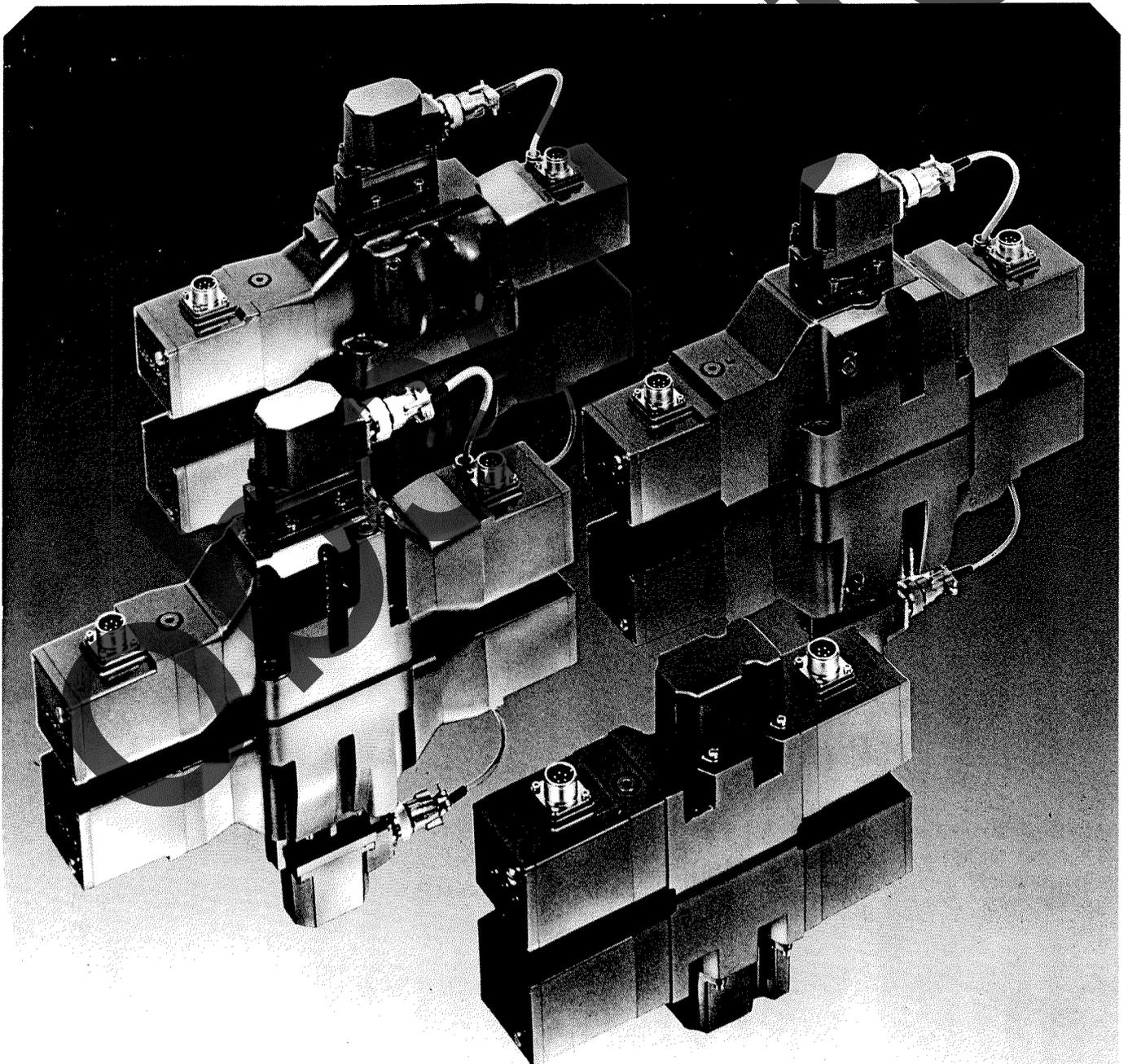


P-Q-Proportionalventile für Druck und Durchfluß

Nenndurchfluß 23... 800 l/min ($\Delta p_N = 10$ bar)
Betriebsdruck bis 350 bar

Baureihe D 650

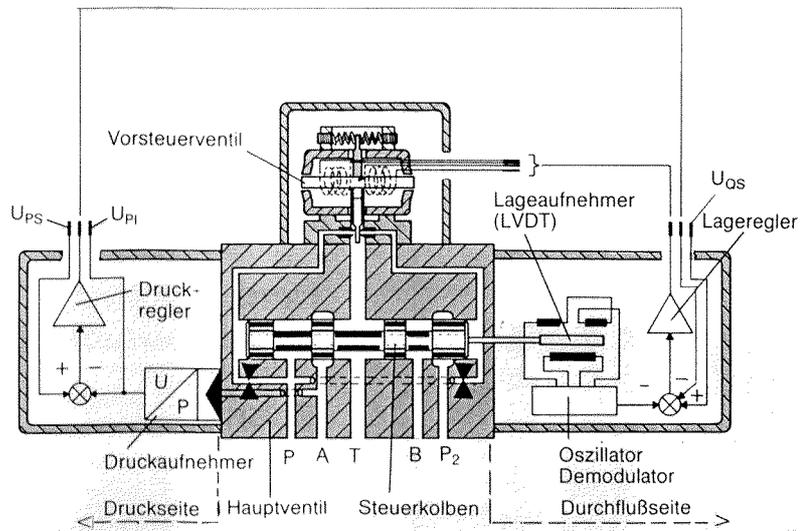
Anschlußbild nach DIN 24340
Form A 10 bis A 25



Allgemeines

Das MOOG P-Q Proportionalventil ist ein 2-Funktionen-Ventil, mit dem sowohl Durchfluß gesteuert als auch Druck genau und schnell geregelt werden kann. Es ist eine kompakte, **für den jeweiligen Anwendungsfall optimierte Einheit** mit integrierter Elektronik für die Lageregelung des Steuerkolbens, mit eingebautem Druckaufnehmer und integrierter Elektronik für die Druckregelung. Ein P-Q-Proportionalventil kann in Hydraulikanlagen mehrere herkömmliche Ventile ersetzen, um dieselben Funktionen zu erreichen.

P-Q-Ventil D651



Vorteile des P-Q-Proportionalventiles

- Kompakte Einheit, mit der schnell und genau Durchfluß gesteuert und Druck geregelt werden kann. Erlaubt damit die Vereinfachung von Hydrauliksystemen.
- Mit integrierten Elektroniken, komplett montiert, eingestellt und als Einheit geprüft. Dadurch vereinfachen sich Montage und Service für den Anwender.
- Bei der Durchflußfunktion bewirkt der geschlossene Lageregelkreis eine hohe Auflösung. Das steigert die Reproduzierbarkeit von Maschinen-Parametern.
- Optimierte elektronische Druckregelung oder Druckbegrenzungsregelung mit hoher Genauigkeit, unabhängig vom Ventildurchfluß. Damit können in Maschinen Drücke und Kräfte in engen Grenzen gehalten werden.
- Hydraulische Doppeldurchströmung bei den Ventilen D651 erweitert den Nenn-durchflußbereich bei Anwendung im Hauptstrom.
- Kleine elektrische Steuerleistung. Stromaufnahme der kompletten Einheit max. 300 mA.
- Mit über Jahre in der Praxis bewährter, robuster Vorsteuerstufe.
- Hohe Stellkräfte sichern die zuverlässige Bewegung des Steuerkolbens.
- Großer Einstellbereich für den Drucksollwert (z. B. bei P-Q-Ventil im Hauptstrom von 0 ... 210 bar oder von 0 ... 350 bar).

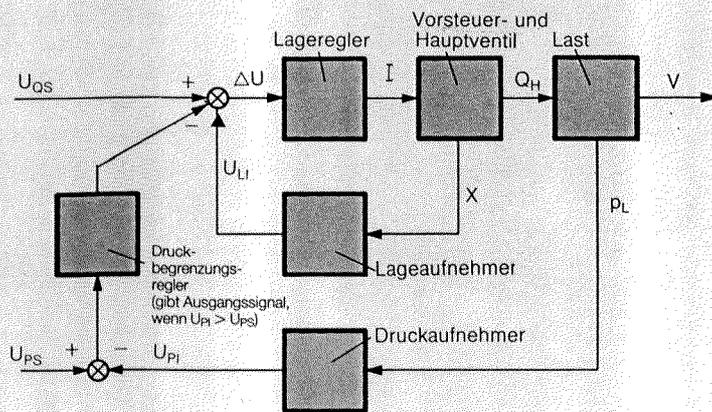
Durchflußsollwert bzw. Lagesollwert U_{OS}
Lageistwert U_{LI}
Drucksollwert U_{PS}

Druckistwert U_{PI} ²⁾
Steuerkolbenauslenkung X
Lastdruck p_L

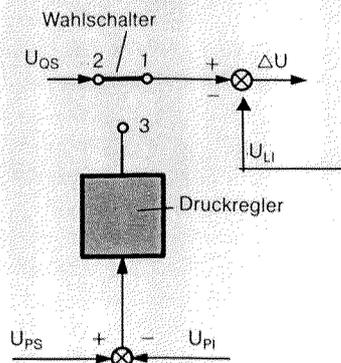
²⁾ Für Prüf-, Überwachungs- oder Registrierungszwecke ist U_{PI} am Anschlußstecker herausgeführt.

Blockdiagramm

Durchflußsteuerung mit überlagerter Druckbegrenzungsregelung



Durchflußsteuerung und Wechsel auf Druckregelung



Funktionsmerkmale

Durchflußfunktion

Die Stellung des Steuerkolbens wird mit dem Lageaufnehmer berührungslos gemessen und als Lage-Istwert U_{LI} im Lageregler mit dem Lage-Sollwert U_{OS} verglichen. Bei einer Differenz zwischen Soll- und Istwert treibt der Lageregler Strom durch die Spulen des Vorsteuerventils und bewegt den Steuerkolben so, daß die Differenz zu Null wird. Dadurch ist die Auslenkung des Steuerkolbens aus der Mittelstellung proportional zum angelegten Lagesollwert. Wechselt die Polarität des Lagesollwertes, dann ändert sich die Auslenkungsrichtung. Der **Ventildurchfluß** ist von der Ventilöffnung und dem Ventildruckabfall abhängig. (Falls vorhanden, ist bei der Durchflußfunktion der externe Wahlschalter auf Stellung 1-2 zu schalten).

Druckfunktion

Bei der Druckfunktion kann gewählt werden:

Durchflußsteuerung und Wechsel auf Druckregelung

Der externe Wahlschalter ist für Druckregelung auf Stellung 1-3 zu schalten.

Der zu regelnde Lastdruck im Anschluß A wird mit einem eingebauten Druckaufnehmer gemessen und als Druckistwert U_{PI} im Druckregler mit dem Druck-Sollwert U_{PS} verglichen.

Bei einer Differenz zwischen Druck-soll- und Druckistwert ändert der Druckregler den Lagesollwert und damit den Ventildurchfluß so, daß die Differenz zu Null wird. Dadurch ist der geregelte Druck proportional zum angelegten Druck-Sollwert.

Durchflußsteuerung mit überlagerter Druckbegrenzungsregelung

Primär steuert das P-Q-Ventil den Durchfluß. Solange der Druckistwert U_{PI} kleiner ist als der Drucksollwert U_{PS} , ist das Ausgangssignal des Druckbegrenzungsreglers Null und somit ohne Einfluß auf die Durchflußsteuerung. Wird aufgrund der Last (Bewegungswiderstand) U_{PI} größer als U_{PS} , greift der Druckbegrenzungsregler auf die Durchflußsteuerung ein und reduziert die Lastgeschwindigkeit so, daß der Druckistwert auf den Drucksollwert begrenzt wird.

Beim P-Q-Ventil im Hauptstrom erfolgt das durch Durchflußreduzierung und im Nebenstrom durch Durchflußerhöhung.

Es gilt folgende Beziehung:

$$Q_X = Q_N \sqrt{\frac{\Delta p_X}{\Delta p_N}}$$

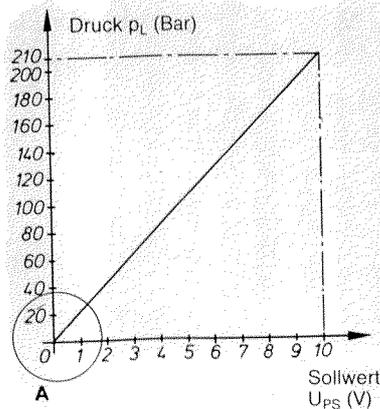
Ventildurchfluß Q_X
 Nenndurchfluß Q_N ¹⁾
 Ventildruckabfall Δp_X
 Nenndruckabfall Δp_N

¹⁾ Ventil maximal geöffnet,
 $\Delta p_X = \Delta p_N$

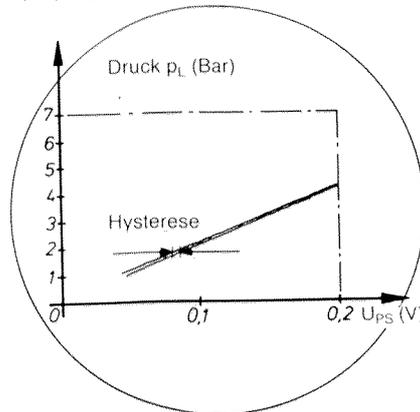
Bei konstantem Ventildruckabfall hängt der Ventildurchfluß nur von der Ventilöffnung ab. Diesen Zusammenhang zeigen die Durchflußkennlinien. Vereinfachend wird der Lagesollwert als Durchflußsollwert bezeichnet.

Beispiel:

Statische Druckkennlinie – Ventil im Hauptstrom – Maximaler Betriebsdruck 210 bar – Ausführung F. Die Hysterese ist aufgrund der hohen Auflösung des Lageregelkreises und einer speziellen Beschaltung des Druckreglers besser als 0,1%.



Ausschnitt A



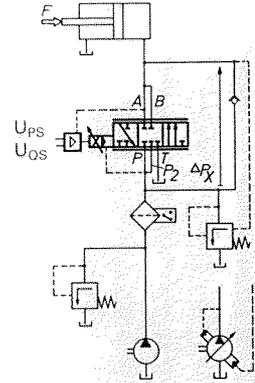
Die Druckbegrenzungsregelung ist nur dann wirksam, wenn ein entsprechender Durchflußsollwert anliegt.

Anwendungshinweise

Bevorzugt werden mit dem P-Q-Ventil Geschwindigkeitssteuerungen und Druck- oder Kraftregelkreise realisiert. Durch zusätzliche Rückführung der Lastgeschwindigkeit und Einsatz einer geeigneten Elektronik kann zur Erhöhung der Genauigkeit aus der Steuerung ein Geschwindigkeitsregelkreis gebildet werden.

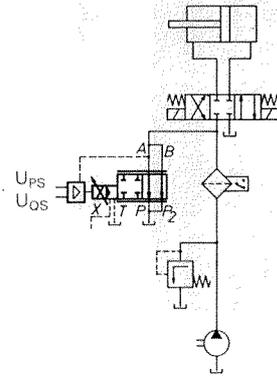
P-Q-Ventil im Hauptstrom

Das P-Q-Ventil arbeitet als elektrisch verstellbare Drossel von P → A (P₂ → B), von A → T und als elektrisch verstellbares Druckminderventil.



P-Q-Ventil im Nebenstrom

Das P-Q-Ventil arbeitet als elektrisch verstellbare Nebenstrom-Drossel und als elektrisch verstellbares Druckbegrenzungsventil.



Lastdruckunabhängiger Ventildurchfluß ist durch Einsatz eines Zweibege- oder Dreibegekompensators (je nach Druckquelle) zu erreichen. Er sorgt für konstanten Ventildruckabfall Δp_X . Besonders verlustarm wird das System beim Einsatz einer Verstellpumpe, die durch einen geeigneten Regler konstanten Ventildruckabfall Δp_X bewirkt. Wie beschrieben, arbeitet die Druckfunktion im geschlossenen Regelkreis. Das bedingt die Optimierung und Anpassung des Druckreglers an die Last. Die Last hat für die Optimierung wichtige Kenngrößen, wie z. B. das nach dem Anschluß A eingeschlossene Ölvolumen, die Struktursteifigkeit usw., welche sich von einer Anwendung zur anderen oft stark ändern. Zur Klärung dieser Fragen bitten wir um **Rücksprache**.

Technische Daten

Hydraulische Kenngrößen

Betriebsdruckbereich:	0 ... 210 bar / 350 bar
Hauptsteuerstufe:	15 ... 210 bar / 350 bar auf Anfrage
Vorsteuerstufe:	20% des Vorsteuerdruckes
Maximaler Rücklaufdruck:	
Drucksollwert-Bereich:	0 ... 210 bar / 350 bar
P-Q-Ventil im Hauptstrom:	Δp_x ... 210 bar / 350 bar
P-Q-Ventil im Nebenstrom:	
Betriebsflüssigkeit:	Hydrauliköl auf Mineralölbasis
Viskositätsbereich:	15 mm ² /s ... 45 mm ² /s (cSt)
Temperaturbereich:	-20°C ... +80°C
Systemfilter:	Hochdruckfilter ohne Bypass, jedoch mit Verschmutzungsanzeige, möglichst direkt vor dem P-Q-Ventil. Je nach Anlage auch Rücklauf- oder Nebenstromfiltrierung
Filterfeinheit:	
Für Funktionstüchtigkeit:	$\beta_{25} \geq 75$ (25 μ m absolut)
Für Lebensdauer:	$\beta_{15} \geq 75$ (15 μ m absolut) oder besser
Dichtungsmaterial:	Buna N (andere auf Anfrage)
Schutzart (DIN 40050):	IP 65
Einbaulage:	vorzugsweise waagrecht (wegen Entlüftung)

Kenngrößenübersicht

Baureihe		D651	D652	D653	D654
Anschlußbild nach DIN 24340		Form A 10 Bohrung \varnothing 10,5	Form A 16 Bohrung \varnothing 18	Form A 25 Bohrung \varnothing 26	Form A 25 Bohrung \varnothing 32
Nenndurchfluß Q_N ($\pm 10\%$) bei $\Delta p_N = 10 \text{ bar}^2$)	[l/min]	23; 35 ³⁾ 2 x 70 ⁴⁾	225 ³⁾	425 ³⁾	800 ³⁾
Nulldurchfluß ¹⁾	[l/min]	< 4,0	< 4,5	< 4,5	< 5,0
Ölbedarf des Vorsteuerventiles bei 100% Sprungeingang ¹⁾	[l/min]	3	3	3	3
Steuerkolbenhub	[mm]	$\pm 2,5$	± 4	± 5	± 7
Durchflußfunktion					
Umkehrspanne ¹⁾	[%]	< 0,25	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Hysterese ¹⁾	[%]	< 1	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Stellzeit ¹⁾ für 100% Steuerkolbenhub	[ms]	28	35	45	70
Nullverschiebung bei $\Delta T = 55^\circ\text{C}$ [%]		< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Druckfunktion					
Umkehrspanne ¹⁾	[%]	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Hysterese ¹⁾	[%]	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Linearität	[%]	< 1	< 1	< 1	< 1
Nullverschiebung bei $\Delta T = 55^\circ\text{C}$ [%]		< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Masse	[kg]	6,5	12,4	17,7	15,3

1) Bei 140 bar Betriebs- und Vorsteuerdruck

2) Druckabfall pro Steuerkante

3) Bei 3-Wege-Ausführung

4) Soll das Ventil nicht doppelt durchströmt werden ($Q_N = 70 \text{ l/min}$ anstelle von $2 \times 70 \text{ l/min}$), sind in der Anschlußplatte P₂ und B nicht einzubringen bzw. zu verschließen.

Elektrische Kenngrößen

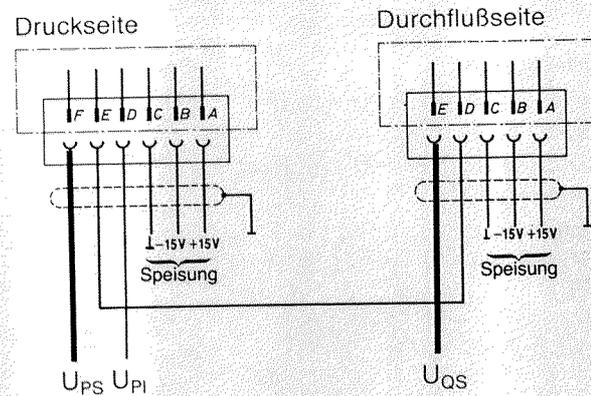
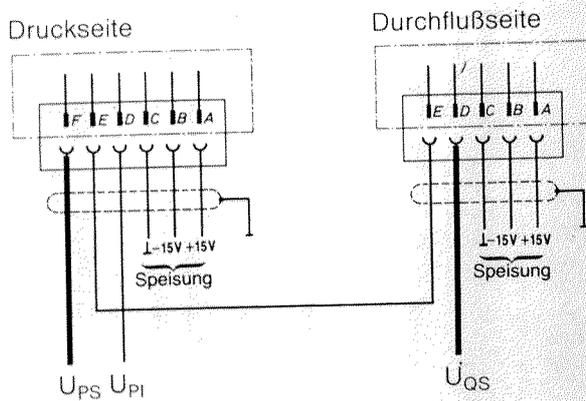
Versorgungsspannung:	$\pm 15\text{ V} = \text{stabilisiert}$
Stromaufnahme:	300 mA maximal
Durchfluß-Sollwert U_{QS}	$0 \dots \pm 10\text{ V}$ für P-Q-Ventil im Hauptstrom
	$0 \dots + 10\text{ V}$ für P-Q-Ventil im Nebenstrom
Drucksollwert U_{PS}	$0 \dots + 10\text{ V}^1)$
Druckistwert U_{PI}	$0 \dots - 10\text{ V}^1)$
Sollwert-Eingangswiderstand:	$> 50\text{ k}\Omega$
1) $0 \dots 210\text{ bar}$ bei Ausführung F	
$0 \dots 350\text{ bar}$ bei Ausführung K	

Elektrischer Anschluß

Durchflußsteuerung mit überlagelter Druckbegrenzungsregelung

P-Q-Ventil im Hauptstrom

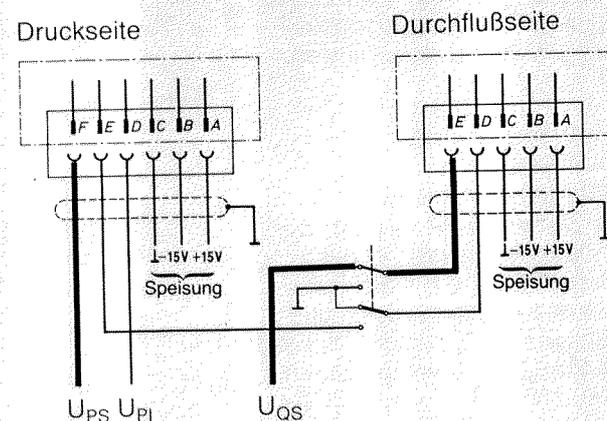
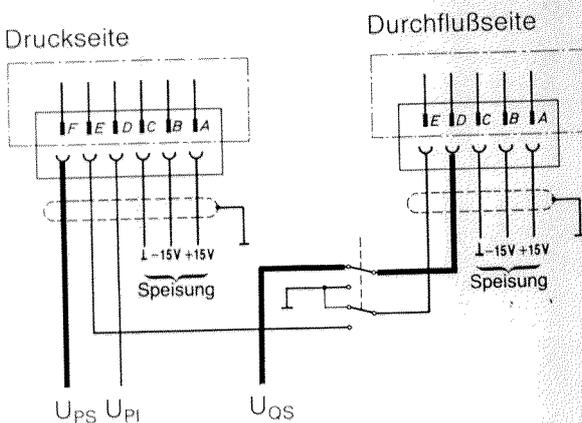
P-Q-Ventil im Nebenstrom



Durchflußsteuerung und Wechsel auf Druckregelung

P-Q-Ventil im Hauptstrom

P-Q-Ventil im Nebenstrom



Polarität bei Durchflußsteuerung

P-Q-Ventil im Hauptstrom
 $U_{QS} +$, Fluß aus Anschluß A

P-Q-Ventil im Nebenstrom
 $U_{QS} +$, Ventil schließt

Ergänzende technische Daten und die Abmessungen enthalten unsere Datenblätter der einzelnen Ventilbaureihen.

Bestell-Information

Modell-Nr.

D 651 X XXX X

Typbezeichnung

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
 P XX X X X X X N X X
 X

Baureihe	
1	Form A 10; 10,5 Ø
2	Form A 16; 18 Ø
3	Form A 25; 26 Ø
4	Form A 25; 32 Ø

Modellbezeichnung
 (wird vom Werk festgelegt,
 enthält alle Spezifikationen)

Werkskennung

Durchfluß-Kennzahl	Neendurchfluß Q_N [l/min] bei $\Delta p_N = 10$ bar pro Steuerkante
Baureihe D651	
23	23 bei 3-Wege-Ausführung
35	35 bei 3-Wege-Ausführung
70	2 x 70 bei 2 x 2-Wege-Ausführung und 5-Wege-Ausführung ¹⁾
02	225 bei Baureihe D652 3-Wege-Ausführung
03	425 bei Baureihe D653 3-Wege-Ausführung
04	800 bei Baureihe D654 3-Wege-Ausführung

Maximaler Betriebsdruck	
F	210 bar
K	350 bar

Steuerkolben-Ausführung	
X B	Baureihe D651 ~ Nullschnitt, linear
P	Baureihe D652, D653, D654 ~ Nullschnitt, geknickte Kennlinie

Elektronik-Karte Druckseite
 A, B, C ...
 (wird vom Werk festgelegt)

Elektronik-Karte Durchflußseite
 A, B, C ...
 (wird vom Werk festgelegt)

Dichtungsmaterial
 N Buna N
 andere auf Anfrage

Vorsteuerungsart und Druck			
Baureihe D651			
A	intern über P (nicht im Nebenstrom)		
C	extern über X, 15 bis 210 bar		
L	extern über X, 350 bar – auf Anfrage		
Baureihe D652; D653; D654			
	Zulauf X	Ablauf Y	
A	15 bis 210 bar	intern	intern
B	15 bis 210 bar	extern	extern
C	15 bis 210 bar	extern	intern
D	15 bis 210 bar	intern	extern

Steuerkolbenstellung
 ohne elektrische Versorgung

2	definierte Endlage P \blacktriangleright A
3	definierte Endlage A \blacktriangleright T

Ventil-Ausführung	
M	Durchflußsteuerung / Wechsel auf Druckregelung
B	Ventil im Hauptstrom
	Ventil im Nebenstrom
N	Durchflußsteuerung / Druckbegrenzungsregelung
C	Ventil im Hauptstrom
	Ventil im Nebenstrom

¹⁾ Soll das Ventil nicht doppelt durchströmt werden ($Q_N = 70$ l/min anstelle von 2×70 l/min), sind in der Anschlußplatte P₂ und B nicht einzubringen bzw. zu verschließen.