBC	T-163A	
		60 l/min	LRDC	T-11A	
		120 l/min	LRFC	T-2A	
		240 l/min	LRHC	T-17A	
		480 l/min	LRJC	T-19A	
Regelement	Unbetätigt geschlossen, Steueröl von Anschluss 1	30 l/min	LRBA	T-163A	
		60 l/min	LRDA	T-11A	
		120 l/min	LRFA	T-2A	
		240 l/min	LRHA	T-17A	
		480 l/min	LRJA	T-19A	

Funktion	Beschreibung	Kapazität	Modell	Bohrung	Symbol
Regelement	Unbetätigt offen	30 l/min	LPBC	T-163A	
		60 l/min	LPDC	T-11A	
		120 l/min	LPFC	T-2A	
		120 l/min	LPFCL	T-2A	
		240 l/min	LPHC	T-17A	
		480 l/min	LPJC	T-19A	
Regelement	Unbetätigt offen, Steueröl von Anschluss 1	30 l/min	LPBA	T-163A	
		60 l/min	LPDA	T-11A	
		120 l/min	LPFA	T-2A	
		240 l/min	LPHA	T-17A	
		480 l/min	LPJA	T-19A	
Regelement	Regelement für beide Richtungen	60 l/min	LHDT	T-31A	
		120 l/min	LHFT	T-32A	
		240 l/min	LHHT	T-33A	
Regelement	3-Wege-Vorzugsdruck- waage	60 l/min	LHDA	T-31A	
		120 l/min	LHFA	T-32A	
		240 l/min	LHHA	T-33A	
		480 l/min	LHJA	T-34A	