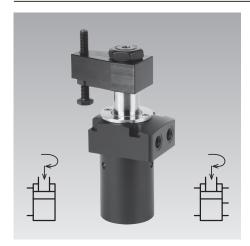


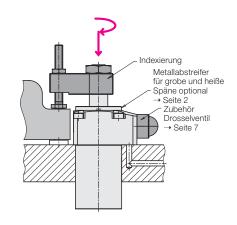
Schwenkspanner mit verstärkter Schwenkmechanik

Positionskontrolle optional: pneumatisch integriert / elektrisch anbaubar Flansch oben, doppelt wirkend, max. Betriebsdruck 70 bar



Vorteile

- 4 Baugrößen lieferbar
- Kompakte Bauform teilweise versenkbar
- Hohe Spannkraft schon bei 70 bar
- Sehr kurze Spann- und Entspannzeiten
- Zubehör Drosselventil einschraubbar
- Indexierung des Spanneisens
- FKM-Abstreifer serienmäßig
- Metallabstreifer optional
- Pneumatische Positionskontrolle integriert bei Typ 185 XP serienmäßig
- Elektrische Positionskontrolle für Typ 185XQ als Zubehör lieferbar
- Einbaulage beliebig



Einsatz

Hydraulische Schwenkspanner werden zum Spannen von Werkstücken eingesetzt, bei denen die Spannpunkte zum Be- und Entladen der Vorrichtung frei sein müssen.

Diese Baureihe erreicht schon bei 70 bar sehr hohe Spannkräfte und kann direkt an die Niederdruckhydraulik von Werkzeugmaschinen angeschlossen werden.

Mit der verstärkten Schwenkmechanik und den optionalen Positionskontrollen eignen sich die Schwenkspanner besonders für:

- Vollautomatische Fertigungssysteme mit sehr kurzen Taktzeiten
- Spannvorrichtungen mit Werkstückwechsel durch Handlingsysteme
- Transferstraßen und Montagelinien
- Prüf- und Testsysteme für Motoren, Getriebe und Achsen
- Montagelinien
- Sonderbearbeitungsmaschinen

Beschreibung

Der hydraulische Schwenkspanner ist ein Zugzylinder, bei dem ein Teil des Gesamthubes als Schwenkhub zum Drehen des Kolbens genutzt wird

Durch die verstärkte Schwenkmechanik bleibt die Winkelstellung des Spanneisens auch nach einer leichten Kollision beim Be- und Entladen des Werkstückes oder beim Spannvorgang erhalten.

Die Winkelstellung des Spanneisens wird mit einem Zylinderstift fixiert.

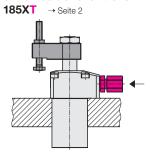
Der FKM-Abstreifer an der Kolbenstange kann durch den optional lieferbaren Metallabstreifer vor groben und heißen Spänen geschützt werden (siehe Seite 2).

Die Ausführung mit durchgehender Schaltstange ist für den Anbau einer elektrischen Positionskontrolle vorgesehen (Zubehör).

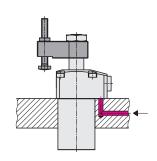
Wichtige Hinweise siehe Seite 2.

Einbau- und Anschlussmöglichkeiten Rohrgewinde

ohne Positionskontrolle

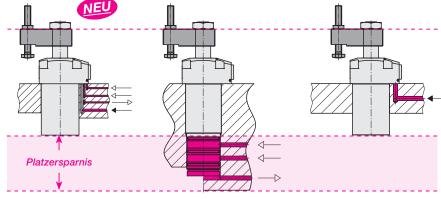


Gebohrte Kanäle



mit integrierter pneumatischer Positionskontrolle

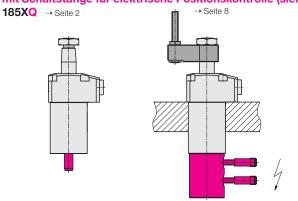
185XP → Seite 4



Pneumatische Positionskontrolle unten auf Anfrage lieferbar

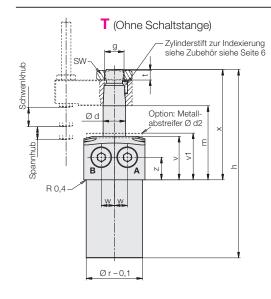
ohne Positionsabfrage

mit Schaltstange für elektrische Positionskontrolle (siehe Zubehör)

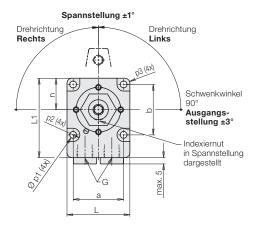


Ausführungen T und Q

Abmessungen



A = Spannen **B** = Entspannen



Q (Mit Schaltstange)

Mutter im Lieferumfang enthalten.

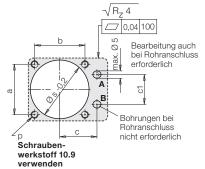
Verschlussschrauben und O-Ringe im Lieferumfang enthalten

Wichtiger Hinweis
Auch bei Rohranschluss müssen beide O-Ringe eingelegt werden.

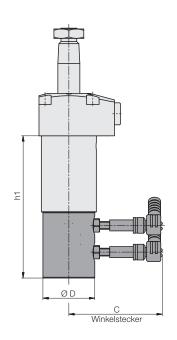
*siehe Schwenkwinkel α < 90°

Positionskontrollen

Anschlussbild

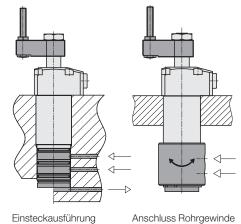


Elektrische Positionskontrolle (→ Seite 8)



Pneumatische Positionskontrollen

auf Anfrage lieferbar



Schwenkwinkel

1. Schwenkwinkel 90° und 0° (Standard)

Bestell-Nr.
90° Rechts 185X X090 RXX
90° Links 185X X090 LXX
0° 185X X000 0XX

2. Schwenkwinkel α < 90°

α = 15° bis 75° in 5°-Abstufung

Durch Einlegen einer Distanzscheibe wird der Rückhub des Kolbens reduziert und damit der Schwenkwinkel verkleinert.

Spannhub und Spannstellung bleiben erhalten. Der Schwenkhub und die Maße h, m und x verkürzen sich um den Betrag y:

 $y = (90^{\circ} - \alpha^{\circ}) * k$ (k siehe Tabelle Seite 3) Das Maß 8 ±0,5 wird um den Betrag y länger.

<u>Beispiel:</u>

Schwenkspanner 1856T090L27 Gewünschter Schwenkwinkel **45° Links**

Bestell-Nr. 1856T045L27

Verkürzung:

 $y = (90^{\circ} - 45^{\circ}) * 0,125 \text{ mm/}^{\circ} = 5,625 \text{ mm}$

3. Schwenkwinkel > 90°

Auf Anfrage lieferbar!

Wichtige Hinweise

Schwenkspanner sind ausschließlich zum Spannen von Werkstücken im industriellen Gebrauch vorgesehen und dürfen nur mit Hydrauliköl betrieben werden. Sie können sehr hohe Kräfte erzeugen. Das Werkstück, die Vorrichtung oder die Maschine müssen diese Kräfte aufnehmen können.

Im Wirkungsbereich von Kolbenstange und Spanneisen besteht Quetschgefahr.

Der Hersteller der Vorrichtung oder Maschine ist verpflichtet wirksame Schutzmaßnahmen vorzusehen. Der Schwenkspanner hat keine Überlastsicherung. Bei der Spanneisenmontage ist beim Lösen oder Anziehen der Befestigungsmutter am Spanneisen oder am Innensechskant im Kolben gegenzuhalten.

Beim Be- und Entladen der Vorrichtung und beim Spannvorgang ist eine Kollision mit dem Spanneisen zu vermeiden.

Abhilfe: Einweiser anbringen.

Abstreifersystem

Der serienmäßige FKM-Abstreifer hat eine hohe chemische Beständigkeit gegen die meisten Kühl- und Schneidemulsionen.

Der optionale Metallabstreifer schützt den FKM-Abstreifer vor mechanischer Beschädigung durch grobe oder heiße Späne.

Er besteht aus einer radial schwimmenden Abstreifscheibe und einer Haltescheibe.

Lieferbar ist der Metallabstreifer komplett montiert ("M") oder als Zubehör für eine nachträgliche Montage (Bestell-Nr. siehe Seite 7).

Achtung!

Der Metallabstreifer ist nicht geeignet bei Trockenbearbeitung oder Minimalmengenschmierung. Auch bei Anfall kleinster Schleifspäne hat der serienmäßige FKM-Abstreifer eine bessere Schutzwirkung.

Wenn die Gefahr besteht, dass kleine Partikel an der Kolbenstange festkleben, kann die metallische Abstreifscheibe durch eine harte Kunststoffscheibe ersetzt werden.

Ausführungen T und Q

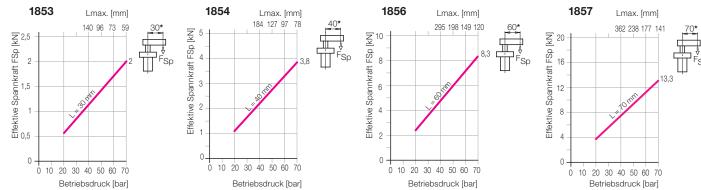
Technische Daten • Abmessungen

Schwenkspanne			1853	1854	1856	1857
Zugkraft max. (70	bar)	[kN]	2,35	4,46	9,9	16,1
Effektive Spannkra	ıft	[kN]	siehe	Diagramme oder Spanr	nkraftberechnung Seite	6
Spannhub		[mm]	8	8	10	10
Schwenkhub		[mm]	8	13	17	19
Gesamthub		[mm]	16	21	27	29
Betätigungsdruck	min.	[bar]	20	20	20	20
Zul. Volumenstrom		[cm ³ /s]	13,5	33,5	96	167
Zan Volamonou om	Entspannen	[cm ³ /s]	20	53,5	145	255
Kolbenfläche	Spannen	[cm ²]	3,36	6,37	14,16	23
1 tologrifia of to	Entspannen	[cm ²]	4,9	10,17	21,23	33,18
Ölbedarf / Hub	Entoparinon	[cm ³]	5,4	13,4	38,3	66,7
Ölbedarf / Rückhu	h	[cm ³]	7,9	21,4	57,4	102
Kolben - Ø	Ь	[mm]	25	36	52	65
				40		
a		[mm]	30,5	40	56 56	68 68
b		[mm]	30,5			
C		[mm]	22,5	28	36	42
c1		[mm]	18	24	36	45
Ød		[mm]	14	22	30	36
Ø d1		[mm]	M5x14,5 tief	M6x11,5 tief	M8x16,0 tief	M8x16,0 tief
Ø d2		[mm]	34,5	44,5	52,5	58,5
Ø d3 f7		[mm]	8	10	12	12
е		[mm]	20	19,5	19	23,5
SW		[mm]	SW 19	SW 27	SW 36	SW 46
g		[mm]	M12	M18x1,5	M24 x 1,5	M30x1,5
Ğ			G 1/8	G 1/8	G 1/4	G 1/4
h		[mm]	117	149	178,5	203,5
h1		[mm]	90,5	110	132	141
k		[mm/°]	0,056	0,095	0,125	0,125
Ĺ		[mm]	38	50	70	86
		[mm]	48	60	82	96
m		[mm]	46	54	64,5	72,5
n		[mm]	19	25	35	43
		[mm]	M4 (10.9)	M5 (10.9)	M8 (10.9)	M10 (10.9)
p Ø p1		[mm]	4,3	5,5	9	11
			4,3	5,5	7	
p2		[mm]				9
p3		[mm]	3	3	6	7
Ør -0,1		[mm]	35	47	63	78
Øs-0,2		[mm]	36	48	64	79
t		[mm]	6	9	10	12
V		[mm]	27	29,5	34,5	39
v1		[mm]	29	31,5	36,5	41
W		[mm]	8,1	11	15	19
Χ		[mm]	68,5	88	101,5	119,5
Z		[mm]	14	13,5	15,5	15,5
Masse ca.		[kg]	0,7	1,5	3,0	5,0
Bestell-Nr.	Drehrichtung 90° Rechts		1853 X090 R16M	1854 X090 R21M	1856 X090 R27M	1857 X090 R29M
	Drehrichtung 90° Links		1853 X090 L16M	1854 X090 L21 M	1856 X090 L27M	1857 X090 L29M
	0 Grad		1853 X000 016M	1854 X000 021 M	1856 X000 027M	1857 X000 029M
Ersatz-O-Ring		[mm]	7x1,5	7x1,5	8x1,5	8x1,5
Bestell-Nr.		. ,	3000342	3000342	3000343	3000343
Ersatz-Mutter DIN	936		M12	M18x1,5	M24×1,5	M30x1,5
Anzugsmoment		[Nm]	12	30	62	110
AHZUGSHIOHIEHI		[1.31.63]	14		02	110

Kennbuchstabe X siehe Seite 2

Metallabstreifer M = Option (siehe Seite 2)

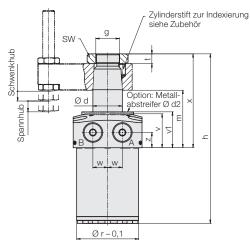
Effektive Spannkraft mit Zubehör-Spanneisen in Abhängigkeit vom Öldruck

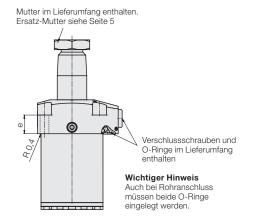


^{*} Spannkraft für andere Längen siehe Seite 6

Abmessungen • Pneumatische Positionskontrolle

P (mit integrierter pneumatischer Positionskontrolle)







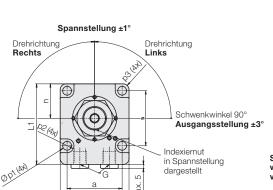
A = Spannen

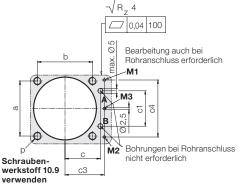
 $\mathbf{B} = \text{Entspannen}$

M1 = Gespannt (Pneumatik)

M2 = Entspannt (Pneumatik)

M3 = Abluft (Pneumatik)





Pneumatische Positionskontrolle

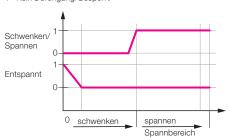
Die pneumatische Positionskontrolle meldet durch Verschließen zweier Bohrungen folgende Zustände:

- 1. Kolben ausgefahren und Spanneisen in Ausgangsstellung
- 2. Kolben im Spannbereich und Spanneisen in Spannstellung

Für jede Kontrollfunktion muss eine Pneumatikleitung auf die Spannvorrichtung geführt werden.

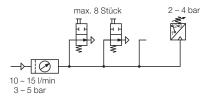
Pneumatik-Diagramm

0=Durchgang 1=Kein Durchgang/Gesperrt



Abfrage durch Pneumatik-Druckschalter

Anschlussbild



Zur Auswertung des pneumatischen Druckanstiegs können handelsübliche Pneumatik-Druckschalter verwendet werden. Man kann mit einem Druckschalter bis zu 8 Positionskontrollen abfragen.

Zu beachten ist, dass pneumatische Abfragen nur dann prozesssicher funktionieren, wenn Luftdruck und Luftmenge gedrosselt werden.

Technische Daten

Anschluss	Gebohrte Kanäle
Nennweite	2 mm
Max. Luftdruck	10 bar
Betriebsdruckbereich	35 bar
Differenzdruck *) bei 3–5 bar Systemdruck	min. 1,5 bar
Luftvolumenstrom	10 15 l/min

*) Mindestdruckdifferenz, wenn eine oder mehrere Positionskontrollen nicht betätigt sind

Ausführung P

Technische Daten • Abmessungen

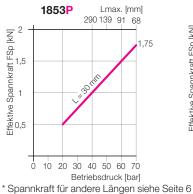
Effektive Spannkraft [kiv] siehe Dagramme oder Spannkraftberechnung Seite 6 Spannhub Imm 8 9 11 Schwenkhub Imm 8 9 11 Gesamthub Imm 16 17 21 Betätigungschuck min. [bar 20 20 20 Min Spann- und Entspannen [s] 0.5 0.5 0.5 Zill-Volumenstrom Spannen [cm*/s] 10.8 21.6 60 Kolbenfläche Spannen [cm*/s] 11.8 3.4,6 89.2 Kolbenfläche Spannen [cm*/s] 3.38 6.37 14,16 Oltsedarf / Rückhub [cm*] 6.4 9 10,17 21,23 3.3 Kolben - 0 [cm*] 7.9 11.0 29.2 3.6 6 6 Cla [cm*] 7.9 11.0 3.2 3.6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6	Schwenkspann			1853P	1854P	1856P	1857P
Spannhub	Zugkraft max. (7	70 bar)	[kN]	2,35	4,46	9,9	16,1
Schwenkhub		craft		siehe D	iagramme oder Spannk	kraftberechnung Seite 6	
Gesanthub Imm					-		10
Betätgungsdruck min. Tour 20 20 20 20 20 20 20 30 3							15
Min. Spann- und Entspannerit State							25
Zul. Volumenstrom Spannen Cmm Spannen Spannen Cmm Spannen				20			20
Entspannen Cm ² 3,36 6,37 14,16 1			[s]				0,5
Kolbenfläche Spannen Cm2 3,36 6,37 14,16 Entspannen Cm2 4,9 10,17 21,23 33 Olbedarf / Rücklub Cm3 5,4 10,8 29,8 5 Colbedarf / Rücklub Cm3 7,9 17,3 44,6 Kolben - O Cmm 25 36 52 a Cmm 30,5 40 56 b Cmm 30,5 40 56 c Cmm 22,5 28 36 c1 Cmm 18 24 36 c3 Cmm 21 28 40 4 c4 Cmm 31,8 41 58 d4 58 40 4 d5 Cd Cmm 34,5 44,5 52,5 55 SW Cmm SW 19 SW 27 SW 36 SW 39 G Cmm M12 M18k1,5 M24k1,5 M30k 30 G Cmm M4 (10,9 M5 (10,9) M8 (10,9) M10 (10 Op	Zul. Volumenstro		[cm³/s]				115
Entspannen							166
Ölbedarf / Hub cm³ 5,4 10,8 29,8 5 Ölbedarf / Rückhub cm³ 7,9 17,3 44,6 5 Kolben - O mm 25 36 52 a mm 30,5 40 56 b mm 30,5 40 56 c mm 22,5 28 38 c1 mm 18 24 38 c3 mm 21 28 40 4 c4 mm 31,8 41 58 Od d mm 14 22 30 Od 2 mm 34,5 54,5 52,5 5 SW mm M12 M18x1,5 M24x1,5 </td <td>Kolbenfläche</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>23</td>	Kolbenfläche						23
Ölbedarf / Rückhub cm² 7.9 17.3 44.6 Kolben - O mm 25 36 52 a mm 30.5 40 56 b mm 30.5 40 56 c mm 30.5 40 56 c mm 22.5 28 36 c1 mm 18 24 36 c3 mm 21 28 40 4 c4 mm 31.8 41 58 40 4 c5 mm 20 19.5 19 2 2 SW mm 20 <th< td=""><td></td><td>Entspannen</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>33,18</td></th<>		Entspannen					33,18
Kolben - O			[cm ³]	5,4	10,8	29,8	57,5
a		nub	[cm ³]				83
b [mm] 30,5 40 56 c [mm] 22,5 28 36 c1 [mm] 18 24 36 c3 [mm] 21 28 40 4 c4 [mm] 31,8 41 58 9 O d2 [mm] 34,5 54,5 52,5 55 5 e [mm] 20 19,5 19 2 SW [mm] 8V2 7 SW36 SW g [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G [mm] 41,5 5,5 50 50 50 50	Kolben - Ø			25			65
c imml 22,5 28 36 c1 imml 18 24 36 c3 imml 21 28 40 4 c4 imml 31,8 41 58 0 d d imml 14 22 30 0 O d2 imml 34,5 44,5 52,5 5 e imml 20 19,5 19 2 SW imml 20 19,5 19 2 SW imml 30 SW27 SW36 SW g imml M12 M18x1,5 M24x1,5 M30 G G1/8 G1/8 G1/8 G1/8 G1/4 G h imml 116,5 145 172,5 19 L imml 48 60 82 19 m imml 48 60 82 19 m imml							68
c1 [mm] 18 24 36 c3 [mm] 21 28 40 4 c4 [mm] 31,8 41 58 Ød [mm] 31,8 41 58 Ød [mm] 34,5 54,5 52,5 55 6 [mm] 20 19,5 19 2 SW [mm] W12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G [mm] M16,5 145 172,5 19 L [mm] 116,5 145 172,5 19 L1 [mm] 48 60 82 6 M [mm] 45,5 50 59 6 N [mm] 44(10.9) M5 (10.9) M8 (10.9) M10 (10 Øp 2 [mm] </td <td></td> <td></td> <td>[mm]</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>68</td>			[mm]				68
c3 [mm] 21 28 40 4 c4 [mm] 31,8 41 58 4 Ø d [mm] 14 22 30 9 Ø d [mm] 34,5 44,5 52,5 5 6 [mm] 34,5 44,5 52,5 5 SW [mm] SW 19 SW 27 SW 36 SW g [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G [mm] M16,5 145 172,5 19 L [mm] 116,5 145 172,5 19 L [mm] 48 60 82 19 n [mm] 48 60 82 19 n [mm] 48 60 82 19 10 10 10 10 10 10 10 10 <	C		[mm]				42
c4 [mm] 31,8 41 58 Ø d [mm] 14 22 30 Ø d2 [mm] 34,5 44,5 52,5 5 6 [mm] 20 19,5 19 2 SW [mm] SW19 SW27 SW36 SW g [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G	c1		[mm]				45
Ø d imm 14 22 30 Ø d 2 imm 34,5 44,5 52,5 5 e imm 20 19,5 19 2 SW imm SW 19 SW 27 SW 36 SW g imm M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G imm M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G imm M16,5 145 172,5 19 L imm 116,5 145 172,5 19 L imm 38 50 70 10 L imm 48 60 82 6 m imm 45,5 50 59 6 n imm 45,5 50 59 6 n imm 44(10.9) M5(10.9) M8(10.9) M10(10 p imm 43 5,5 9 9 0r-0.1	c3		[mm]	21	28	40	44,5
Ød2 mmj 34,5 44,5 52,5 5 e mmj 20 19,5 19 2 SW mmj SW 19 SW 27 SW 36 SW g mmj M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G G 1/8 G 1/8 G 1/4 G h mmj 116,5 145 172,5 19 L mmj 38 50 70 11 70 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 12 14 172,5 19 19 11 11 11 14 172,5 19 19 11 11 11 11 18 6 0 82 19 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 12 11	c4		[mm]	31,8	41	58	67
E [mm] 20 19.5 19 2 SW [mm] SW 19 SW 27 SW 36 SW g [mm] SW 19 SW 27 SW 36 SW g [mm] M12 M 18x1,5 M24x1,5 M30x G G 1/8 G 1/8 G 1/8 G 1/4 G h [mm] 116,5 145 172,5 19 L [mm] 38 50 70 70 L1 [mm] 38 50 70 70 L1 [mm] 48 60 82 m [mm] 45,5 50 59 6 n [mm] 45,5 50 59 6 p [mm] 43,3 5,5 9 6 p [mm] 43 5,5 9 6 op - 0,1 [mm] 4 5 7 7 7 7 7	Ød		[mm]	14	22	30	36
SW İmmİ SW 19 SW 27 SW 36 SW G Immİ M 12 M 18x 1,5 M 24x 1,5 M 30 X G G 1/8 G 1/8 G 1/4 G 6 h İmmİ 116,5 145 172,5 19 L İmmİ 38 50 70 11 LI İmmİ 48 60 82 11 M İmmİ 45,5 50 59 6 N İmmİ 45,5 50 59 6 N İmmİ 49 25 35 5 P İmmİ 43 5,5 9 6 N İmmİ 43 5,5 9 6 10 <	Ø d2		[mm]	34,5	44,5	52,5	58,5
g [mm] M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x G G1/8 G1/8 G1/8 G1/4 G h [mm] 116,5 145 172,5 19 L [mm] 38 50 70 11 L [mm] 48 60 82 18 m [mm] 48 60 82 18 m [mm] 45,5 50 59 6 n [mm] 45,5 50 59 6 p [mm] M4 (10,9) M5 (10,9) M8 (10,9) M10 (10 Øp1 [mm] 4,3 5,5 9 6 9 10	е		[mm]	20	19,5		23,5
G G 1/8 G 1/8 G 1/8 G 1/4 G h [mm] 116,5 145 172,5 19 L [mm] 38 50 70 L1 [mm] 38 50 70 L1 [mm] 48 60 82 m [mm] 48 60 82 m [mm] 48 60 82 m [mm] 48 60 82 m [mm] 48 60 82 m [mm] 45,5 50 59 6 n [mm] 43 5,5 9 6 p [mm] 43 5,5 9 9 10 (10 10	SW		[mm]	SW 19	SW 27	SW 36	SW 46
h [mm] 116,5 145 172,5 19 L [mm] 38 50 70 L1 [mm] 48 60 82 m [mm] 45,5 50 59 6 n [mm] 45,5 50 59 6 p [mm] 44,3 5,5 9 M8 (10.9) M10 (10.9) Øp1 [mm] 4,3 5,5 9 9 6 6 9 10.9 M8 (10.9) M10 (10.9) M110 (10.9)	q		[mm]	M12	M18x1,5	M24x1,5	M30x1,5
h [mm] 116,5 145 172,5 19 L [mm] 38 50 70 L1 [mm] 48 60 82 m [mm] 45,5 50 59 6 n [mm] 45,5 50 59 6 p [mm] 44,3 5,5 9 M8 (10.9) M10 (10.9) Øp1 [mm] 4,3 5,5 9 9 6 6 9 10.9 M8 (10.9) M10 (10.9) M110 (10.9)	Ğ		. ,	G 1/8			G 1/4
L			[mm]	116.5	145	172.5	199,5
L1					50		86
m [mm] 45,5 50 59 66 n [mm] 19 25 35 35 p [mm] M4 (10.9) M5 (10.9) M8 (10.9) M10 (10 Ø p1 [mm] 44,3 5,5 9 9 10 9 10							96
n				45.5	50		68,5
p [mm] M4 (10.9) M5 (10.9) M8 (10.9) M10 (10.9) Øp1 [mm] 4,3 5,5 9 M10 (10.9) Øp2 [mm] 4,3 5,5 9 M10 (10.9) p3 [mm] 4 5 7 7 p3 [mm] 3 3 6 8 Ør - 0,1 [mm] 35 47 63 6 9 10 6 9 10					25	35	43
Ø p1 [mm] 4,3 5,5 9 Ø p2 [mm] 4 5 7 p3 [mm] 3 3 6 Ø r − 0,1 [mm] 35 47 63 Ø s − 0,2 [mm] 36 48 64 t [mm] 6 9 10 v [mm] 27 29,5 34,5 v1 [mm] 29 31,5 36,5 w [mm] 8 11 15 x [mm] 68 84 95,5 11 Z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXF Drehrichtung Links 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXF Bestell-Nr. 3000 340 3000 342 3000 343 30							M 10 (10.9)
Ø p2 [mm] 4 5 7 p3 [mm] 3 3 6 Ø r - 0,1 [mm] 35 47 63 Ø s - 0,2 [mm] 36 48 64 t [mm] 6 9 10 v [mm] 6 9 10 v [mm] 27 29,5 34,5 v1 [mm] 29 31,5 36,5 w [mm] 8 11 15 x [mm] 68 84 95,5 11 x [mm] 68 84 95,5 11 x [mm] 14 13,5 15,5 1 y 5 1,5 3,2 1 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853PXXR16 1854PXXR17 1856PXXR21 1857PXXR Bestell-Nr. 1853PXXL16 1854PXXL17 1856PXXR21 1857PXXL 8x Bestell							11
p3 [mm] 3 3 6 Ør - 0,1 [mm] 35 47 63 Øs - 0,2 [mm] 36 48 64 t [mm] 36 48 64 t [mm] 6 9 10 v [mm] 27 29,5 34,5 v1 [mm] 29 31,5 36,5 w [mm] 8 11 15 x [mm] 68 84 95,5 11 X [mm] 68 84 95,5 11 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXR 16 1854P XXR 17 1856P XXR 21 1857P XXF Drehrichtung Links 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXF Ersatz-O-Ring 2 x Hydraulik [mm] 5 x 1,5 7 x 1,5 8 x 1,5 8 x Bestell-Nr. 3000340 300							9
Ør -0,1 [mm] 35 47 63 Øs -0,2 [mm] 36 48 64 t [mm] 6 9 10 v [mm] 27 29,5 34,5 v1 [mm] 29 31,5 36,5 w [mm] 8 11 15 x [mm] 68 84 95,5 11 Z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXR 16 1854P XXR 17 1856P XXR 21 1857P XXR 10° 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXI 10° 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXI 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXI 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXI 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21							7
Masse ca. Imm Masse ca. Imm Masse ca. Imm Imm							78
t							79
v [mm] 27 29,5 34,5 v1 [mm] 29 31,5 36,5 w [mm] 8 11 15 x [mm] 68 84 95,5 11 Z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853PXXR16 1854PXXR17 1856PXXR21 1857PXXI Drehrichtung Links 1853PXXL16 1854PXXL17 1856PXXL21 1857PXXI 0° 1853P00016 1854P00017 1856P00021 1857P000 Ersatz-O-Ring 2x Hydraulik [mm] 5x1,5 7x1,5 8x1,5 8x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 30003 Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1,78 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 3000000 Ersatz-Mutter DIN 936	,						12
v1 [mm] 29 31,5 36,5 W [mm] 8 11 15 X [mm] 68 84 95,5 11 Z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853PXXR16 1854PXXR17 1856PXXR21 1857PXXI Drehrichtung Links 1853PXXL16 1854PXXL17 1856PXXL21 1857PXXI 0° 1853P00016 1854P00017 1856P00021 1857P000 Ersatz-O-Ring 2x Hydraulik [mm] 5x1,5 7x1,5 8x1,5 8x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 30003 Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 30000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x				27			39
w [mm] 8 11 15 x [mm] 68 84 95,5 11 z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXR16 1854P XXR17 1856P XXR21 1857P XXR Drehrichtung Links 1853P XXL16 1854P XXL17 1856P XXL21 1857P XXL 0° 1853P 00016 1854P 00017 1856P 00021 1857P XXL Ersatz-O-Ring 2x Hydraulik [mm] 5x1,5 7x1,5 8x1,5 8x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 30003 Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 3000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62					-,-	36.5	41
X [mm] 68 84 95,5 11 Z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXR 16 1854P XXR 17 1856P XXR 21 1857P XXR Drehrichtung Links 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXL 0° 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXL Ersatz-O-Ring 2 x Hydraulik [mm] 5 x 1,5 7 x 1,5 8 x 1,5 8 x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 30003 Ersatz-O-Ring 3 x Pneumatik [mm] 3 x 1 3 x 1 2,9 x 1,78 2,9 x 1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 300006 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x 1,5 M24x 1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62				23			19
z [mm] 14 13,5 15,5 1 Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXR16 1854P XXR17 1856P XXR21 1857P XXR Drehrichtung Links 1853P XXL16 1854P XXL17 1856P XXL21 1857P XXL Ersatz-O-Ring 2 x Hydraulik [mm] 5 x 1,5 7 x 1,5 8 x 1,5 8 x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 Ersatz-O-Ring 3 x Pneumatik [mm] 3 x 1 3 x 1 2,9 x 1,78 2,9 x 1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 30000 3000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62							115,5
Masse ca. [kg] 0,7 1,5 3,2 Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts 1853P XXR16 1854P XXR17 1856P XXR21 1857P XXR Drehrichtung Links 1853P XXL16 1854P XXL17 1856P XXL21 1857P XXL Ersatz-O-Ring 2 x Hydraulik [mm] 5 x 1,5 7 x 1,5 8 x 1,5 8 x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 Ersatz-O-Ring 3 x Pneumatik [mm] 3 x 1 3 x 1 2,9 x 1,78 2,9 x 1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 30000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x 1,5 M24x 1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62							15,5
Bestell-Nr. Drehrichtung Rechts Drehrichtung Links 1853P XXR16 1854P XXR17 1856P XXR21 1857P XXR 1854P XXL17 0° 1853P XXL16 1854P 00017 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL21 1857P XXL 1856P XXL 21 1857P XXL 1856P XXL 21 1857P XXL 1856P XXL 21 1856P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21 1857P XXL 21	_					3.0	5,1
Drehrichtung Links 1853P XXL 16 1854P XXL 17 1856P XXL 21 1857P XXL 1853P 000 16 1854P 000 17 1856P 000 21 1857P XXL 1857P 000 1854P 000 17 Ersatz-O-Ring 2 x Hydraulik [mm] 5 x 1,5 7 x 1,5 8 x 1,5 8 x 1,5 Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 3000343 Ersatz-O-Ring 3 x Pneumatik [mm] 3 x 1 3 x 1 2,9 x 1,78 2,9 x 1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 30000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x 1,5 M24x 1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62		Drobrichtung Pochts	[NG]				
0° 1853P00016 1854P00017 1856P00021 1857P0000 Ersatz-O-Ring 2x Hydraulik [mm] 5x1,5 7x1,5 8x1,5 8x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 30003 Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 30000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62	Destell-MI.						
Ersatz-O-Ring 2x Hydraulik [mm] 5x1,5 7x1,5 8x1,5 8x Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 300034 Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 30000 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62							1857P00025
Bestell-Nr. 3000340 3000342 3000343 3000343 Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 300009 300009 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62	Frentz O Dina	2 v Hudraulik	[mm]				8x1,5
Ersatz-O-Ring 3x Pneumatik [mm] 3x1 3x1 2,9x1,78 2,9x1 Bestell-Nr. 3001758 3001758 300009 300009 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62		ZA FIYULAUIK	[FFIFF]				
Bestell-Nr. 3001758 3001758 3000019 3000019 Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62		Ov De oues =±!!	[mana]				
Ersatz-Mutter DIN 936 M12 M18x1,5 M24x1,5 M30x Anzugsmoment [Nm] 12 30 62		3x Pheumatik	[mmj				2,9x1,78
Anzugsmoment [Nm] 12 30 62		N 000					3000019
		N 936	Th. I. T		- ,-		M30x1,5
Bestell-Nr. 3302115 3301663 3302104 3302			[NM]				110
	Bestell-Nr.			3302115	3301663	3302104	3302139

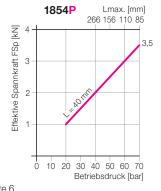
Längenkorrekturwert für h, m, x, Gesamt- und Schwenkhub

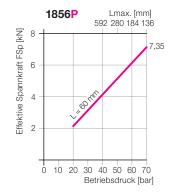
Schwenkwinkel	Bestell-Nr.	1853P	1854P	1856P	1857P	Beispiel: 1854P45R17
90°	185XP90XXX	0	0	0	0	h 145 $-4,7 = 140,3$
60°	185XP60XXX	-3,5	-3,7	-4,9	-6,3	m 50 $-4,7 = 45,3$
45°	185XP45XXX	-4,5	-4,7	-6,2	-8,2	$\mathbf{x} 84 - 4.7 = 79.3$
0°	185XP000 XX	0	0	0	0	Gesamthub 17 $-4.7 = 12.3$
Mit Metallabstreifer 1)	185XPXXXXXM					Schwenkhub 9 $-4.7 = 4.3$

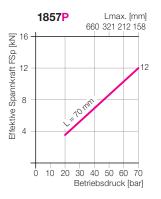
¹⁾ Abstreifersystem siehe Seite 2

Effektive Spannkraft mit Zubehör-Spanneisen in Abhängigkeit vom Öldruck









Römheld GmbH

Volumenstromberechnung • Spannkraftberechnung

Zulässiger Volumenstrom

Mit dem Zubehör Spanneisen und dem zulässigen Volumenstrom nach Tabelle ist die kürzeste Spannzeit ca. 0,5 Sekunden.

Längere Sonderspanneisen haben ein größeres Trägheitsmoment. Damit die Schwenkmechanik nicht überlastet wird, muss der Volumenstrom reduziert werden:

$$Q_L = Q_e * \sqrt{\frac{J_e}{J_L}} \text{ cm}^3/\text{s}$$

Q = Volumenstrom nach Tabelle

 Q_1^e = Volumenstrom mit Sonderspanneisen

J = Trägheitsmoment Zubehör Spanneisen
J = Trägheitsmoment Sonderspanneisen

Wenn die Trägheitsmomente nicht bekannt sind, kann der zulässige Volumenstrom nach folgendem Beispiel ermittelt werden:

Voraussetzung: Das Sonderspanneisen ist länger, hat aber die Form (Querschnitt) des Zubehör Spanneisens, wie auf Seite 6 dargestellt.

Schwenkspanner 1853T090R16 Beispiel:

 $I = 60 \, \text{mm}$

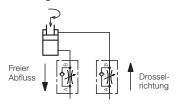
e = 30 mm nach Tabelle oben

 $Q_0 = 13,5 \text{ cm}^3/\text{s}$

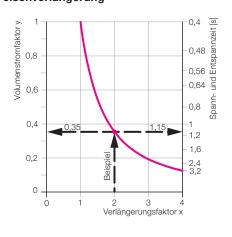
1. Verlängerungsfaktor
$$x = \frac{L}{e} = \frac{60 \text{ mm}}{30 \text{ mm}} = 2$$

- 2. Volumenstromfaktor
 Nach Diagramm → y = 0,35
- 3. Max. Volumenstrom $Q_1 = y * Q_2 = 0.35 * 13.5 cm³/s = 4.7 cm³/s$
- 4. Min. Spannzeit Nach Diagramm → ca. 1,15 s

Drosselung des Volumenstroms



Abhängigkeit des zulässigen Volumenstroms und der Spannzeit von der Spanneisenverlängerung



Spannkraftberechnung

Die effektive Spannkraft mit dem Zubehör Spanneisen (L = e) kann den Spannkraft-Diagrammen entnommen werden.

Ausführung T und Q: siehe Seite 3 Ausführung P: siehe Seite 5

Bei längeren Spanneisen (L > e) verschlechtert sich der Wirkungsgrad. Bei der folgenden Berechnung ist das berücksichtigt.

Die Konstanten (A ... E) für die 4 Baugrößen sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Ausführung T und Q

Konstante	1853	1854	1856	1857		
Α	29,68	15,68	7,06	4,35		
В	0,177	0,069	0,023	0,013		
С	102,9	260,5	853,8	1596		
D	3053	4087	6026	6939		
E	18,2	17,86	19,55	20,86		

Ausführung P

• • • • •							
Konstante	1853	1854	1856	1857			
Α	29,68	15,68	7,06	4,35			
В	0,343	0,108	0,041	0,021			
С	90	240	756	1442			
D	2671	3763	5335	6270			
E	30,8	25,9	31	30,5			

Effektive Spannkraft

$$F_{Sp} = \frac{p}{A + (B * L)} \le F_{zul.}$$
 [kN]

Zulässige Spannkraft*)

$$F_{zul} = \frac{C}{I}$$
 [kN]

Zulässiger Betriebsdruck
$$p_{_{zul}} = \frac{D}{L} + E \le 70 \hspace{1cm} [bar] \label{eq:pzul}$$

- L = Sonderlänge [mm]
- p = Druck [bar]
- *) Bei einer gewünschten Spanneisenlänge L darf die Spannkraft den zulässigen Wert nicht überschreiten.

Schwenkspanner 1853 T090 R16 Beispiel: Sonderspanneisen L = 60 mm

1. Zulässige Spannkraft*)

$$F_{zul} = \frac{C}{L} = \frac{102,9}{60} = 1,71 \text{ kN}$$

2. Zulässiger Betriebsdruck
$$p_{zul} = \frac{D}{L} + E = \frac{3053}{60} + 18,2 = 69 \text{ bar} < 70$$

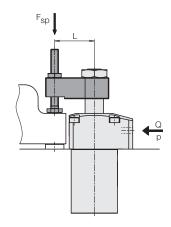
3. Effektive Spannkraft
$$F_{Sp} = \frac{p}{A + (B * L)} = \frac{69}{29,68 + (0,177 * 60)} = 1,71 \text{ kN}$$

Beispiel: Schwenkspanner 1853 P090 R16 Sonderspanneisen L = 70 mm

1. Zulässige Spannkraft*)
$$F_{zul} = \frac{C}{L} = \frac{90}{70} = 1,29 \text{ kN}$$

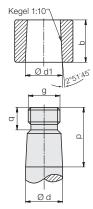
2. Zulässiger Betriebsdruck
$$\rho_{zul} = \frac{D}{L} + E = \frac{2671}{70} + 30,8 = 69 \text{ bar } < 70$$

3. Effektive Spannkraft
$$F_{Sp} = \frac{p}{A + (B * L)} = \frac{69}{29,68 + (0,343 * 70)} = 1,29 \text{ kN}$$

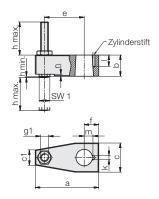


Zubehör Spanneisen • Drosselventil

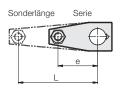
Anschlussmaße für Sonderspanneisen



Spanneisen mit Druckschraube



Sonderspanneisen



Volumenstrom- und Spannkraftberechnung siehe Seite 6

Schwenkspanner		1853	1854	1856	1857
а	[mm]	48	65	96	114
b	[mm]	16	25	27	35
C	[mm]	22	34	52	60
c1	[mm]	12	19	31	36
Ød	[mm]	14	22	30	36
Ø d1 -0,05	[mm]	14	22	30	36
е	[mm]	30	40	60	70
f	[mm]	11	17	25	30
g	[mm]	M12	M18x1,5	M24 x 1,5	M30x1,5
g1	[mm]	M6	M8	M12	M16
h min.	[mm]	1	1	1	1
h max.	[mm]	40	46	54	63
Ø k +0,1	[mm]	3	3	6	6
I + 0,5	[mm]	8,5	8,5	12,5	12,5
$m \pm 0,05$	[mm]	6,6	10,3	15	18,1
n	[mm]	1,5	2,5	6	8
р	[mm]	22,5	34	37	47
q	[mm]	8,5	11,5	12,5	15,5
SW 1	[mm]	8	10	18	24
Trägheitsmoment J _e	[kgmm²]	44	230	1284	3247

Bestell-Nr.

Spanneisen mit Druckschraube und Zylinderstift	0354243	0354249	0354254	0354256
Zylinderstift	3 m 6x8	3 m 6x8	6 m 6x 12	6 m 6x12
	3301854	3301854	3300325	3300325
Metallabstreifer	0341 227	0341228	0341229	0341230

Zubehör Drosselventil

Drosselventile werden eingesetzt

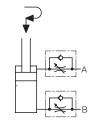
- um die Schwenkgeschwindigkeit des Spanneisens zu reduzieren
- um den Gleichlauf mehrerer Schwenkspanner zu verbessern

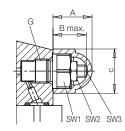
Diese Anwendung ist nur bei Anschluss über gebohrte Kanäle möglich.

Wichtiger Hinweis

Bei starker Drosselung kann der Staudruck eine vorzeitige Schaltung von Druckschaltern und Zuschaltventilen auslösen.

Hydrauliksymbol





Schwenkspanner		1853 1854	1856 1857
Α	[mm]	16	21
B max.	[mm]	13,5	17,5
C	[mm]	18	23,6
G		G 1/8	G 1/4
SW1	[mm]	14	19
Anzugsmoment	[Nm]	18	35
SW2	[mm]	8	8
SW3	[mm]	2,5	2,5
Masse	[kg]	0,025	0,036
Bestell-Nr.		2957209	2957210

B 1.8500 / 7-23

Zubehör Elektrische Positionskontrolle

Einsatz

Die elektrische Positionskontrolle meldet durch Bedämpfung von zwei induktiven Näherungsschaltern folgende Zustände:

- 1. Kolben ausgefahren, Spanneisen in Ausgangsstellung.
- 2. Kolben im Spannbereich, Spanneisen in Spannstellung.

Für jede Kontrollfunktion muss eine elektrische Leitung auf die Spannvorrichtung geführt werden.

Beschreibung

Die elektrische Positionskontrolle kann bei allen Schwenkspannern mit Schaltstange (185XQOXX) nachträglich angebaut werden.

Im Lieferumfang enthalten sind:

- 1 Signalhülse mit Schraube
- 1 Adapter mit 4 Senkschrauben
- 1 Steuergehäuse mit 3 Gewindestiften
- 2 Induktive Näherungsschalter mit Winkelstecker (wenn mitbestellt)

Die Signalhülse wird an der Schaltstange angeschraubt.

Der Adapter wird mit 4 Senkschrauben am Bodendeckel befestigt.

Das Steuergehäuse kann in jeder beliebigen Winkelstellung auf den Adapter gesteckt und mit 3 Gewindestiften festgeklemmt werden.

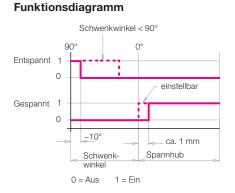
Über die Einstellung der Näherungsschalter informiert die Betriebsanleitung.

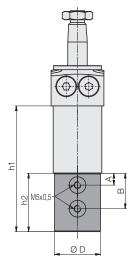


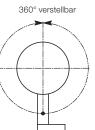
Induktive Positionskontrollen sind nicht für den Einsatz im Kühlmittel- und Spänebereich geeignet. Je nach Einsatzbedingungen müssen Schutzmaßnahmen geplant und später auch überprüft werden.

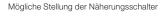
Technische Daten

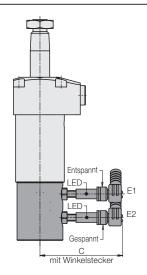
Betriebsspannung	1030 V DC
Max. Restwelligkeit	10%
Max. Dauerstrom	100 mA
Schaltfunktion	Schließer
Ausgang	PNP
Gehäusewerkstoff	Stahl rostfrei
Gewinde	M 5 x 0,5
Schutzart	IP 67
Umgebungstemperatur	-25+70°C
LED-Funktionsanzeige	ja
Kurzschlussfest	ja
Anschlussart	Stecker
Kabellänge	5 m











Schwenkspanner		1853Q0XX	1854Q0XX	1856Q0XX	1857Q0XX
Α	[mm]	8,5	8,5	8,5	8,5
В	[mm]	25,5	30,5	37,5	39,5
C ca.	[mm]	59,5	61	62	62
ØD	[mm]	33	42	45	45
h1	[mm]	90,5	110	132	141
h2	[mm]	42	49	55	57

Bestell-Nr. Schwenkwinkel 0° oder 90°

mit Schalter und Stecker	0353920	0353926	0353930	0353943
ohne Schalter und Stecker	0353923	0353927	0353931	0353944

Bestell-Nr. 15° bis $75^{\circ} = XX^{*}$

mit Schalter und Stecker	03539200XX	03539260XX	03539300XX	03539430XX
ohne Schalter und Stecker	03539230XX	03539270XX	03539310XX	03539440XX

Bestell-Nr. Ersatzteile

Induktiver Näherungsschalter	3829198	3829198	3829198	3829198
Winkelstecker Kabel 5 m	3829099	3829099	3829099	3829099

*) in 5°-Abstufung (siehe Seite 2, "Schwenkwinkel α < 90°")