

2-Wege-Einbauventile

Typ LC (Einbauventile)



R0024

- Nenngroße 16 ... 32
- Geräteserie 8X
- Maximaler Betriebsdruck 450 bar
- Maximaler Volumenstrom 2200 l/min ($\Delta p = 10$ bar)

Merkmale

- Mit oder ohne Steuerschieberbohrung
- Verschiedene Öffnungsdrücke („Federn“)
- Wegfunktion
 - High-Flow-Design
 - Steuerschieber mit oder ohne Überdeckung
 - Steuerschieber mit oder ohne Feinsteuerbereich
 - 2 Flächenverhältnisse (7 % und 50 %)
 - Kolbendichtung
- Druckbegrenzungsfunktion „DB“
 - Steuerschieber mit oder ohne Feinsteuerbereich
 - Absicherungsdruck bis 490 bar
 - Kolbendichtung
- Druckreduzierfunktion „DR“

Inhalt

Merkmale	1
Bestellangaben	2 ... 6
Funktion, Schnitt, Symbol	7 ... 9
Technische Daten	10 ... 13
Kennlinien	14 ... 18
Zubehör	19
Weitere Funktionen mit Sonderausführungen	21, 22
Projektierungshinweise	23
Steuerdeckel „LFA“	23
Weitere Informationen	24

Bestellangaben: Wegefunktion

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
LC						8X	/			

01	Einbauventil	LC
02	Nenngröße 16	16
	Nenngröße 25	25
	Nenngröße 32	32

Steuerschieber-Ausführung (Flächenverhältnis siehe Seite 7)

03	A ₁ : A ₂ = 2 : 1 (A ₂ = 50 %)	A
	A ₁ : A ₂ = 14,3 : 1 (A ₂ = 7 %)	B

Öffnungsdruck (bezogen auf Ausführung „A“. Umrechnung auf Ausführung „B“ siehe Seite 11; andere auf Anfrage)

04	0 bar (ohne Feder)	00
	ca. 0,5 bar (speziell für Nachsaug- und Rückschlagventilfunktion)	05 ¹⁾
	ca. 1 bar	10 ¹⁾
	ca. 2 bar (Standard)	20
	ca. 4 bar	40

Steuerschieber-Form (siehe Symbole Seite 3)

05	Steuerschieber ohne Überdeckung (Standard)	E
	Steuerschieber mit Überdeckung (nur Ausführung „A“)	F
	Steuerschieber mit Überdeckung und Feinststeuerbereich, (nur Ausführung „A“)	D

Kolbendichtung (siehe Symbole Seite 3)

06	Ohne Dichtung (nachrüstbar)	L
	Mit Dichtung (Standard)	K

07	Geräteserie 80 ... 89 (80 ... 89: unveränderte Einbau- und Anschlussmaße)	8X
----	---	----

08	Betriebsdruck 420 bar	420
	Betriebsdruck 450 bar	450

Bohrung/Düse im Steuerschieber (weitere Ausführungen auf Anfrage) (Durchmesser in mm = Bestellangabe/10)

09	Ohne	ohne Bez.
	Bohrung von Anschluss B nach Federraum (nur „LC 16 B.E“)	B30 ¹⁾
	Bohrung von Anschluss B nach Federraum (nur „LC 25 B.E“)	B40 ¹⁾
	Bohrung von Anschluss B nach Federraum (nur „LC 32 B.E“)	B50 ¹⁾
	Düse von Anschluss A nach Federraum (nur „LC . A.E“)	Axx

Dichtungswerkstoff (Dichtungstauglichkeit der verwendeten Druckflüssigkeit beachten, siehe Seite 10)

10	NBR-Dichtungen (Ausführung „450“ nur auf Anfrage)	N
	FKM-Dichtungen (Ausführung „450“ nur auf Anfrage)	F
	H-Ecopur (nur Ausführung „450“)	P

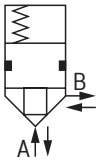
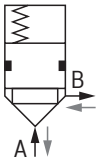
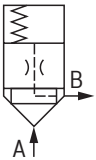
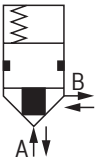
Sonderausführungen (weitere Sonderausführungen auf Anfrage)

11	Standard	ohne Bez.
	Reparatursatz mit Übermaß am oberen Buchsendurchmesser (+1 mm)	R05
	Bauraumkompatible Version als Ersatz für „LC...7X/-004“ und vorhandenem Sonderdeckel (vergrößerter Federeinbauraum); nur Ausführung „K“; inkl. Ausgleichsscheibe	-004

1) Nicht bei Ausführung „K“.

Bestellangaben: Wegefunktion

Symbole

Ausführung			
„A.EK“, „A.FK“	„B.EK“	„B.EL..B..“	„A.DK“
			
Flächenverhältnis 2 : 1 (50 %)	Flächenverhältnis 14,3 : 1 (7 %)	Flächenverhältnis 14,3 : 1 (7 %)	Flächenverhältnis 2 : 1 (50 %)

Bestellangaben: Druckbegrenzungsfunktion

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
LC		DB				8X	/			

01	Einbauventil	LC
02	Nenngröße 16	16
	Nenngröße 25	25
	Nenngröße 32	32
03	Druckbegrenzungsfunktion ($A_1 : A_2 = 1 : 0$ ($A_2 = 0 \%$))	DB

Öffnungsdruck (andere auf Anfrage)

04	0 bar (ohne Feder)	00
	ca. 2 bar (Standard)	20
	ca. 4 bar	40
	ca. 5 bar	50
	ca. 8 bar	80¹⁾

Steuerschieber-Form (siehe Symbole Seite 5)

05	Steuerschieber ohne Feinsteuerung (Standard)	E
	Steuerschieber mit Feinsteuerung	D

Kolbendichtung

06	Ohne Dichtung (nachrüstbar außer Ausführung „LC 16 DB.D“)	L
	Mit Dichtung (Standard; nicht Ausführung „LC 16 DB.D“)	K
07	Geräteserie 80 ... 89 (80 ... 89: unveränderte Einbau- und Anschlussmaße)	8X
08	Betriebsdruck 420 bar	420
	Betriebsdruck 450 bar	450

Bohrung/Düse im Steuerschieber (weitere Ausführungen auf Anfrage) (Durchmesser in mm = Bestellangabe/10)

09	Ohne	ohne Bez.
	Bohrung von Anschluss A nach Federraum (nur „LC 16 DB.D“)	A07
	Düse von Anschluss A nach Federraum (nicht „LC 16 DB.D“)	Axx²⁾

Dichtungswerkstoff (Dichtungstauglichkeit der verwendeten Druckflüssigkeit beachten, siehe Seite 10)

10	NBR-Dichtungen (Ausführung „450“ nur auf Anfrage)	N
	FKM-Dichtungen (Ausführung „450“ nur auf Anfrage)	F
	H-Ecopur (nur Ausführung „450“)	P

Sonderausführungen (weitere Sonderausführungen auf Anfrage)

11	Standard	ohne Bez.
	Reparatursatz mit Übermaß am oberen Buchsendurchmesser (+1 mm)	R05
	Bauraumkompatible Version als Ersatz für „LC...7X/-004“ und vorhandenem Sonderdeckel (vergrößerter Federeinbaubauraum); nur Ausführung „K“; inkl. Ausgleichsscheibe	-004

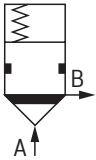
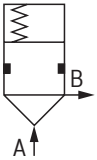
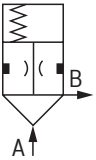
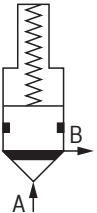
¹⁾ Zusätzlicher Zwischendeckel erforderlich

- NG16: „LFA...D22“
- NG25 und 32: „LFA...D19“

²⁾ Düsenauswahl siehe Seite 19.

Bestellangaben: Druckbegrenzungsfunktion


Symbole

Ausführung			
„DB . DK“	„DB . EK“	„DB . EK...Axx“	„DB . 80DK“
			

Auswahlhilfe zur Erreichung von Einstelldrücken
<10 bar (z. B. druckloser Umlauf)

- Der unterste Einstelldruck hängt von der Auswahl der Steuerschieber-Form, der Druckfeder und des verwendeten Aufbaudeckels ab. Bitte das dazugehörige Datenblatt für Steuerdeckel „LFA“ beachten.
- Bei höheren Einstelldrücken bitte nachfolgende Hinweise beachten.

NG	Ausführung	Volumenstrom (Grenzwert) in l/min
16	„E“	300
	„D“	175
25	„E“	600
	„D“	300
32	„E“	800
	„D“	450

 **Hinweise:**

- Die angegebenen Volumenströme stellen nicht die maximal zulässigen Werte dar, sondern geben Grenzen an, um auch bei einer zusätzlich schaltbaren Betriebsart „druckloser Umlauf“ möglichst niedrige Umlaufdrücke erreichen zu können.
- Bei der Auswahl von Nenngröße und Steuerschieber-Form ist in erster Linie die vorgesehene Funktion entscheidend.
- Betriebszustände, bei denen beispielsweise wiederkehrend hohe Druckdifferenzen auf Tankdruck abgebaut werden, erhöhen den Verschleiß am Block (Kavitationserosion).

Bestellangaben: Druckreduzierfunktion

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
LC		DR		E	L	8X	/	420		

01	Einbauventil	LC
02	NenngroÙe 16	16
	NenngroÙe 25	25
	NenngroÙe 32	32
03	Druckreduzierfunktion ($A_1 : A_2 = 1 : 1$ ($A_2 = 0 \%$))	DR

Öffnungsdruck (andere auf Anfrage)

04	0 bar (ohne Feder)	00
	ca. 2 bar	20
	ca. 4 bar	40
	ca. 5 bar (Standard)	50
	ca. 8 bar	80 ¹⁾

Steuerschieber-Form (siehe Symbole unten)

05	Steuerschieber mit Feinsteuerung (ohne Sitz)	E
----	--	---

Kolbendichtung

06	Ohne Dichtung	L
----	---------------	---

07	Geräteserie 80 ... 89 (80 ... 89: unveränderte Einbau- und AnschlussmaÙe)	8X
----	---	----

08	Eingangsdruck 420 bar (siehe Seite 10)	420 ²⁾
----	--	-------------------

Gewinde im Steuerschieber (weitere Ausführungen auf Anfrage) (Durchmesser in mm = Bestellangabe/10)

09	Ohne	ohne Bez.
	Düse von Anschluss A nach Federraum	Axx ³⁾

Dichtungswerkstoff (Dichtungstauglichkeit der verwendeten Druckflüssigkeit beachten, siehe Seite 10)

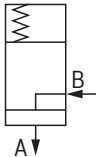
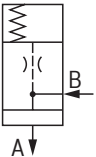
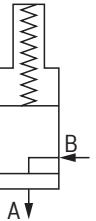
10	NBR-Dichtungen	N
	FKM-Dichtungen	F

Sonderausführungen (weitere Sonderausführungen auf Anfrage)

11	Standard	ohne Bez.
	Reparatursatz mit Übermaß am oberen Bchsendurchmesser (+1 mm)	R05

1) Zusätzlicher Zwischendeckel erforderlich
▶ NG16: „LFA...D22“
▶ NG25 und 32: „LFA...D19“
2) Maximale Druckdifferenz beachten.
3) Düsenauswahl siehe Seite 19.

Symbole

Ausführung		
„DR . E“	„DR . E...Axx“	„DR . 80E“
		

Funktion, Schnitt, Symbol: Wegefunktion

2-Wege-Einbauventile sind für eine kompakte Blockbauweise konzipierte Elemente. Das Leistungsteil mit den Anschlüssen A und B wird in eine Einbaubohrung nach ISO 7368 eingesetzt und druckdicht nach außen mit einem Steuerdeckel verschlossen. Der Steuerdeckel stellt dabei die für die Steuerung des Leistungsteils benötigte Verbindung zu dessen Federraum her und kann zusätzlich verschiedene Vorsteuerventile aufnehmen. Durch die Auswahl des Steuerdeckeltyps und die Kombinationsmöglichkeiten mit entsprechenden Vorsteuerventilen kann das Leistungsteil Druck-, Wege- und Drosselfunktion oder eine Kombination dieser Funktionen übernehmen. Funktional und energetisch effiziente Lösungen werden durch die passende Auswahl erreicht.

Kostengünstige und kompakte Lösungen (einschließlich des Blockes) sind dann umsetzbar, wenn das Leistungsteil über die Ansteuerung des Steuerdeckels mehrere Funktionen übernehmen kann.

2-Wege-Einbauventile bestehen im Wesentlichen aus Steuerdeckel (1), Einbauventil (2) und Druckfeder (8). Der Steuerdeckel (1) kann maximal 4 Steuerölbohrungen aufnehmen. Verschiedene Ausstattungen mit beispielsweise Hubbegrenzung, Wechselventilen und hydraulisch gesteuerten 3/2-Wegeventilen ermöglichen bereits die Umsetzung vieler Standardfunktionen. Zusätzlich aufbaubare Wegeventile erweitern die Funktionsvarianz. Das Einbauventil (2) besteht aus zweiteiliger Buchse (3) und Ring (4), Steuerschieber (5) (Steuerschieber-Ausführung „B“ (5.1) oder „A“ (5.2) sowie Druckfeder (8). Abhängig von der Auswahl der Druckfeder (8) ist die Kolbendichtung (9) standardmäßig bestückt.

2-Wege-Einbauventile arbeiten druckabhängig. Deshalb sind bei der Auswahl des Steuerschiebers (5) dessen wirksame druckbeaufschlagte Flächen A_1 , A_2 und A_3 zu beachten.

Wählbare Flächenverhältnisse $A_1 : A_2$ sind 14,3 : 1 (7 %) oder 2 : 1 (50 %).

Die Fläche am Ventilsitz A_1 wird unabhängig vom tatsächlichen Flächenverhältnis $A_1 : A_2$ immer auf 100 % normiert und ist damit die Referenz für die Angabe des Öffnungsdrucks bei den beiden Flächenverhältnissen.

Bei beiden Steuerschiebern (7 % oder 50 %) ist die Fläche A_3 gleich groß ($A_3 = A_1 + A_2$).

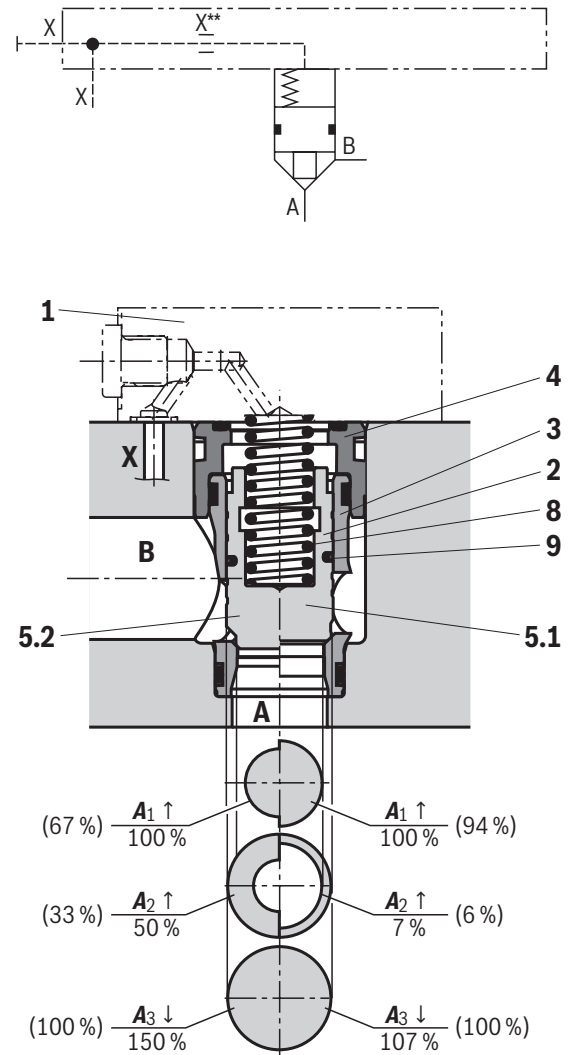
Grundsätzlich gilt:

Fläche A_1 und A_2 wirken in Öffnungsrichtung. Fläche A_3 und Druckfeder (8) wirken in Schließrichtung. Die Wirkrichtung der resultierenden Kraft aus Öffnungs- und Schließkräften bestimmt die Schaltstellung des 2-Wege-Einbauventiles.

Die 2-Wege-Einbauventile können von A → B oder von B → A durchströmt werden. Bei Druckbeaufschlagung der Fläche A_3 durch Steuerölnahme aus Kanal B oder bei externer Steuerölauführung ist der Kanal A leakagefrei gesperrt.

Beispiel:

Steuerdeckel „LFA . D...F...“ mit Einbauventil „LC . A20EK...“



Funktion, Schnitt, Symbol: Druckbegrenzungsfunktion

2-Wege-Einbauventile für Druckfunktionen (Druckreduzierung siehe Seite 9) sind vorgesteuerte Ventile in Sitz-Bauweise. Das als Einbauventil (2) konzipierte Leistungsteil wird in eine, nach ISO 7368 genormten Aufnahmebohrung eingebaut und durch einen Steuerdeckel (1) verschlossen.

Das Vorsteuerventil (4) für manuelle oder elektrisch-proportionale Druckeinstellung ist im Steuerdeckel (1) integriert, oder wird auf den Steuerdeckel (1) aufgebaut. Durch Kombination der Einbauventile mit den Steuerdeckeln können unterschiedliche Druckfunktionen realisiert werden.

Einbauventil „LC . DB“

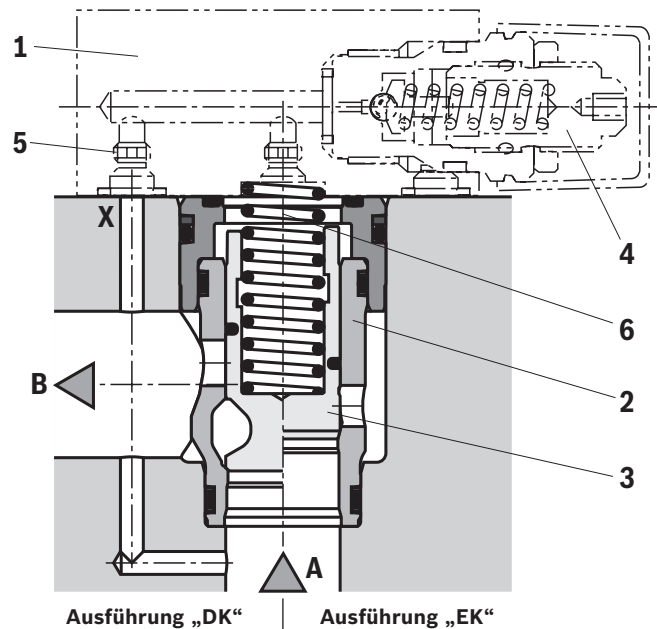
Das Einbauventil (2) ist mit Steuerschieber-Form „D“ oder „E“ verfügbar. Beide Ausführungen haben keine Wirkfläche A_2 . Damit ist die Wirkfläche A_1 gleich Federraumfläche A_3 .

Der an A_1 anstehende Arbeitsdruck wird entweder extern oder intern über die Regeldüse (5) zur Federseite (6) des Einbauventils (2) geführt.

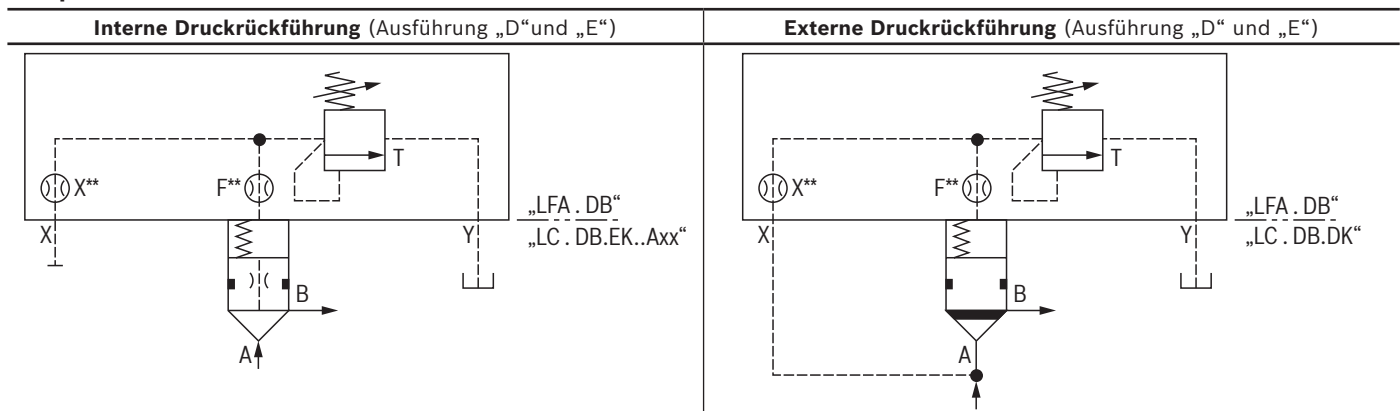
Unterhalb des am Vorsteuerventil (4) eingestellten Druckes ist der Steuerschieber (3) druckausgeglichen und wird durch die Federkraft geschlossen. Bei Erreichen des Einstelldruckes öffnet der Steuerschieber (3) und begrenzt den Druck am Anschluss A entsprechend der Druck-Volumenstrom-Charakteristik.

Hinweise:

- Alternativ kann die Druckrückführung auch direkt über eine Düse auf die Federseite (6) des Elementes erfolgen (siehe Symbole unten). Der Anschluss X entfällt dadurch blockseitig. Sind Anpassungen der gewünschten Druckfunktion an bestimmte und unterschiedliche Systembedingungen erforderlich, ist der Wechsel der Steuerschieber-Düse aufwändiger als bei der externen Druckversorgung (Druckrückführung über Anschluss X).
 - Alle Standard-Einbauventile „LC . DB“ sind bei Betrieb in typischer Grundfunktion (Steuerölauführung = Druck in Anschluss A oder B) druckausgeglichen.
- Bei Anwendungen mit externer Steuerölauführung kann es deshalb zu überhöhter Belastung im Sitzbereich des Steuerschiebers kommen, siehe „Projektionierungshinweise“ Seite 23.



Beispiele:



Funktion, Schnitt, Symbol: Druckreduzierfunktion

Ruhestellung offen

Einbauventil „LC . DR“

Steuerdeckel „LFA . DB“

Das Einbauventil „LC . DR“ (2) für Druckreduzierfunktionen ist in Schieber-Bauweise mit schließender Charakteristik konzipiert. Es hat keine Sitzfläche. Als Steuerdeckel (1) werden Ausführungen „LFA . DB“ verwendet.

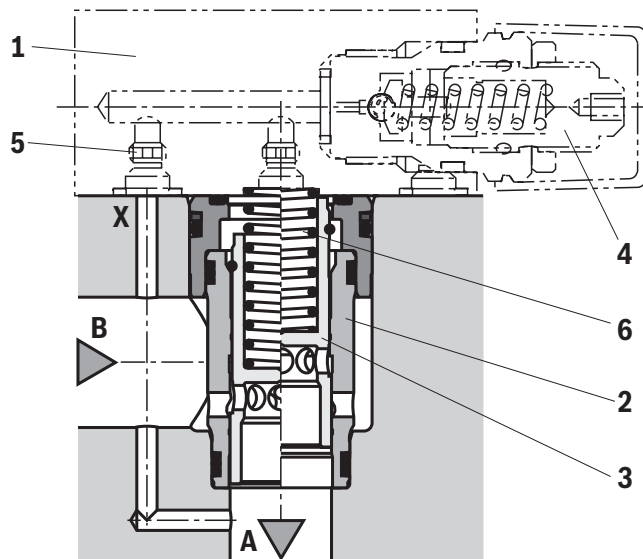
Das Einbauventil (2) hat keine Wirkfläche A_2 am Anschluss B. Damit ist die Wirkfläche A_1 gleich Federraumfläche A_3 .

Der an A_1 gewünschte Arbeitsdruck wird entweder extern über eine Regeldüse (5) zur Federseite (6) des Einbauventils (2) geführt.

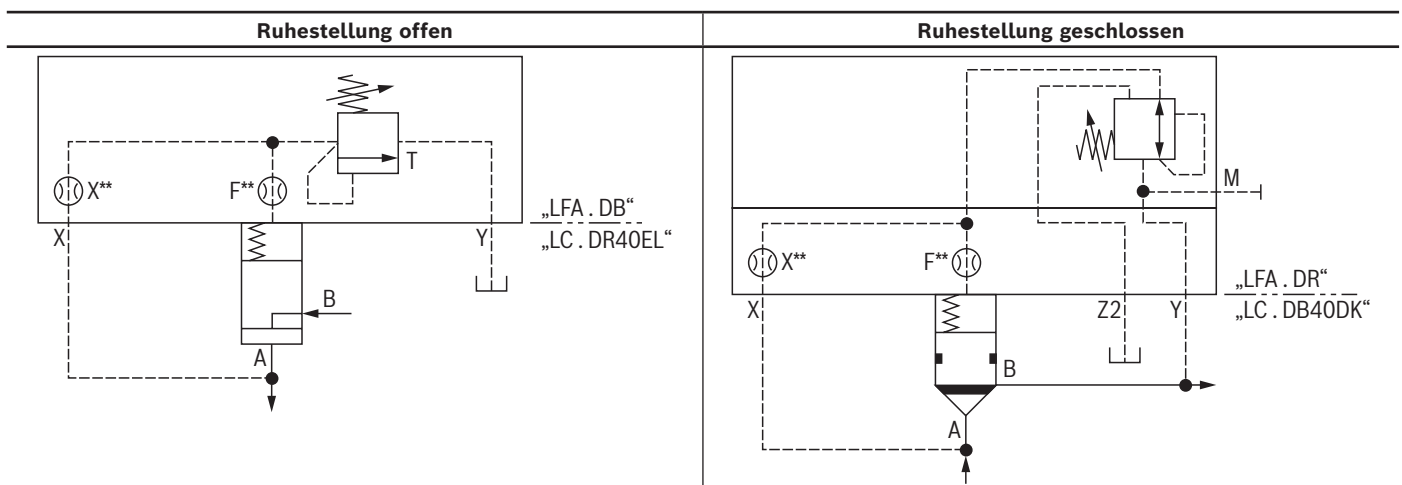
Unterhalb der Leistungsgrenze und des am Vorsteuerventils eingestellten Drucks ist der Steuerschieber (3) druckausgeglichen und wird durch Federkraft in der Regelstellung gehalten. Erst bei Erreichen des Einstelldrucks am Anschluss A wird der Volumenstrom entsprechend der Druck-Volumenstrom-Charakteristik abgeregelt.

Merkmale

- ▶ Volumenstromrichtung B → A
- ▶ Bessere Regelgenauigkeit gegenüber „Ruhestellung geschlossen“
- ▶ Automatische Leistungsbegrenzung
- ▶ Sonderfunktion mit freiem Rückfluss A → B auf Anfrage



Grundstellung „offen“ | Arbeitsstellung „zu“




Technische Daten
(Bei Geräteeinsatz außerhalb der angegebenen Werte bitte anfragen!)

allgemein				
Nenngröße	NG	16	25	32
Masse	kg	0,25	0,5	1,1
Umgebungstemperaturbereich	°C	-30 ... +80 (NBR-Dichtungen) -20 ... +80 (FKM- und H-Ecopur-Dichtungen)		
MTTF _D -Werte nach EN ISO 13849	Jahre	150 ... 1200 (weitere Angaben siehe Datenblatt 08012)		
Konformität	► RoHS-Richtlinie		2011/65/EU ¹⁾	

hydraulisch			
Maximaler Betriebsdruck	► Anschluss A, B		
	– „LC“ (Wegefunktion)	bar	420; 450
	– „LC . DB“		420; 450
	– „LC . DR“	bar	420 (nur Anschluss B) ²⁾
Druckflüssigkeit			siehe Tabelle siehe Seite 10
Druckflüssigkeitstemperaturbereich	°C		–30 ... +80 (NBR-Dichtungen) –20 ... +80 (FKM- und H-Ecopur-Dichtungen)
Viskositätsbereich	mm²/s		2,8 ... 500
Maximal zulässiger Verschmutzungsgrad der Druckflüssigkeit; Reinheitsklasse nach ISO 4406 (c)			Klasse 20/18/15 ³⁾
Maximaler Volumenstrom ($\Delta p = 10 \text{ bar}$) ⁴⁾	l/min		NG- und Typabhängig; siehe Kennlinien Seite 14 ... 18

Druckflüssigkeit	Klassifizierung	Geeignete Dichtungsmaterialien	Normen	Datenblatt
Mineralöle	HL, HLP, HLPD, HVLP, HVLPD	NBR, FKM, H-Ecopur	DIN 51524	90220
Biologisch abbaubar	► wasserunlöslich	HETG	ISO 15380	90221
		HEES		
	► wasserlöslich	HEPG	ISO 15380	
Schwerentflammbar	► wasserfrei	HFDU (Glykolbasis)	ISO 12922	90222
		HFDU (Esterbasis)		
		HFDR		
	► wasserhaltig	HFC (Fuchs: Hydrotherm 46M, Renosafe 500; Petrofer: Ultra Safe 620; Houghton: Safe 620; Union: Carbide HP5046)	ISO 12922	90223

**Wichtige Hinweise zu Druckflüssigkeiten:**

- Weitere Informationen und Angaben zum Einsatz von anderen Druckflüssigkeiten siehe Datenblätter oben oder auf Anfrage.
- Einschränkungen bei den technischen Ventildaten möglich (Temperatur, Druckbereich, Lebensdauer, Wartungsintervalle, etc.).

► Schwerentflammbar – wasserhaltig:

Aufgrund höherer Kavitationsneigung bei HFC-Druckflüssigkeiten kann sich die Lebensdauer der Komponente im Vergleich zum Einsatz mit Mineralöl HLP bis zu 30 % verringern. Um den Kavitationseffekt zu vermindern, empfiehlt sich - sofern anlagenbedingt möglich - den Rücklaufdruck in den Anschlüssen T auf ca. 20 % der Druckdifferenz an der Komponente anzustauen.

¹⁾ Produkt erfüllt die stofflichen Anforderungen der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU.

²⁾ Maximale Druckdifferenz zwischen Anschluss B und A 300 bar.

³⁾ Die für die Komponenten angegebenen Reinheitsklassen müssen in Hydrauliksystemen eingehalten werden. Eine wirksame Filtration verhindert Störungen und erhöht gleichzeitig die Lebensdauer der Komponenten.

⁴⁾ Die Angabe eines maximalen Volumenstroms wird üblicherweise auf eine Druckdifferenz von 10 bar normiert und stellt bei Logikelementen keinen Grenzwert dar. Es sollte bei der Auswahl vor allem die bei maximalem Volumenstrom auftretende Strömungsgeschwindigkeit in den Rohr- und Leitungsquerschnitten beachtet werden.

Technische Daten: Wegefunktion

(Bei Geräteeinsatz außerhalb der angegebenen Werte bitte anfragen!)

Steuerschieber-Fläche in cm²

Steuerschieber-Fläche	Anschluss	Ausführung	Nenngröße		
			16	25	32
A₁	A	„A“	2,08	4,26	6,79
		„B“	2,92	5,73	9,51
A₂	B	„A“	1,06	1,89	3,39
		„B“	0,22	0,43	0,67
A₃	X	„A“	3,14	6,16	10,18
		„B“	3,14	6,16	10,18

Steuerschieber-Hub

		Nenngröße		
		16	25	32
Hub	mm	9,0	12,0	14,0
Steuervolumen	cm ³	2,8	7,4	14,3
Theoretischer Steuervolumenstrom ⁵⁾	l/min	1,6	4,4	8,6

- ⁵⁾ Bezugsgröße: Schaltzeit $t = 100$ ms
Dieser Wert dient nur zur Abschätzung und ist demnach kein Grenzwert für erreichbare Öffnungs- und Schließzeiten.

**Hinweis:**

Steuerschieber mit Ausführung „D“ werden hauptsächlich in Anwendungen mit zusätzlicher Hubbegrenzungsvorrichtung und bei stellungsüberwachten Versionen eingesetzt. Aufgrund der besseren Volumenstromwerte und damit geringerer hydraulischer Verluste wird standardmäßig ein Steuerschieber ohne Feinststeuerbereich empfohlen.

Öffnungsdruck in bar (ohne Kolbendichtung)

Volumenstromrichtung	Ausführung	Nenngröße		
		16	25	32
A → B	„A00“ ⁶⁾	0,02	0,03	0,05
	„A05“	0,36	0,35	0,36
	„A10“	0,72	0,68	0,72
	„A20“	1,84	2,18	2,12
	„A40“	3,37	3,90	3,80
	„B00“ ⁶⁾	0,01	0,02	0,04
	„B05“	0,26	0,26	0,26
	„B10“	0,51	0,50	0,51
	„B20“	1,31	1,62	1,52
	„B40“	2,04	2,90	2,70
B → A	„A00“ ⁶⁾	0,04	0,05	0,1
	„A05“	0,71	0,78	0,72
	„A10“	1,43	1,53	1,42
	„A20“	3,64	4,91	4,25
	„A40“	6,68	8,74	7,6
	„B00“ ⁶⁾	0,24	0,25	0,5
	„B05“	3,48	3,40	3,64
	„B10“	7,01	6,69	7,24
	„B20“	17,9	21,5	21,6
	„B40“	32,9	38,3	38,6

- ⁶⁾ Die Werte ergeben sich durch die Masse des Steuerschiebers.

Technische Daten: Druckbegrenzungsfunktion
(Bei Geräteeinsatz außerhalb der angegebenen Werte bitte anfragen!)

Steuerschieber-Fläche in cm²

Steuerschieber-Fläche	Anschluss	Nenngröße		
		16	25	32
A ₁	A	2,27	4,91	8,04
A ₂	B	0	0	0
A ₃	X	2,27	4,91	8,04

Steuerschieber-Hub

		Ausführung	Nenngröße		
			16	25	32
Hub	cm	„E“	6,0	6,5	8,5
	cm	„D“	6,5	7,5	9,6

Öffnungsdruck in bar (Federraumfläche A₃ drucklos; ohne Kolbendichtung)

Ausführung	Nenngröße		
	16	25	32
„00“ ⁶⁾	0,02	0,03	0,05
„20“	2	2	2
„40“	4	4	4
„50“	5	5	5
„80“ ⁷⁾	8	8	8

⁶⁾ Die Werte ergeben sich durch die Masse des Steuerschiebers.

⁷⁾ Zusätzlicher Zwischendeckel erforderlich

- NG16: „LFA...D22“
- NG25 und 32: „LFA...D19“

Technische Daten: Druckreduzierfunktion

(Bei Geräteeinsatz außerhalb der angegebenen Werte bitte anfragen!)

Steuerschieber-Fläche in cm²

Steuerschieber-Fläche	Anschluss	Nenngröße		
		16	25	32
A₁	A	2,01	4,52	7,07
A₂	B	0	0	0
A₃	X	2,01	4,52	7,07

Steuerschieber-Hub

		Nenngröße		
		16	25	32
Hub	mm	6,3	9,1	11,0
Steuervolumen	cm ³	1,27	4,11	7,78

Schließdruck in bar (Federraumfläche **A₃** drucklos)

Ausführung	Nenngröße		
	16	25	32
„00“ ⁶⁾	0,02	0,03	0,05
„20“	2	2	2
„40“	4	4	4
„50“	5	5	5
„80“ ⁷⁾	8	8	8

⁶⁾ Die Werte ergeben sich durch die Masse des Steuerschiebers.⁷⁾ Zusätzlicher Zwischendeckel erforderlich

- ▶ NG16: „LFA...D22“
- ▶ NG25 und 32: „LFA...D19“

**Hinweise:**

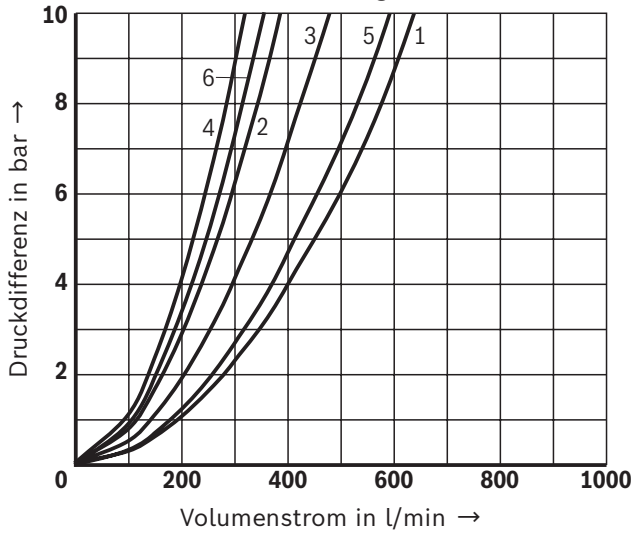
- ▶ Toleranz der angegebenen Schließdrücke ±0,2 bar.
- ▶ Der Steuerschieber ist in Grundstellung „offen“. Für das Erreichen einer Regelposition ist auf der Verbraucherseite „A“ ein Druckanstieg bis zum gewünschten Regeldruck erforderlich. Ein zu schnelles Zuschalten des Systemdrucks (speziell bei unvollständig vorgefülltem Verbrauchervolumen) kann deshalb zu Druckspitzen führen.
- ▶ Die Auswahl der Druckfeder bestimmt die Leistungsgrenze und die Dynamik beim Regeln.
- ▶ Der Steuerschieber ist von der Unterseite der Buchse eingeführt und durch einen Sprengring (federraumseitig) gesichert.

Kennlinien: Wegfunktion
(simuliert mit HLP46, $\vartheta_{\text{öl}}$ = 40±5 °C)

Δp - q_V -Kennlinien

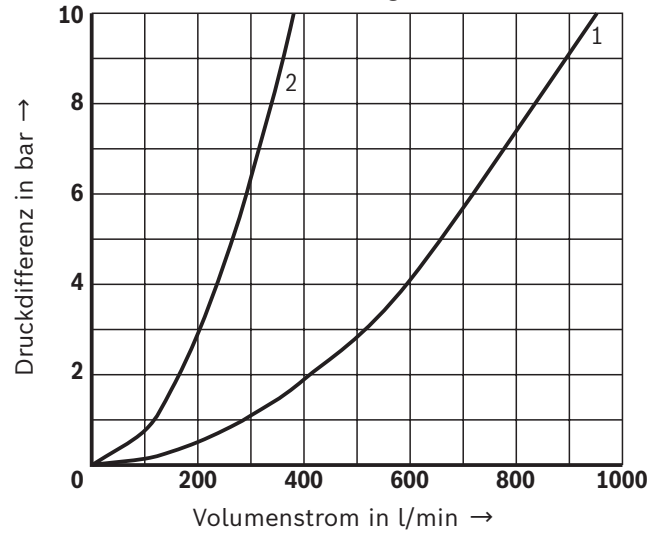
Nenngröße 16

Steuerschieber-Ausführung „A“



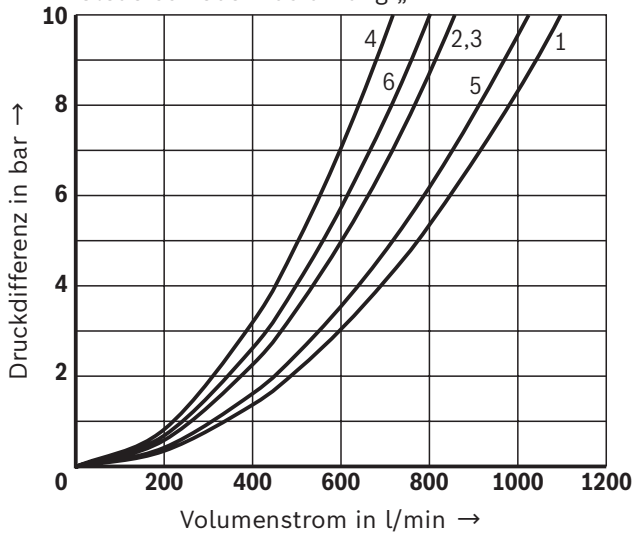
Nenngröße 16

Steuerschieber-Ausführung „B“



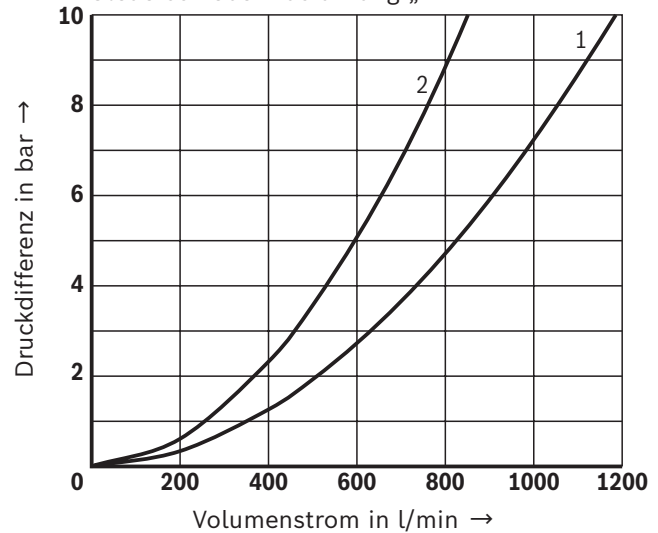
Nenngröße 25

Steuerschieber-Ausführung „A“



Nenngröße 25

Steuerschieber-Ausführung „B“



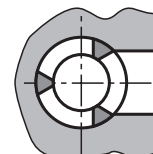
- 1 Steuerschieber-Form „E“; A→B
- 2 Steuerschieber-Form „E“; B→A
- 3 Steuerschieber-Form „D“; A→B
- 4 Steuerschieber-Form „D“; B→A

- 5 Steuerschieber-Form „F“; A→B
- 6 Steuerschieber-Form „F“; B→A

Hinweise:

- Die angegebenen Kennlinien wurden bei 100 % Steuerschieberhub und einer ausgerichteten Buchse (siehe Skizze) simuliert. Basis hierfür ist eine Einbaugeometrie mit maximalen Bohrungsdurchmessern „A“ und „B“ und ein Simulationsmodell nach ISO 4411/2008-10-01.
- Typische Kennlinien, die Toleranzstreuungen unterliegen.

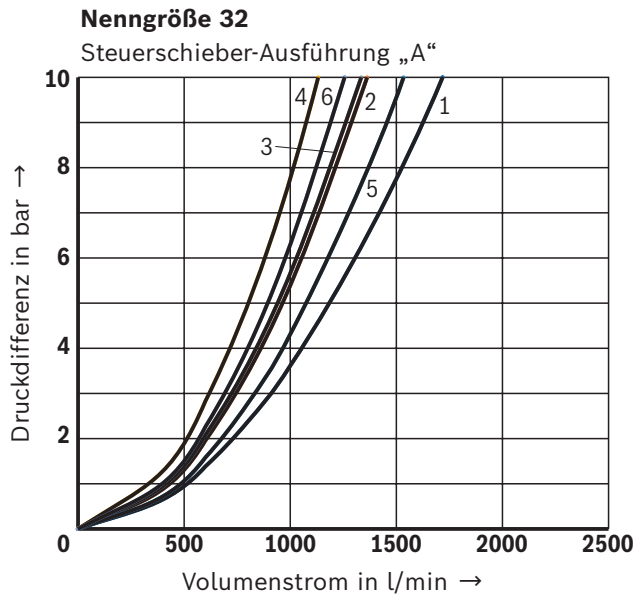
Empfohlene Buchsenausrichtung



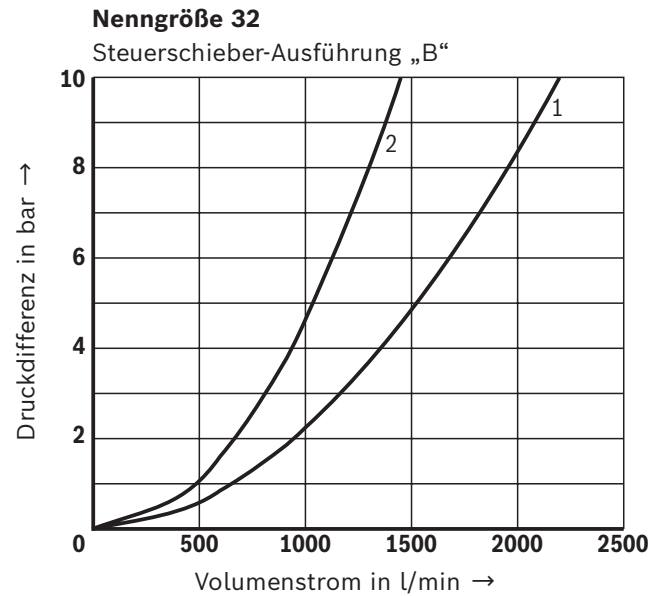
Bohrung auf Bohrung

Kennlinien: Wegefunktion
(simuliert mit HLP46, $\vartheta_{\text{öl}} = 40 \pm 5 \text{ °C}$)

Δp - q_V -Kennlinien



- 1 Steuerschieber-Form „E“; A → B
- 2 Steuerschieber-Form „E“; B → A
- 3 Steuerschieber-Form „D“; A → B
- 4 Steuerschieber-Form „D“; B → A

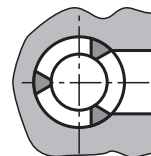


- 5 Steuerschieber-Form „F“; A → B
- 6 Steuerschieber-Form „F“; B → A

Hinweise:

- Die angegebenen Kennlinien wurden bei 100 % Steuerschieberhub und einer ausgerichteten Buchse (siehe Skizze) simuliert. Basis hierfür ist eine Einbaugeometrie mit maximalen Bohrungsdurchmessern „A“ und „B“ und ein Simulationsmodell nach ISO 4411/2008-10-01.
- Typische Kennlinien, die Toleranzstreuungen unterliegen.

Empfohlene Buchsenausrichtung

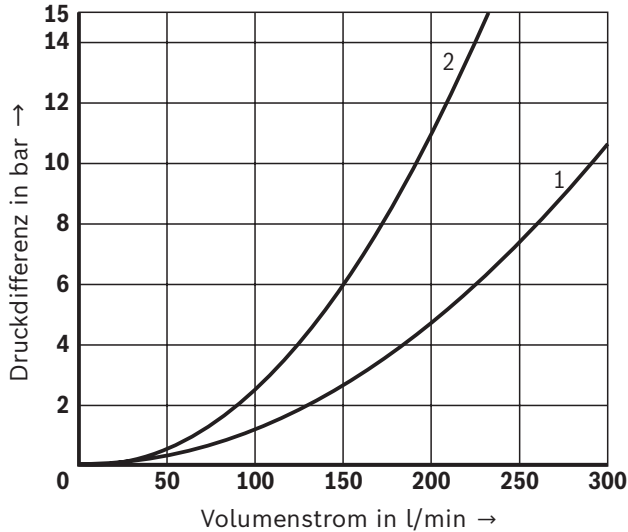


Bohrung auf Bohrung

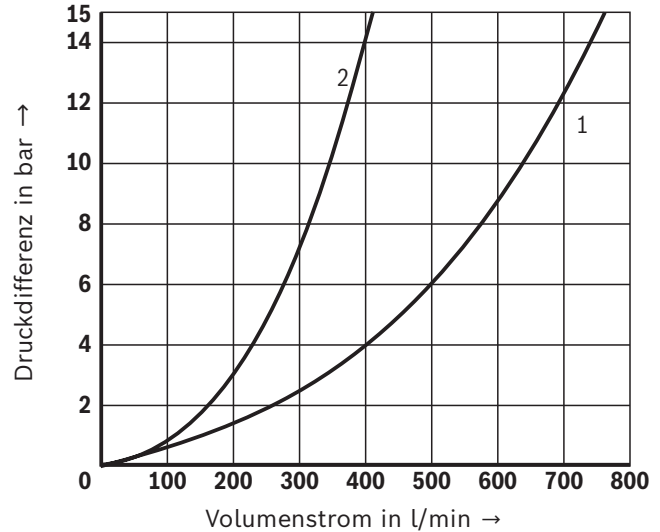
Kennlinien: Druckbegrenzungsfunktion
(gemessen mit HLP46, $\vartheta_{\text{öl}} = 40 \pm 5 \text{ °C}$)

Δp - q_v -Kennlinien

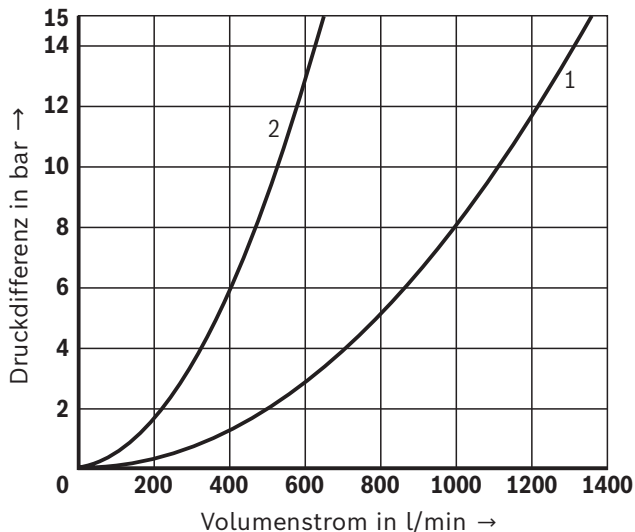
Nenngröße 16



Nenngröße 25



Nenngröße 32

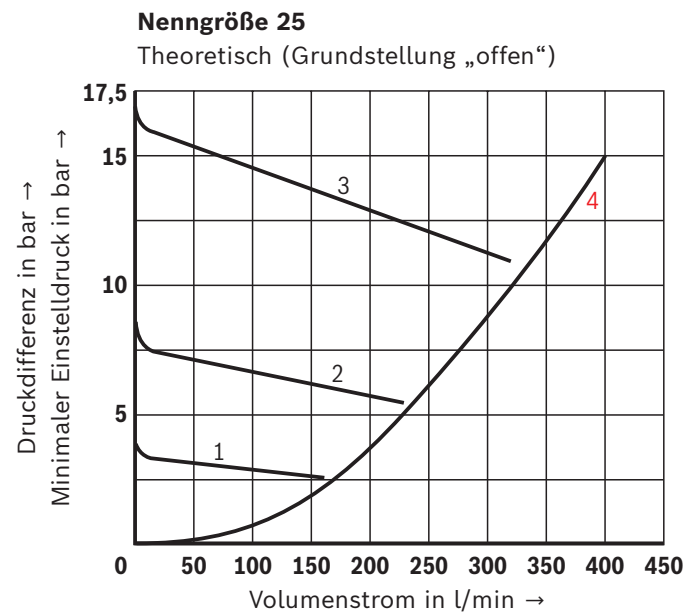
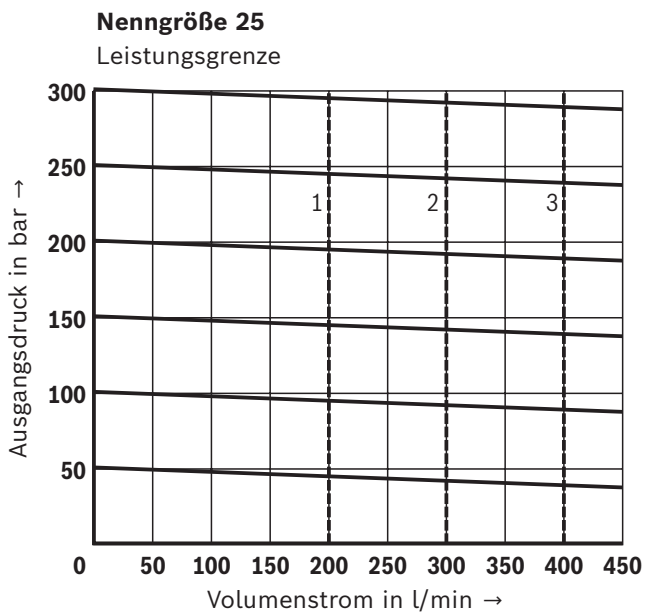
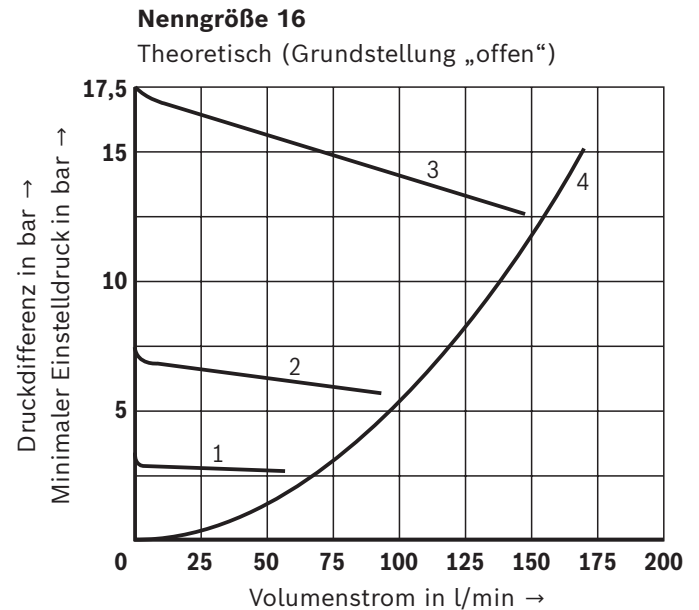
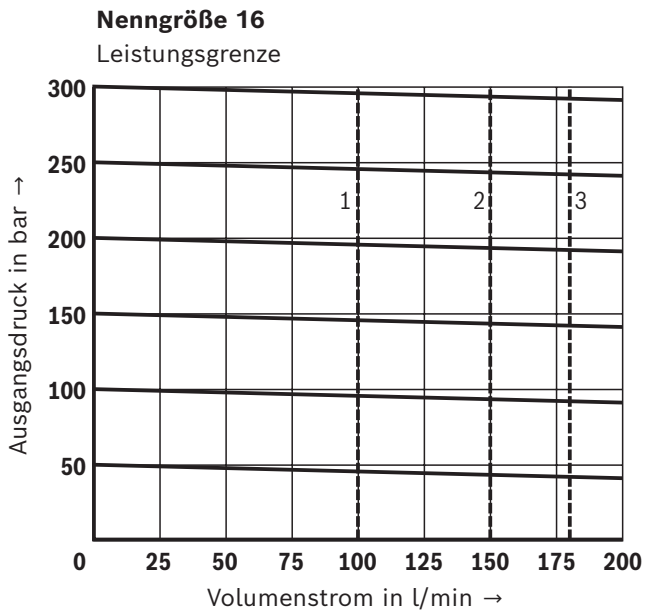


- 1 Steuerschieber-Form „E“
- 2 Steuerschieber-Form „D“

Hinweise:

- Die angegebenen Kennlinien wurden bei 100 % Steuerschieberhub (ohne Druckfeder) ermittelt. Der Messblock ist mit den maximalen Bohrungsdurchmessern „A“ und „B“ ausgeführt.
- Die Regelkennlinien (Umlaufdruck, Druck-Volumenstromabhängigkeit) ergeben sich durch die Wahl der Druckfeder und des aufgebauten Steuerdeckels „LFA . DB“. Diese Kennlinien werden im entsprechenden Datenblatt dargestellt.
- Bei Druckbegrenzungsfunktionen sind die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten in der Tankleitung zu beachten. Aufgrund der besonderen Sitzgeometrie sind Schaltungen mit einer externen Steuerölzuführung mit Steuerschieber-Ausführung „E“ nicht empfehlenswert, da es hier zu einer Überlastung der Sitzgeometrie kommen kann (Standard-Druckbegrenzungsfunktionen arbeiten druckausgeglichen).
- Typische Kennlinien, die Toleranzstreuungen unterliegen.

Kennlinien: Druckreduzierfunktion
(gemessen mit HLP46, $\vartheta_{\text{öl}} = 40 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$)



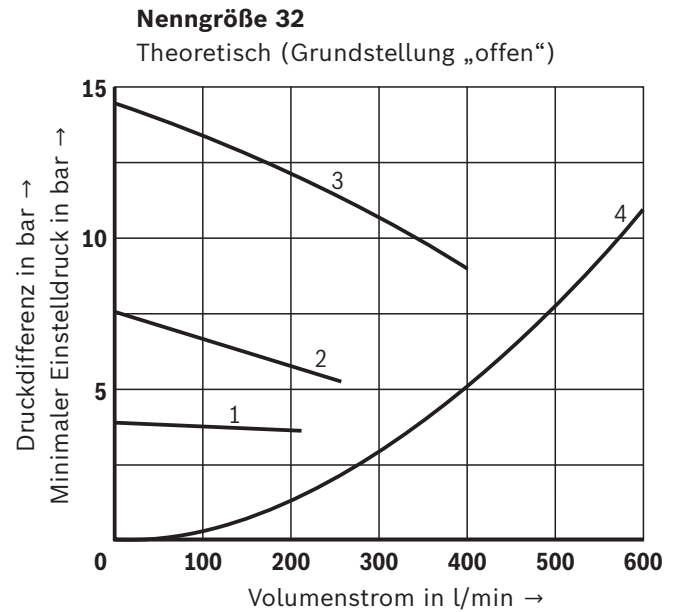
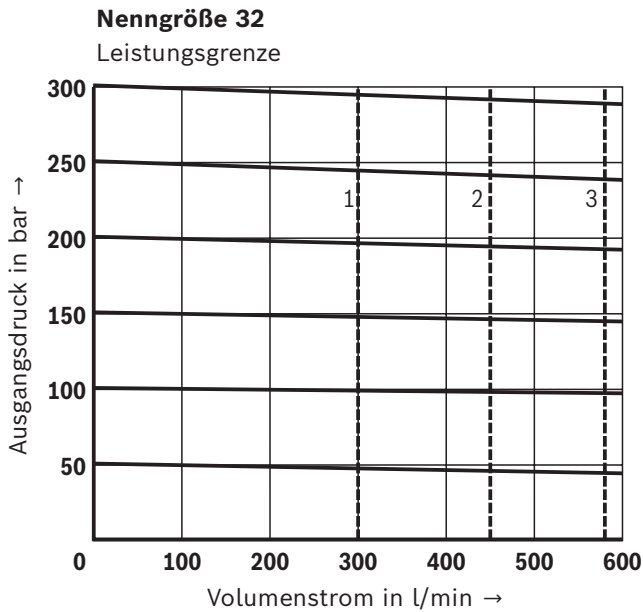
- 1 Ausführung „20“
- 2 Ausführung „40“ und „50“
- 3 Ausführung „80“
- 4 Theoretische Grenzkurve



Hinweise:

- Regelfunktion nur in Volumenstromrichtung B→A möglich.
- Bei den dargestellten Kennlinien muss die Gesamtfunktion mit den Vorsteuerkomponenten des Einbauventils „LC . DR“ berücksichtigt werden, z. B.
 - Druckreduzierfunktion
 - Druckwaage
 - Stromregler
- Die Leistungsgrenze wird durch die auf den Steuerschieber wirkenden Strömungskräfte und Staudrücke bestimmt.
- Eine stärkere Druckfeder erhöht die Leistungsgrenze.
- Ausführung „50“ erhöht die Leistungsgrenze gegenüber „40“ um ca. 20 %; Standardeinbauraum
- Typische Kennlinien, die Toleranzstreuungen unterliegen.

Kennlinien: Druckreduzierfunktion
(gemessen mit HLP46, $\vartheta_{\text{öl}} = 40 \pm 5 \text{ °C}$)



- 1 Ausführung „20“
- 2 Ausführung „40“ und „50“
- 3 Ausführung „80“
- 4 Theoretische Grenzkurve

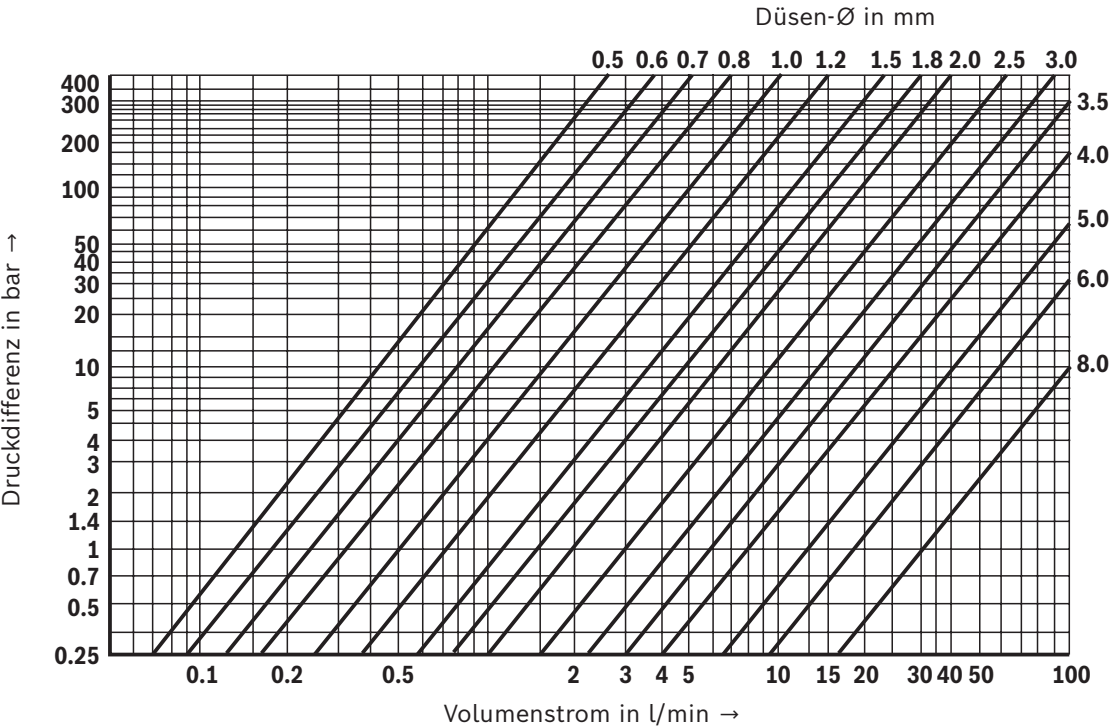


Hinweise:

- Regelfunktion nur in Volumenstromrichtung B→A möglich.
- Bei den dargestellten Kennlinien muss die Gesamtfunktion mit den Vorsteuerkomponenten des Einbauventils „LC . DR“ berücksichtigt werden, z. B.
 - Druckreduzierfunktion
 - Druckwaage
 - Stromregler
- Die Leistungsgrenze wird durch die auf den Steuerschieber wirkenden Strömungskräfte und Staudrücke bestimmt.
- Eine stärkere Druckfeder erhöht die Leistungsgrenze.
- Ausführung „50“ erhöht die Leistungsgrenze gegenüber „40“ um ca. 20 %; Standardeinbauraum
- Typische Kennlinien, die Toleranzstreuungen unterliegen.

Zubehör (separate Bestellung)

Kennlinien zur Auswahl von Düsen



Düsen „1/16-27 NPTF„ und Verschlussstopfen

Düsen-Ø in mm	Bestellzahlen	Material-Nummern
0,8	08	1810361029
1,0	10	1810361020
1,2	12	1810361021
1,5	15	1810361045
1,8	18	1810361024
2,0	20	1810361028
2,5	25	1810361054
3,0	30	R996001304
Verschlussstopfen	99	1813464004

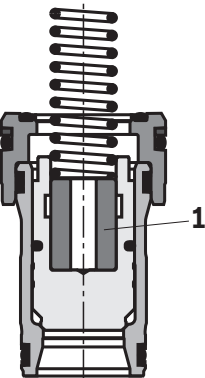
Druckfedern

NG	Ausführung	Material-Nummern	
		Wegefunktion	Druckfunktion
16	„02“	R900013844	–
	„05“	R900002110	R900002110
	„10“	R900002111	R900002111
	„20“	R900062747	R900062747
	„40“	R901429745	R900062754
	„50“	–	R900062757
	„80“	–	R900082073
25	„02“	R900013845	–
	„05“	R900002114	R900002114
	„10“	R900002115	R900002115
	„20“	R900062762	R900062762
	„40“	R900062764	R900062820
	„50“	–	R900062819
	„80“	–	R900082072
32	„02“	R900028984	–
	„05“	R900002116	R900002116
	„10“	R900002117	R900002117
	„20“	R900062813	R900062813
	„40“	R900062783	R900062810
	„50“	–	R900062805
	„80“	–	R900082071

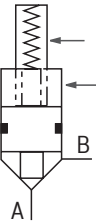
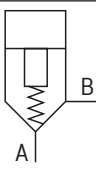
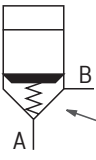
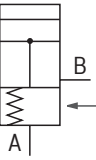
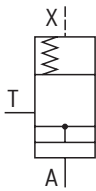
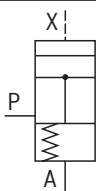
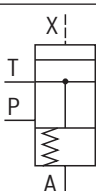
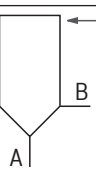
Ausgleichscheibe (1)

Nenngröße	Material-Nummern
16	R901578885
25	R901578906
32	R901578904

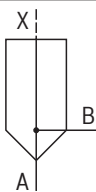

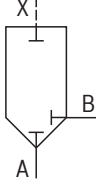
Zur Herstellung eines einbaukompatiblen Federüberstands zu „LC ... 7X/-004“ bzw. „LC ... 7X/-146“.
Höhenausgleich bei vorhandenem Sonderdeckel „LFA“ im Lieferumfang von „LC ... 8X/-004“ enthalten.



Weitere Funktionen mit Sonderausführungen (auf Anfrage)

Symbol	Typ (Beispiele)	Geräte- serie	Nenngröße	Beschreibung/Besonderheit
	LC...-004	8X	16 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Standardeinbauventil „LC...K“ mit beigelegter Ausgleichsscheibe ▶ Damit wird der Federüberstand „LC...7X/-004“ und „LC...7X/-146“ (mit Option Schaftdichtung) nachgebildet ▶ Die Ausgleichsscheibe ist nur erforderlich, wenn kein Zwischendeckel „D19“ vorhanden ist oder ein vorhandener Sonderdeckel nicht angepasst werden kann. ▶ Bei Nichtmontage der Ausgleichsscheibe ist der Federüberstand normal.
	LC . A.E...-054 LC . A.D...-054 LC . B.E...-054	6X	16 ... 32 16 ... 32 25 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Nachsaug-Logik mit offener Nullstellung ▶ Sonderdeckel (z. B. „D54“) notwendig
	LC . DB40D...-018	6X	16 ... 32	<p>Grundstellung „offen“ (nur „LC . DB“)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Feder wirkt in Öffnungsrichtung ▶ Externer Steuerdruck $p_{St} > p_A + 8$ bar erforderlich ▶ Volumenstromrichtung Regelbetrieb: A→B
	LC . DR40D...-028	6X	16 ... 32	<p>Grundstellung „geschlossen“ (nur „LC . DR“)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Feder wirkt in Schließrichtung ▶ Externer Steuerdruck $p_{St} > p_A + 8$ bar erforderlich ▶ Volumenstromrichtung Regelbetrieb: B→A
	LC . DR.D...-072	6X	25 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ DAU-Funktion (Druckabhängiges Umschalten; Ablauf) ▶ Regelung über Anschluss X ▶ Sondereinbaubohrung ▶ Separate Dokumentation auf Anfrage
	LC . DR.D...-073	6X	25 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ DAU-Funktion (Druckabhängiges Umschalten; Zulauf) ▶ Regelung über Anschluss X ▶ Sondereinbaubohrung ▶ Separate Dokumentation auf Anfrage
	LC . DR.D...-074 LC . DR.D...-174	6X	25 ... 32 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3/2-Druckreduzierfunktion ▶ Regelung über Anschluss X ▶ Sondereinbaubohrung ▶ SO074: A→T eingeschränkt (20 %) ▶ SO174: A→T eingeschränkt (50 %)
	LC...-R05	8X	16 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reparatursatz (Buchsenaußendurchmesser „oben“ 1 mm größer als Standardmaß) ▶ Sonstige Maße und Funktionen wie Standard

Weitere Funktionen mit Sonderausführungen

Symbol	Typ (Beispiele)	Nenngröße	Beschreibung/Besonderheit
	LC . XAB00E...	16 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Blindelement ohne Steuerschieber ▶ Alle Kanäle (A, B, X) verbunden ▶ Bei Verwendung mit vorhandenem Steuerdeckel „LFA“ ist möglicherweise dessen Federraum-Zulauf zu verschließen. Alternativ: Steuerdeckel „LFA . D7X/FX99“ ▶ Entspricht funktional einem Standardelement „Wege“ oder „DB“ mit ausgebautem Steuerschieber
	LC . XAF00E...	16 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Blindelement ohne Steuerschieber ▶ Kanal A ↔ X verbunden ▶ Kanal B verschlossen ▶ Bei Verwendung mit vorhandenem Steuerdeckel „LFA“ ist möglicherweise dessen Federraum-Zulauf zu verschließen. Alternativ: Steuerdeckel „LFA . D7X/FX99“
	LC . X00E...	16 ... 32	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Blindelement ohne Steuerschieber ▶ Alle Kanäle (A, B, X) verschlossen ▶ Bei Verwendung mit vorhandenem Steuerdeckel „LFA“ ist möglicherweise dessen Federraum-Zulauf zu verschließen. Alternativ: Steuerdeckel „LFA . D7X/FX99“

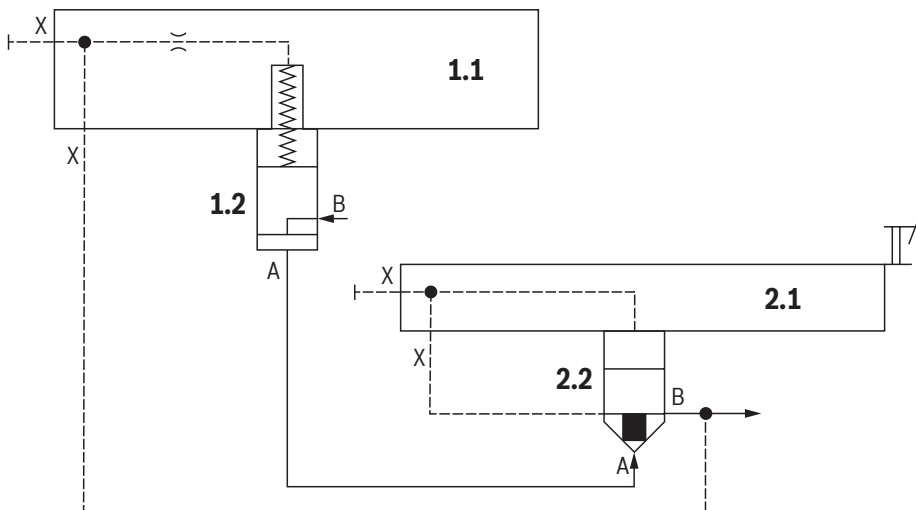
Funktion, Schaltungsbeispiele: Stromregler

- ▶ Baugruppe 1:
 - Steuerdeckel „LFA 16 D8-7X/FX...“, „LFA 25 D16-7X/FX...“ oder „LFA 32 D16-7X/FX...“
 - Einbauventil „LC . DR80EL-8X...“
- ▶ Baugruppe 2:
 - Steuerdeckel „LFA . H2-7X/F...“
 - Einbauventil „LC . A00DL-8X...“

Durch die Kombination aus Baugruppe 1 und 2 kann ein Stromregler für hohe Volumenströme umgesetzt werden. Die Baugruppe 2 dient als Messblende, wobei die Hubbegrenzung zur Einstellung eines bestimmten Druckabfalls dient. Bei der Abstimmung der Volumenstromwerte ist die

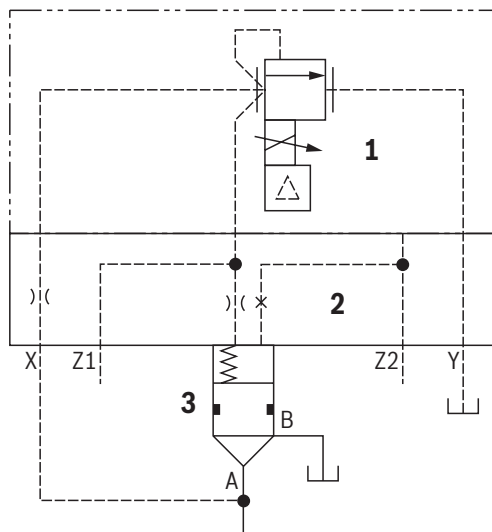
Leistungsgrenze des Einbauventils „LC . DR“ zu beachten. Empfohlen wird deshalb die Auswahl der Feder „80“, um die Leistungsgrenze zu erhöhen.

Bei Wahl der Feder „80“ ist ein größerer Einbauraum im Steuerdeckel erforderlich (Sonderdeckel „LFA . D8“, „LFA . D16“ oder Kombination aus Zwischendeckel „LFA . D22“, „LFA . D19“ mit Standarddeckel „LFA . D“. Der Steuerschieber mit Feinsteuerbereich bei der Pos. 2.2 ermöglicht eine feinere Einstellung des Arbeitspunktes über die Hubbegrenzung des Steuerdeckels „LFA“. Für diese Position ist keine Feder („00“) erforderlich.



- 1.1** Steuerdeckel „LFA . D8-7X/FX...“
Steuerdeckel „LFA . D16-7X/FX...“
- 1.2** Einbauventil „LC . DR80EL-8X...“
- 2.1** Steuerdeckel „LFA . H2-7X/F...“
- 2.2** Einbauventil „LC . A00DL-8X...“

Funktion, Schaltungsbeispiele: Druckfunktion mit Steuerdeckel „LFA . WEMA“ und Druckbegrenzungsvorsteuerventil



- 1 Proportional-Druckbegrenzungsventil „DBET(E)-7X/Axx...“,
- 2 Steuerdeckel „LFA . WEMA-7X/PxxFxx“,
- 3 Einbauventil „LC . DB20EK-8X...“



Hinweise:

- Düsenbestückung „P“ und „F“ in Anlehnung an die Standardbestückung bei Steuerdeckeln „LFA . DBE“
- Verwendung des Steuerdeckels „LFA . WEMA“ nur mit Vorsteuerventilen mit interner Verbindung P→A.

Projektierungshinweise

- ▶ Auswahlhilfe Steuerschieber-Form:
 - „LC . DB.E“ (Sitz-Bauweise): hohe Dynamik, höhere Volumenströme
 - „LC . DB.D“ (Sitz-Schieber-Bauweise): weicherer Ansprechverhalten, Vorzug bei Druckreduzierfunktionen
 - Alternativ zum Standard-Steuerschieber bieten wir auch eine Ausführung mit Mittelbohrung an. Hier erfolgt die Druckrückführung direkt über den Steuerschieber ohne zusätzliche Verbindungsleitung A→X im Steuerblock. Diese Variante ist bei erhöhten Regel-Anforderungen nachträglich nur mit Aufwand abzustimmen. Standardempfehlung ist deshalb die Druckrückführung über Kanal X.
- ▶ Auswahlhinweise zur Nenngröße bei „LC . DB“:
 - Bei der Auswahl der Nenngröße eines Einbauventils „LC . DB“ ist entscheidend, welche Funktion das Einbauventil letztlich haben soll. Bei einer kombinierten Version mit z. B. „druckloser Umlauf“, müssen die Kennlinien des minimalen Einstelldrucks beachtet werden. Soll das Einbauventil dagegen nur als Druckabsicherung eingesetzt werden, so ist das Auswahlkriterium eher der maximal zu erwartende Volumenstrom.
 - Bei alleiniger Aufgabenstellung einer Maximaldruck-Absicherung werden Einbauventile „LC . DB“ oftmals zu groß ausgewählt.
- ▶ Allgemein:
 - Je nach Auswahl der Nenngröße ergeben sich bestimmte Zu- und Ablaufgeometrien (Block, Rohrleitung), die eine entsprechende Volumenstromgeschwindigkeit erzeugen. Die praktisch bewährte Obergrenze für einen Logikventil-Einsatz liegt bei 30 m/s.
- ▶ Auswahlhilfe Feder:
 - „LC . DB“ Standard: 2 bar; bei Druckreduzierfunktion 4 bar
 - „LC . DR“ Standard: 5 bar; bei Funktion „Stromregler“ 5 ... 8 bar
- ▶ Bei Wegefunktionen ist der Öffnungsdruck nicht mit Druckdifferenz „ Δp “ gleichzusetzen. Diese Zuordnung gilt in erster Linie für Rückschlagventil-Funktionen.
- ▶ Fremdeinspeisung des Steuerdrucks (externe Steuerdruckquelle)
 - Generell gilt: alle Einbauventil „LC . DB“ und „LC . DR“ sind bei Beschaltung mit interner Steuerölrückführung druckausgeglichen.
 - Bei Fremdeinspeisung empfehlen wir deshalb Steuerdeckel „LFA“ mit Stromregler im Zulauf X, um primär die Schaltdynamik zu begrenzen.
 - „LC . DR“: Steuerschieber hat keinen Sitzanschlag. Deshalb die zulässigen Regel- und Differenzdrücke beachten.
 - „LC . DB“: Empfehlung ist die Verwendung der Steuerschieber-Form „D“

Steuerdeckel „LFA“

- | | |
|---|------------------|
| ▶ Wegefunktion „LFA...7X“, NG16 ... 32 (420 bar) | Datenblatt 21010 |
| ▶ Druckfunktion „LFA...7X“, NG16 ... 32 (420 bar) | Datenblatt 21050 |
| ▶ Wegefunktion „LFA...7X“, NG16 ... 32 (450 bar) | Datenblatt 21030 |
| ▶ Druckfunktion „LFA...7X“, NG16 ... 32 (450 bar) | Datenblatt 21030 |

Weitere Informationen

▶ 2-Wege-Einbauventile - Wegefunktionen	Datenblatt 21010
▶ 2-Wege-Einbauventile - Druckfunktionen	Datenblatt 21050
▶ 2-Wege-Einbauventile, Druckbegrenzungsfunktion, baumustergeprüft	Datenblatt 21055
▶ 2-Wege-Einbauventile mit Schaltstellungsüberwachung, passiv gesteuert	Datenblatt 21015
▶ 2-Wege-Einbauventile, Druck- und Wegefunktionen - Hochdruckbaureihe	Datenblatt 21030
▶ 2-Wege-Einbauventil, aktiv ansteuerbar, Typ LC2A	Datenblatt 21040
▶ 2-Wege-Einbauventile, Druck- und Wegefunktionen - Hochdruckbaureihe	Datenblatt 21045
▶ Einbaubohrung nach ISO 7368	Datenblatt 21067
▶ Hydraulikflüssigkeiten auf Basis von Mineralölen	Datenblatt 90220
▶ Umweltverträgliche Hydraulikflüssigkeiten	Datenblatt 90221
▶ Schwerentflammbare, wasserfreie Hydraulikflüssigkeiten	Datenblatt 90222
▶ Zuverlässigkeitskennwerte nach EN ISO 13849	Datenblatt 08012
▶ Verwendung von nicht-elektrischen Hydraulikkomponenten in explosionsgefährdeter Umgebung	Datenblatt 07011
▶ Hydraulikventile für Industrieanwendungen	Betriebsanleitung 07600-B
▶ Informationen zu lieferbaren Ersatzteilen	www.boschrexroth.com/spc

Bosch Rexroth AG
Industrial Hydraulics
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main, Germany
Telefon +49 (0) 93 52/40 30 20
my.support@boschrexroth.com
www.boschrexroth.com

© Alle Rechte Bosch Rexroth AG vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.

Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung. Aufgrund stetiger Weiterentwicklung unserer Produkte kann eine Aussage über eine bestimmte Beschaffenheit oder eine Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Die Angaben entbinden den Verwender nicht von eigenen Beurteilungen und Prüfungen. Es ist zu beachten, dass unsere Produkte einem natürlichen Verschleiß- und Alterungsprozess unterliegen.