

Servo-Wegeventil mit mechanischer Wegrückführung

RD 29583-XH-104/04.16
Ersetzt: 12.11

Typ 4WS2EM 10...XH...-104

Nenngröße 10
Geräteserie 5X
Maximaler Betriebsdruck 315 bar
Maximaler Volumenstrom 180 l/min



H5893

ATEX-Geräte – Für explosionsgefährdete Bereiche



Angaben zum Explosionsschutz:

- ▶ Einsatzbereich nach Explosionsschutz-Richtlinie 2014/34/EU: **II 1G**
- ▶ Zündschutzart:
 - Ex ia IIC T4 Ga nach EN 60079-0 / EN 60079-11

Inhaltsübersicht

Inhalt	Seite
Merkmale	2
Bestellangaben	3
Symbol	3
Funktion, Schnitt	4
Technische Daten	5, 6
Angaben zum Explosionsschutz	6
Externe Ansteuer Elektronik	6
Leitungsdose	7
Elektrischer Anschluss	7
Kennlinien	8 ...11
Abmessungen	12
Spülplatte	13
Weitere Informationen	13

Merkmale

- 3/3-Wege-Ausführung
- Zum bestimmungsgemäßen Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 0
- Ventil zur Positions-, Kraft-, Druck- oder Geschwindigkeitsregelung
- 2-stufiges Servoventil mit mechanischer Rückführung
- 1. Stufe als Düsen-Prallplattenverstärker
- Für Plattenaufbau
- Lage der Anschlüsse nach ISO 4401-05-05-0-05 mit Anschlüssen X und Y
- Trockener Steuermotor, keine Verschmutzung der Magnetpalte durch die Druckflüssigkeit
- Verschleißfreies Kolben-Rückführungselement
- Externe Ansteuerelektronik in Modulbauweise, zusätzliche Sicherheitsbarriere (separate Bestellung)
- Ventil ist justiert und geprüft
- Steuerölauführung und -rückführung intern/extern individuell bestellbar
- Kolben mit Strömungskraftkompensation
- Steuerhülse zentrisch fixiert, dadurch geringe Temperatur- und Druckempfindlichkeit
- Druckräume an der Steuerhülse mit Spaltdichtung, deshalb kein Dichtringverschleiß
- Filter für 1. Stufe von außen frei zugänglich

Bestellangaben

4WS2E	M	10-5X/	B	11	XH		K31		V-104		
elektrisch betätigtes 2-stufiges Servoventil in 3/3-Wegeausführung für externe Ansteuerelektronik		mechanische Rückführung = M		Nenngröße = 10		Geräteserie 50 bis 59 (50 bis 59: unveränderte Einbau- und Anschlussmaße) = 5X		Nennvolumenstrom ¹⁾		104 = Sonder- Nummer ⁶⁾	
5 l/min = 5		10 l/min = 10		20 l/min = 20		30 l/min = 30		45 l/min = 45		60 l/min = 60	
75 l/min = 75		90 l/min = 90		Ventil für externe Ansteuerelektronik Spule Nr. 11 (30 mA/85 Ω je Spule) ²⁾		= 11		Dichtungswerkstoff V = FKM-Dichtungen Geeignet für Mineralöl (HL, HLP) nach DIN 51524		Kolbenüberdeckung ⁵⁾	
								E = 0 ... 0,5 % negativ		D = 0 ... 0,5 % positiv	
								C = 3 ... 5 % positiv		K31 = elektrischer Anschluss über Gerätestecker Leitungsdose separat bestellen, siehe Seite 7	
								Eingangsdruckbereich zur 1. Stufe ⁴⁾		210 = 10 bis 210 bar	
								315 = 10 bis 315 bar		Steuerölauführung und -rückführung ³⁾	
								– = Zuführung extern, Rückführung extern		E = Zuführung intern, Rückführung extern	
								T = Zuführung extern, Rückführung intern		ET = Zuführung intern, Rückführung intern (ET = Standardausführung)	
								XH = Explosionsschutz „Zündschutzart ia“ Details siehe Angaben zum Explosionsschutz, Seite 6			

1) Nennvolumenstrom

Der Nennvolumenstrom bezieht sich auf 100 % Sollwertsignal bei 35 bar Ventildruckdifferenz je Steuerkante. Die Ventildruckdifferenz ist als Bezugsgröße zu betrachten. Andere Werte bewirken eine Änderung des Volumenstroms. Zu beachten ist eine mögliche Nennvolumenstromtoleranz von ±10 % (siehe Volumenstrom-Signalfunktion Seite 8).

2) Externe Ansteuerelektronik

Das Stellsignal muss aus einer stromgeregelten Endstufe mit einem überlagerten Dithersignal gebildet werden. Ansteuerelektroniken (Servoverstärker) siehe Seite 6.

3) Steueröl

Es ist auf möglichst konstanten Vorsteuerdruck zu achten. Oft ist deshalb eine externe Vorsteuerung über Anschluss X vorteilhaft. Zur positiven Beeinflussung der Dynamik kann das Ventil

mit höherem Druck an X als an P betrieben werden.

Hinweis:

Die Anschlüsse X und Y sind auch bei Steuerölauführung und -rückführung „intern“ druckbeaufschlagt.

4) Eingangsdruckbereich

Es ist auf möglichst konstanten Systemdruck zu achten. Vorsteuerdruckbereich: 10 ... 210 bar bzw. 10 ... 315 bar. Bezüglich der Dynamik muss innerhalb des zulässigen Druckbereiches die Frequenzgangabhängigkeit beachtet werden.

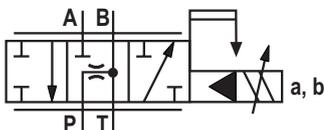
5) Kolbenüberdeckung

Die Kolbenüberdeckung ist in % des Steuerkolbennennhubs angegeben.

6) Sonder-Nummer "104"

Der Kanal B ist ohne Sollwertansteuerung (0 mA) auf den halben Betriebsdruck eingestellt. Der Kanal A ist im Regelbereich immer gesperrt.

Symbol



Funktion, Schnitt

4WS2EM 10...XH...-104

Ventile dieses Typs sind elektrisch betätigte, 2-stufige Servo-Wegeventile mit Lage der Anschlüsse nach ISO 4401-05-05-0-05. Sie werden vorwiegend für Positions-, Kraft-, Druck- oder Geschwindigkeitsregelungen eingesetzt.

Diese Ventile bestehen aus einem elektromechanischen Wandler (Torquemotor) (1), einem hydraulischen Verstärker (Prinzip: Düsen - Prallplatte) (2) und einem Steuerkolben (3) in einer Hülse (2. Stufe), der über eine mechanische Rückführung mit dem Torquemotor verbunden ist.

Durch ein elektrisches Eingangssignal an den Spulen (4) des Torquemotors wird über einen Permanentmagneten eine Kraft auf den Anker (5) erzeugt, die in Verbindung mit einem Biegerohr (6) ein Drehmoment bewirkt. Dadurch wird die durch einen Bolzen mit dem Biegerohr (6) verbundene Prallplatte (7) aus der Mittelstellung zwischen den beiden Regeldüsen (8) bewegt und es entsteht eine Druckdifferenz an den Stirnseiten des Steuerkolbens (3). Die Druckdifferenz bewirkt eine Lageänderung des Kolbens, wodurch der Druckanschluss mit dem einen Verbraucheranschluss und gleichzeitig der andere Verbraucheranschluss mit dem Rücklaufanschluss verbunden wird. Bei der Sondernummer 104 handelt

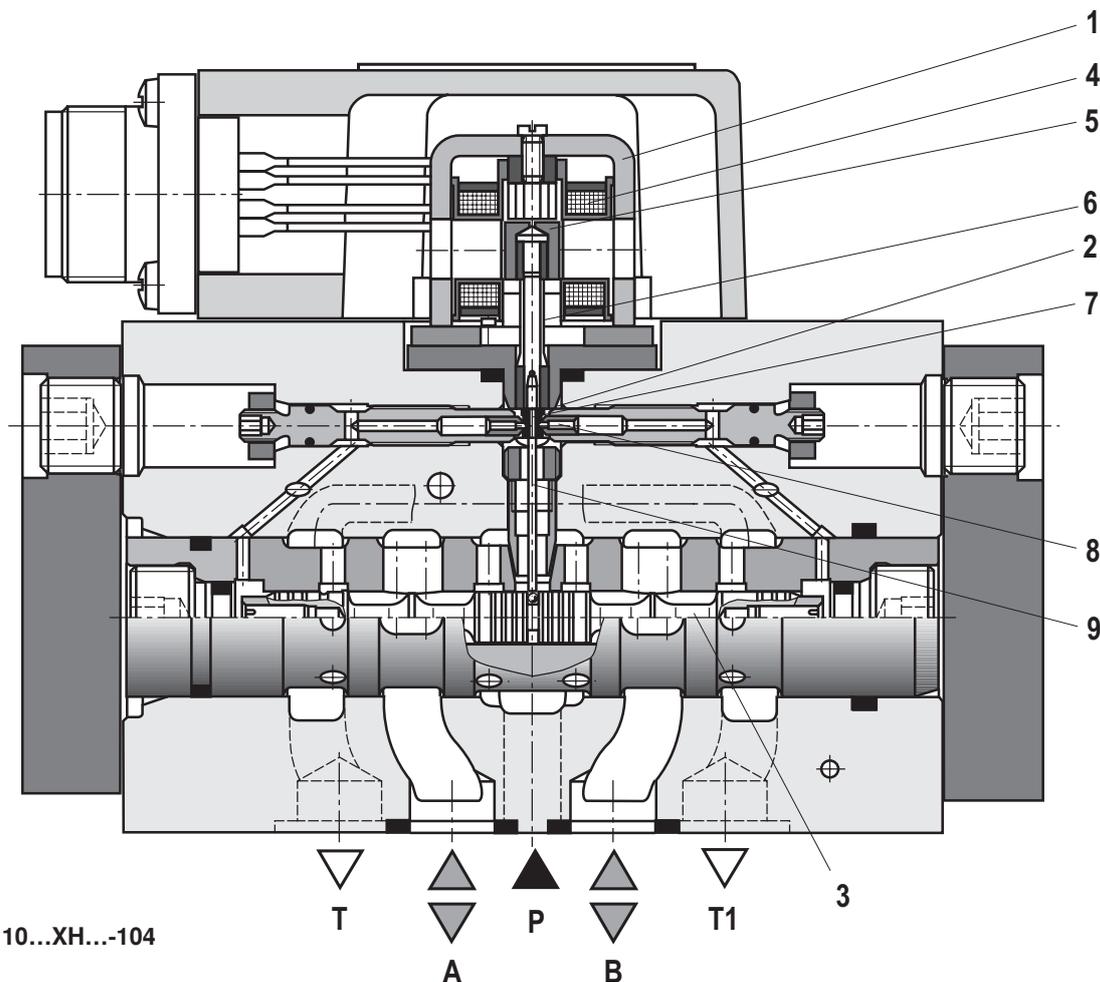
es sich um ein 3/3-Wege-Servoventil, so dass je nach Eingangssignal entweder P nach B oder B nach T verbunden ist. Der Kanal A ist im Regelbereich immer gesperrt.

Der Steuerkolben ist mittels einer Biegefeder (mechanische Rückführung) (9) mit der Prallplatte bzw. dem Torquemotor verbunden. Eine Lageänderung des Kolbens erfolgt so lange, bis sich das Rückführ-Drehmoment durch die Biegefeder und das elektromagnetische Drehmoment des Torquemotors im Gleichgewicht befinden und die Druckdifferenz am Düsen-Prallplattensystem zu Null wird.

Der Hub des Steuerkolbens und somit der Volumenstrom des Servoventils wird dadurch proportional zum elektrischen Eingangssignal geregelt. Dabei ist zu beachten, dass der Volumenstrom vom Ventildruckabfall abhängig ist.

Externe Ansteuerelektronik (separate Bestellung)

Zur Ansteuerung des Ventils dient eine externe Ansteuerelektronik (Servoverstärker), die ein analoges Eingangssignal (Sollwert) so verstärkt, dass mit dem Ausgangssignal das Servoventil stromgeregelt angesteuert wird.



Typ 4WS2EM 10...XH...-104

Technische Daten

allgemein

Einbaulage		Beliebig (Sicherstellen, dass beim Anfahren der Anlage die Vorsteuerung mit ausreichendem Druck (≥ 10 bar) versorgt wird!)
Oberflächenschutz	Ventilkörper, Deckel, Filterschraube	nitrocarburiert
	Kappe	anodisiert
Lagertemperaturbereich	°C	+5 ... +40
Umgebungstemperaturbereich	°C	-20 ... +60
Masse	kg	3,56

hydraulisch (gemessen mit HLP 32, $\vartheta_{\text{Öl}} = 40 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$)

Betriebsdruck	Vorsteuerstufe, Steuerölauführung	bar	10 ... 210 bzw. 10 ... 315						
	Hauptventil, Anschlüsse P, A, B	bar	bis 315						
Rücklaufdruck	Anschluss T								
	Steuerölrückführung intern	bar	Druckspitzen < 100 zulässig						
	Steuerölrückführung extern	bar	bis 315						
	Anschluss Y	bar	Druckspitzen < 100 zulässig, statisch < 10						
Druckflüssigkeit			Mineralöl (HL, HLP) nach DIN 51524 Zündtemperatur > 150 °C						
Druckflüssigkeitstemperaturbereich	°C	-15 ... +60, vorzugsweise +40 ... +50							
Viskositätsbereich	mm ² /s	15 ... 380, vorzugsweise 30 ... 45							
Maximal zulässiger Verschmutzungsgrad der Druckflüssigkeit, Reinheitsklasse nach ISO 4406 (c)		Klasse 18/16/13 ¹⁾							
Nullvolumenstrom $q_{V,L}$ ²⁾ bei Kolbenüberdeckung E gemessen ohne Dither-Signal	l/min	$\sqrt{\frac{p_p^{(4)}}{70\text{bar}}} \cdot 0,6 \frac{\text{l}}{\text{min}}$	$\sqrt{\frac{p_p^{(4)}}{70\text{bar}}} \cdot 0,7 \frac{\text{l}}{\text{min}}$	$\sqrt{\frac{p_p^{(4)}}{70\text{bar}}} \cdot 0,9 \frac{\text{l}}{\text{min}}$	$\sqrt{\frac{p_p^{(4)}}{70\text{bar}}} \cdot 1,1 \frac{\text{l}}{\text{min}}$	$\sqrt{\frac{p_p^{(4)}}{70\text{bar}}} \cdot 1,3 \frac{\text{l}}{\text{min}}$			
Nennvolumenströme $q_{V,nom}$ ³⁾ , Toleranz ± 10 % bei Ventildruckdifferenz $\Delta p = 35$ bar/Kante	l/min	5	10	20	30	45	60	75	90
max. möglicher Steuerkolbenhub bei mechanischer Endlage (im Fehlerfall) bezogen auf Nennhub	%	120 ... 170				120 ... 150			
Rückführsystem		mechanisch							
Hysterese (ditheroptimiert)	%	$\leq 1,5$							
Umkehrspanne (ditheroptimiert)	%	$\leq 0,3$							
Ansprechempfindlichkeit (ditheroptimiert)	%	$\leq 0,2$							
Druckverstärkung bei 1 % Kolbenhubänderung (vom hydraulischen Nullpunkt aus)	% von p_p ⁴⁾	≥ 15				≥ 30		≥ 40	
Nullabgleichstrom über den gesamten Betriebsdruckbereich	%	≤ 3 , langfristig ≤ 5							
Nullverschiebung bei Änderung von:									
Druckflüssigkeitstemperatur	% / 20 K	≤ 1							
Umgebungstemperatur	% / 20 K	≤ 1							
Betriebsdruck 80 ... 120 % von p_p ⁴⁾	% / 100 bar	≤ 2							
Rücklaufdruck 0 ... 10 % von p_p ⁴⁾	% / bar	≤ 1							

¹⁾ Die für die Komponenten angegebenen Reinheitsklassen müssen in Hydrauliksystemen eingehalten werden. Eine wirksame Filtration verhindert Störungen und erhöht gleichzeitig die Lebensdauer der Komponenten. Zur Auswahl der Filter siehe www.boschrexroth.com/filter

²⁾ $q_{V,L}$ = Nullvolumenstrom in l/min

³⁾ $q_{V,nom}$ = Nennvolumenstrom in l/min

⁴⁾ p_p = Betriebsdruck in bar

Technische Daten

elektrisch

Schutzart nach EN 60529:1991+A1:2000		IP 65 mit korrekt montierter und verriegelter Leitungsdose
Signalart		analog
Nennstrom je Spule	mA	30
Widerstand je Spule	Ω	85
Induktivität bei 60 Hz und 100 % Nennstrom	Parallelschaltung H	0,25
Bei Ansteuerung mit Nicht-Rexroth-Verstärkern empfehlen wir ein überlagertes Dither-Signal		

Angaben zum Explosionsschutz

Einsatzbereich nach Richtlinie 2014/34/EU		II 1G
Zündschutzart nach EN 60079-0 / EN 60079-11		Ex ia IIC T4 Ga
Umgebungstemperaturbereich	$^{\circ}\text{C}$	-20 ... +60
Druckflüssigkeitstemperaturbereich	$^{\circ}\text{C}$	-15 ... +60
Elektrische Versorgung des Ventils nur aus bescheinigten eigensicheren Stromkreisen mit folgenden Höchstwerten	U_{max}	V 9,3
	I_{max}	mA 390
	P_{max}	mW 907
Bedingungen bei Einsatz in Zone 0		Die Ventilkappe besteht aus Aluminiumdruckguss. Für den Einsatz als Gerät der Kategorie 1 in Zone 0 muss die Ventilkappe so geschützt werden, dass selbst bei selten auftretenden Betriebsstörungen keine zündfähigen Reib-, Schlag- oder Schleiffunken entstehen können. Hinweis: Die Zündtemperatur der verwendeten Druckflüssigkeit muss mindestens 150 $^{\circ}\text{C}$ betragen.
Notwendiger Freiraum für Berstsicherung		Der angegebene Freiraum für die Berstsicherung (siehe Seite 12) muss frei bleiben, damit im Fehlerfall Überdruck durch den Verschlussstopfen aus der Ventilkappe entweichen kann.

Externe Ansteuerelektronik (separate Bestellung)

Servoverstärker in Modulbauweise	analog	Typ VT 11021 nach Datenblatt 29743
Empfohlene Sicherheitsbarriere	Einkanal	Fa. Stahl, Typ 9001/02-093-390-101

⚠️ WARNUNG – Explosionsgefahr

- Der Servoverstärker und die Sicherheitsbarriere müssen außerhalb des explosionsgefährdeten Bereiches betrieben werden!

Leitungsdose

Leitungsdose nach EN 175201-804

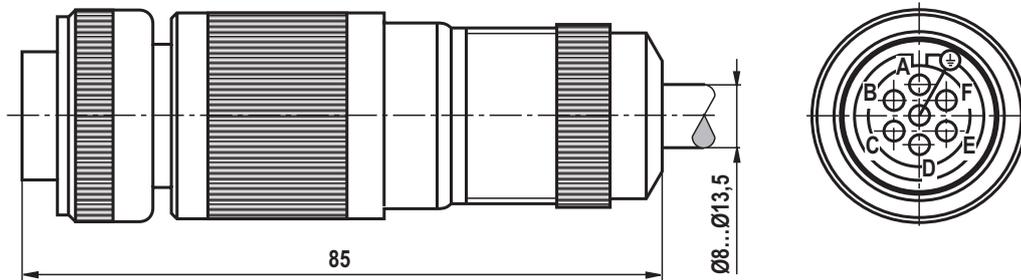
Ausführung Metall

separate Bestellung unter der

Material-Nr. **R900223890**

Anschluss:

Lötkontakte mit Anschlussquerschnitt
für Litzen 0,5 ... 1,5 mm²



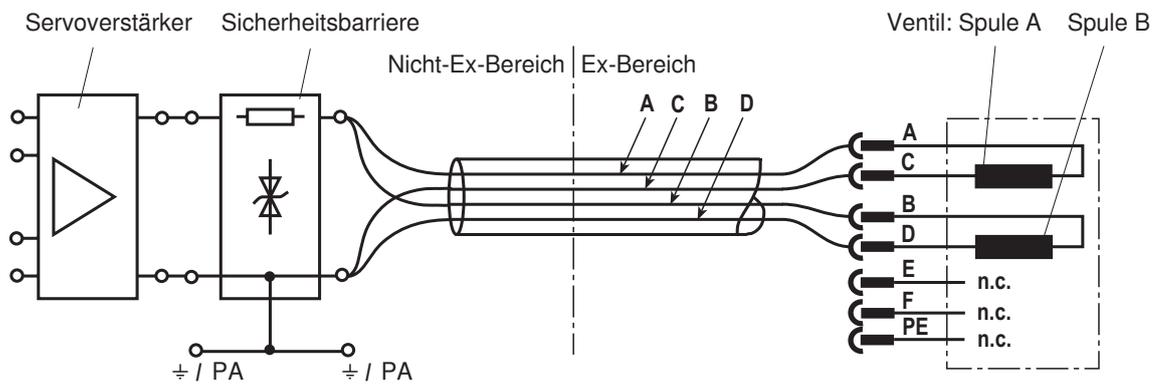
Elektrischer Anschluss

Die Spulen dürfen **nur in Parallelschaltung** angeschlossen werden.

Die elektrische Ansteuerung mit Plus (+) an A und B und Minus (-) an C und D bewirkt Volumenstromrichtung B → T.

Umgekehrte elektrische Ansteuerung bewirkt Volumenstromrichtung P → B.

Die Pins E, F und PE am Gerätestecker sind nicht angeschlossen.



Hinweis

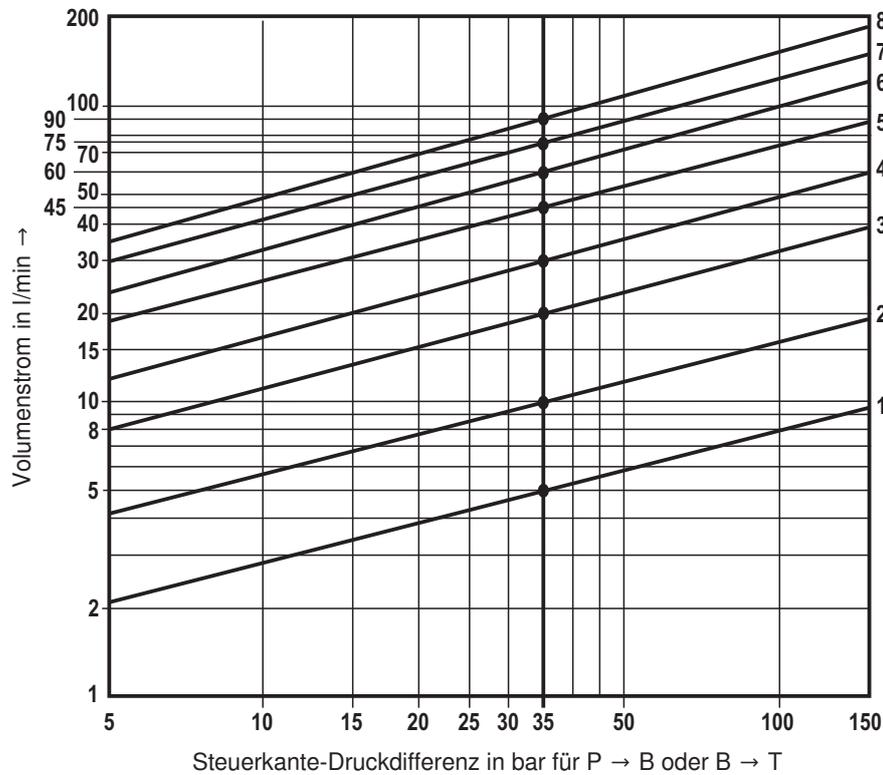
Für eigensichere Stromkreise nur dafür zugelassene Kabel
und Leitungen verwenden.

Kennlinien (gemessen mit HLP 32, $\vartheta_{\text{Öl}} = 40 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$)

Volumenstrom-Lastfunktion (Toleranz $\pm 10 \%$) bei 100 % Sollwertsignal

Hinweis:

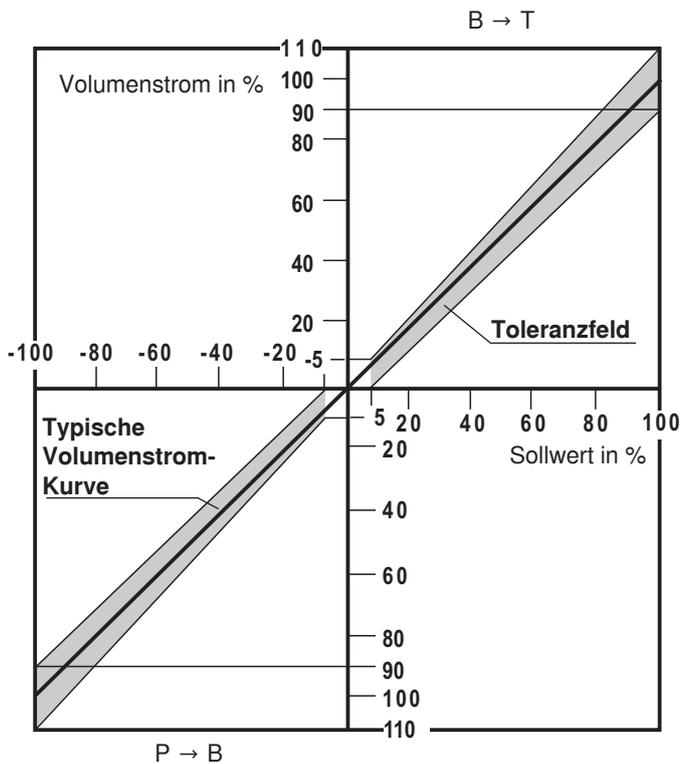
Volumenstromwerte im max. Sollwertbereich beachten (siehe Toleranzfeld der Volumenstrom-Signalfunktion)



Bestellangabe	Nennvolumenstrom	Kurve
5	5 l/min	1
10	10 l/min	2
20	20 l/min	3
30	30 l/min	4
45	45 l/min	5
60	60 l/min	6
75	75 l/min	7
90	90 l/min	8

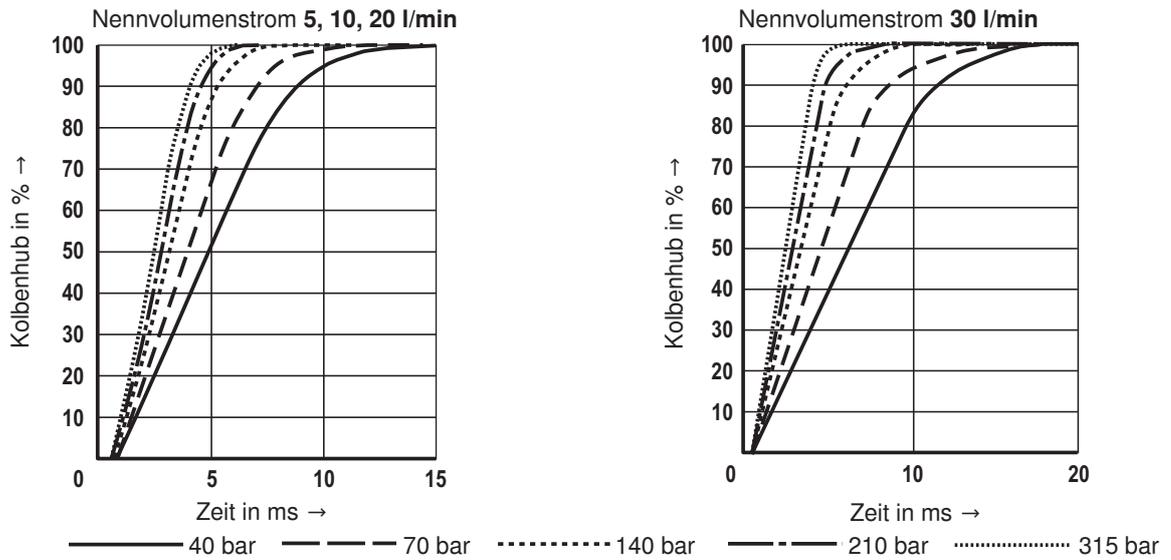
Δp = Ventildruckdifferenz
 (Eingangsdruck p_p
 minus Lastdruck p_L
 minus Rücklaufdruck p_T)

Toleranzfeld der Volumenstrom-Signalfunktion bei konstanter Ventildruckdifferenz Δp

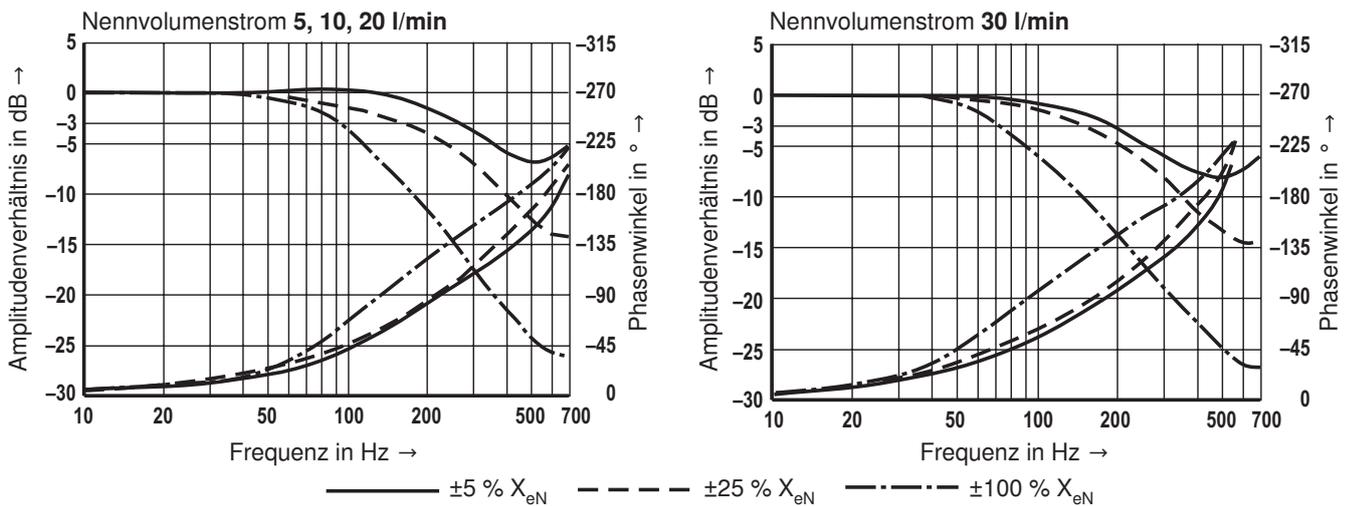


Kennlinien (gemessen mit HLP 32, $\vartheta_{0l} = 40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$)

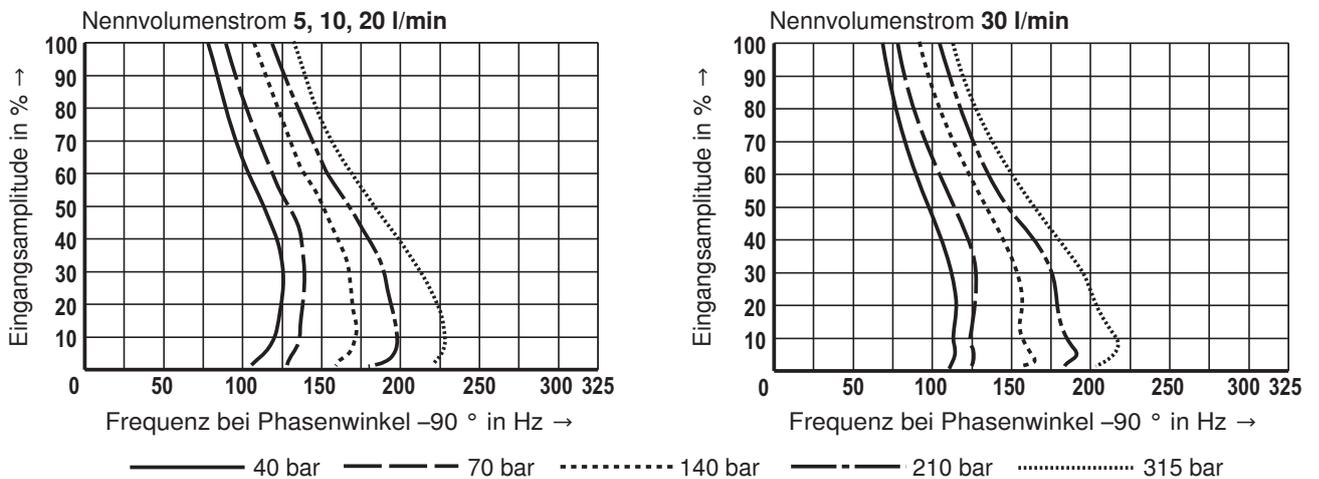
Übergangsfunktion mit Druckstufe 315 bar, Sprungantwort ohne Volumenstrom (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



Frequenzgang mit Druckstufe 315 bar, Hubfrequenzgang ohne Volumenstrom (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



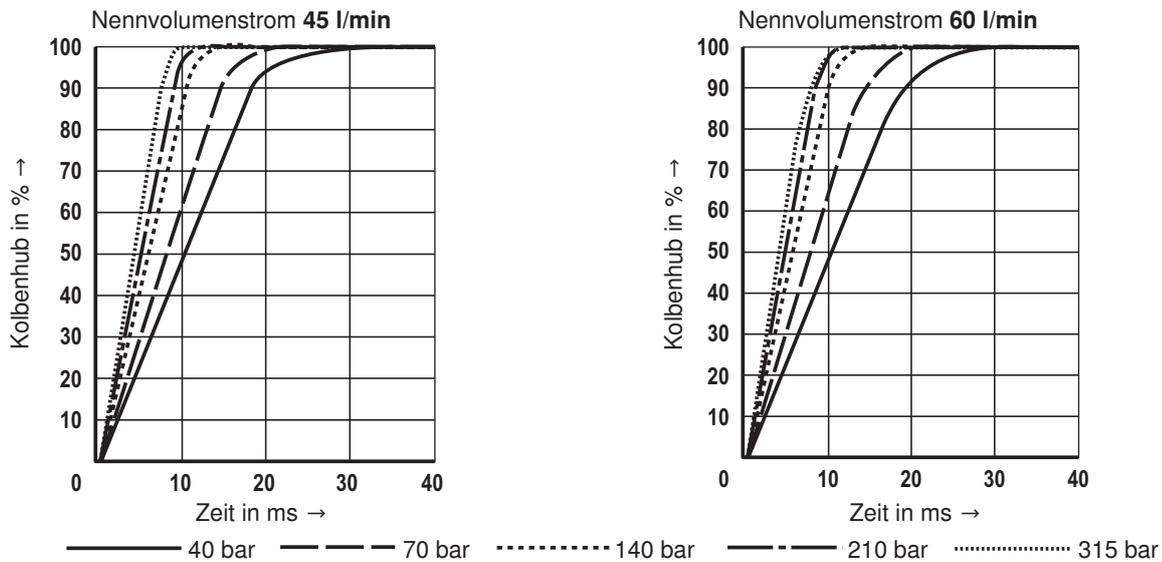
Abhängigkeit der Frequenz f bei -90° vom Betriebsdruck p und der Eingangsamplitude (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



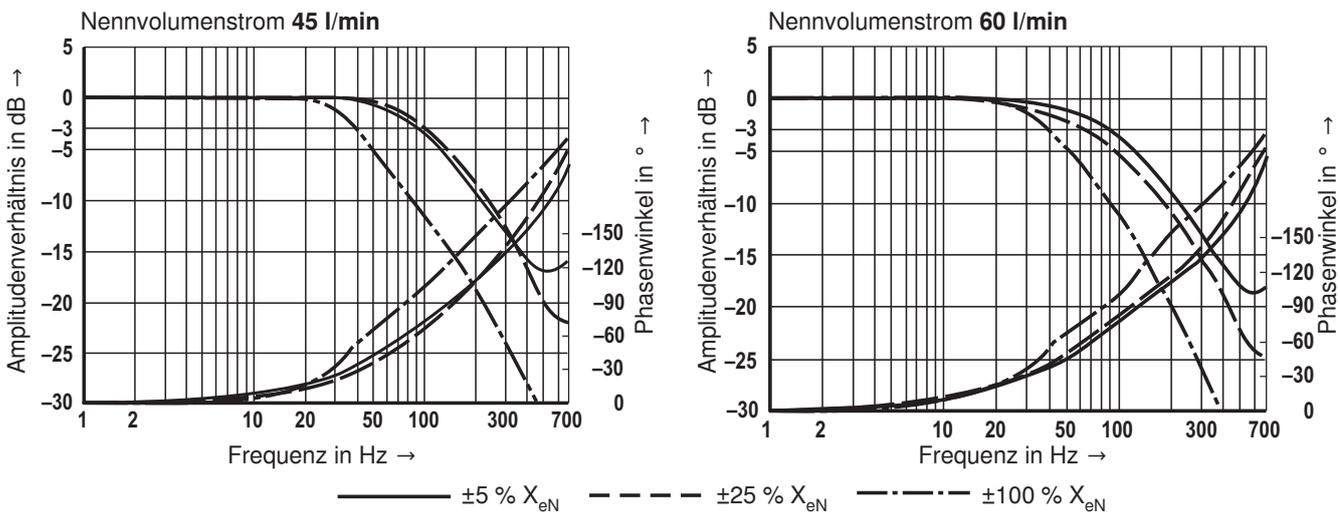
¹⁾ Angaben zur Sicherheitsbarriere, siehe Seite 6 und 7

Kennlinien (gemessen mit HLP 32, $\vartheta_{\text{Öl}} = 40 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$)

Übergangsfunktion mit Druckstufe 315 bar, Sprungantwort ohne Volumenstrom (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)

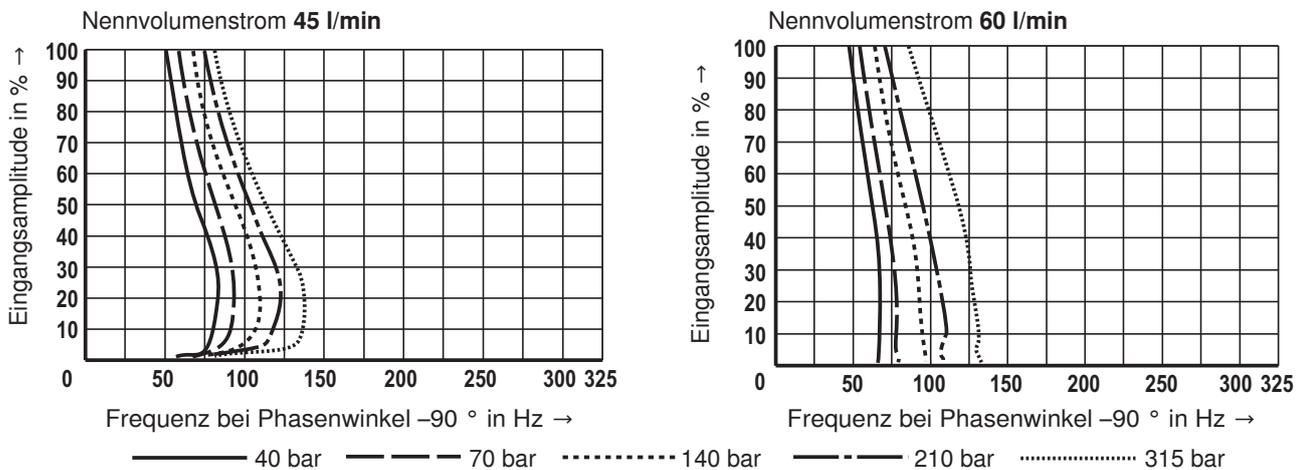


Frequenzgang mit Druckstufe 315 bar, Hubfrequenzgang ohne Volumenstrom (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



Abhängigkeit der Frequenz f bei -90 ° vom Betriebsdruck p und der Eingangsamplitude

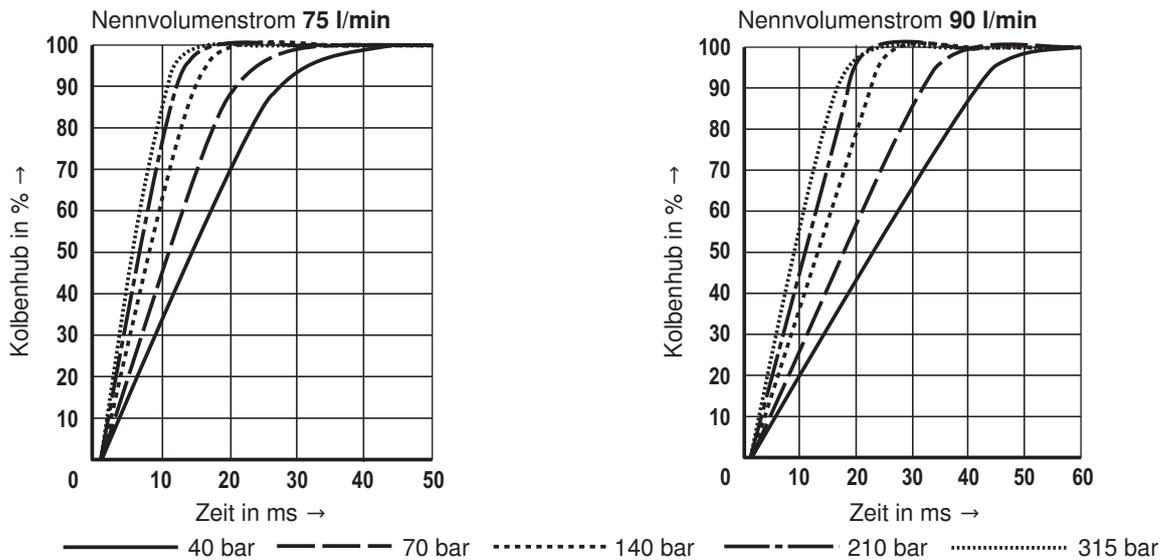
(gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



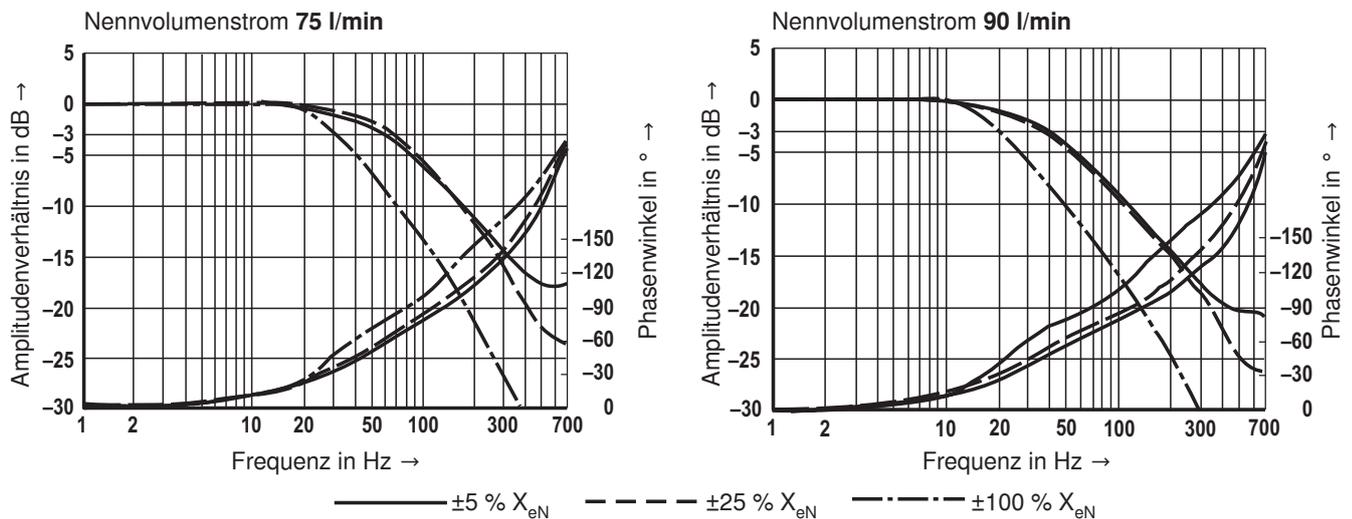
¹⁾ Angaben zur Sicherheitsbarriere, siehe Seite 6 und 7

Kennlinien (gemessen mit HLP 32, $\vartheta_{0l} = 40 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$)

Übergangsfunktion mit Druckstufe 315 bar, Sprungantwort ohne Volumenstrom (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)

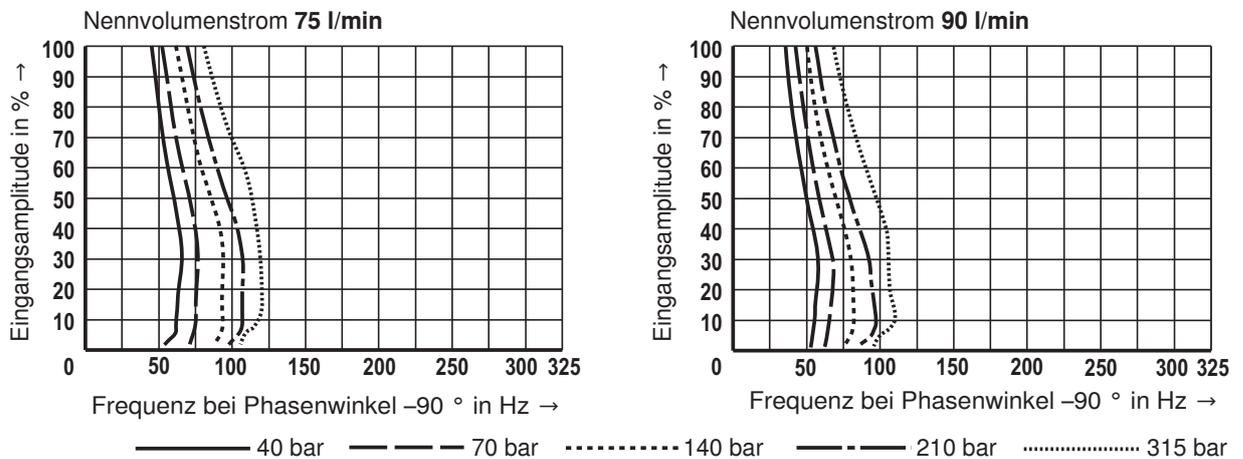


Frequenzgang mit Druckstufe 315 bar, Hubfrequenzgang ohne Volumenstrom (gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



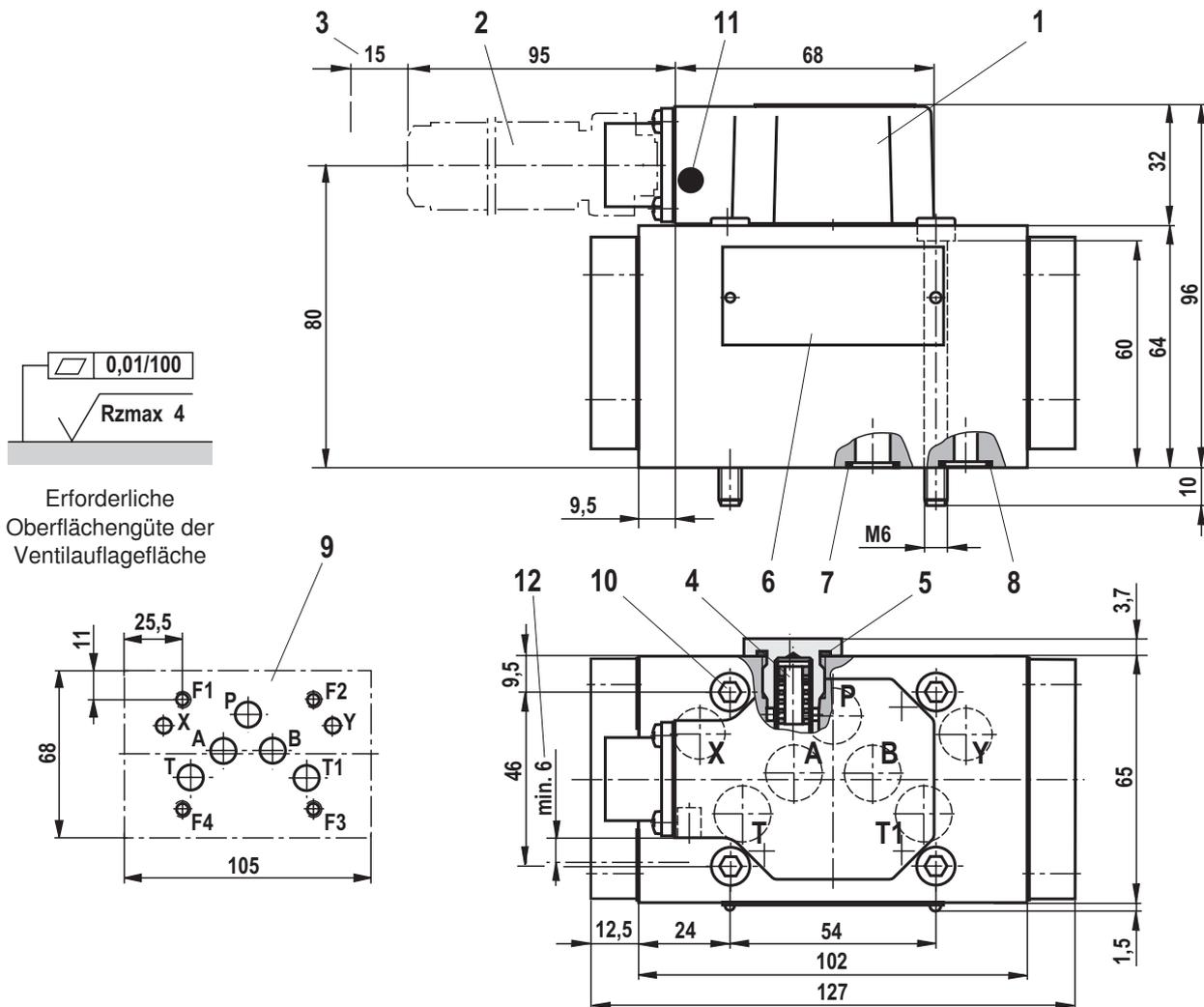
Abhängigkeit der Frequenz f bei -90° vom Betriebsdruck p und der Eingangsamplitude

(gemessen mit Sicherheitsbarriere ¹⁾)



¹⁾ Angaben zur Sicherheitsbarriere, siehe Seite 6 und 7

Abmessungen (Maßangaben in mm)



- 1 Kappe
 - 2 Leitungsdose (separate Bestellung, siehe Seite 7)
 - 3 Platzbedarf zum Entfernen der Leitungsdose, zusätzlich Biegeradius der Anschlussleitung beachten
 - 4 austauschbares Filterelement mit Dichtungen
Material-Nr.: **R961001950**
 - 5 Profildichtung für Filterschraube M16 x 1,5; Bestandteil von Pos. 4
 - 6 Typschild
 - 7 Gleiche Dichtringe für Anschlüsse P, A, B, T und T1
 - 8 Gleiche Dichtringe für Anschlüsse X und Y
Anschlüsse X und Y sind auch bei Steuerölauführung und -rückführung "intern" druckbeaufschlagt.
 - 9 Bearbeitete Ventilauflegfläche; Lage der Anschlüsse nach ISO 4401-05-05-0-05
Anschluss T1 ist optional und wird zur Reduzierung der Druckdifferenz von B → T bei Nennvolumenströmen > 45 l/min empfohlen.
 - 10 Ventilbefestigungsschrauben
Aus Festigkeitsgründen ausschließlich folgende Ventilbefestigungsschrauben verwenden:
4 Zylinderschrauben
ISO 4762-M6x70-10.9-fIZn-240h-L
(Reibungszahl 0,09 - 0,14 nach VDA 235-101)
(im Lieferumfang enthalten)
 - 11 Berstsicherung
 - 12 Freiraum für Berstsicherung
- Anschlussplatten** (separate Bestellung) mit Lage der Anschlüsse nach ISO 4401-05-05-0-05 siehe Datenblatt 45100.
- Hinweis:**
Anschlussplatten sind keine Bauteile im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU und können nach erfolgter Zündgefahrenbewertung durch den Hersteller der Gesamtanlage eingesetzt werden. Die Ausführungen „G...J3“ sind aluminium- bzw. magnesiumfrei und galvanisch verzinkt.

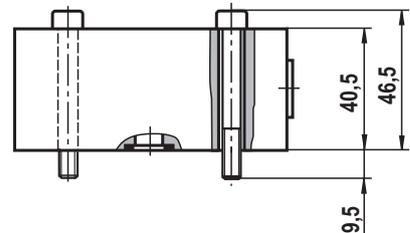
Spülplatte mit Lage der Anschlüsse nach ISO 4401-05-05-0-05 (Maßangaben in mm)

Symbol



Bestellangabe und weitere Informationen

- Materialnummer: **R900912450**
- Masse: 2 kg
- gleiche Dichtringe für Anschlüsse P, A, B, T und T1
- gleiche Dichtringe für Anschlüsse X und Y
- Befestigungsschrauben
Aus Festigkeitsgründen ausschließlich folgende Befestigungsschrauben verwenden:
4 Zylinderschrauben
ISO 4762-M6x50-10.9-fZn-240h-L
(Reibungszahl 0,09 - 0,14 nach VDA 235-101)
(im Lieferumfang enthalten)



Hinweis

Beachten Sie vor Montage und Betrieb die Hinweise in der Betriebsanleitung 29583-XH-B.

Weitere Informationen

Anschlussplatten
 Druckflüssigkeiten auf Mineralölbasis
 Umweltverträgliche Hydraulikflüssigkeiten
 Schwerentflammbare, wasserfreie Hydraulikflüssigkeiten
 Schwerentflammbare Hydraulikflüssigkeiten - wasserhaltig (HFAE, HFAS, HFB, HFC)
 Servo-Wegeventil mit mechanischer Wegrückführung
 Auswahl der Filter
 Informationen zu lieferbaren Ersatzteilen

Datenblatt 45100
 Datenblatt 90220
 Datenblatt 90221
 Datenblatt 90222
 Datenblatt 90223
 Betriebsanleitung 29583-XH-B
www.boschrexroth.com/filter
www.boschrexroth.com/spc

Notizen

Notizen

Bosch Rexroth AG
Hydraulics
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main, Germany
Telefon +49 (0) 93 52 / 18-0
Telefax +49 (0) 93 52 / 18-23 58
documentation@boschrexroth.de
www.boschrexroth.de

© Alle Rechte bei Bosch Rexroth AG, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung. Eine Aussage über eine bestimmte Beschaffenheit oder eine Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck kann 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.

Notizen

Bosch Rexroth AG
Hydraulics
Zum Eisengießer 1
97816 Lohr am Main, Germany
Telefon +49 (0) 93 52 / 18-0
Telefax +49 (0) 93 52 / 18-23 58
documentation@boschrexroth.de
www.boschrexroth.de

© Alle Rechte bei Bosch Rexroth AG, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung. Eine Aussage über eine bestimmte Beschaffenheit oder eine Eignung für einen bestimmten Einsatzzweck kann 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.