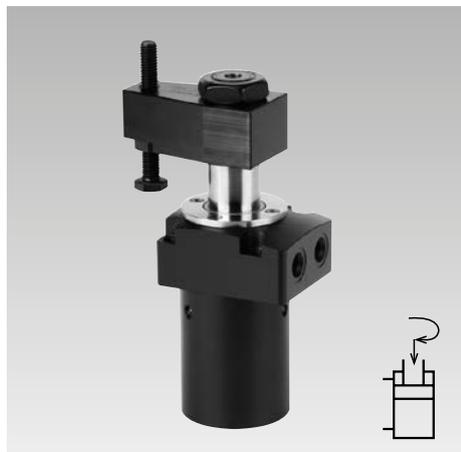




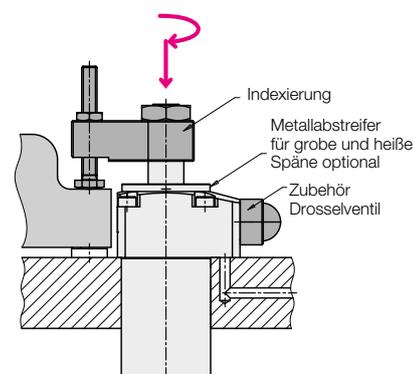
## Schwenkspanner mit robuster Schwenkmechanik

Flansch oben, Positionskontrolle optional,  
doppelt wirkend, max. Betriebsdruck 70 bar



### Vorteile

- 4 Baugrößen lieferbar
- Kompakte Bauform teilweise versenkbar
- Hohe Spannkraft schon bei 70 bar
- Robuste Schwenkmechanik
- Sehr kurze Spannzeit
- Unempfindlich gegen hohe Volumenströme
- Indexierung des Spanneisens in vorgegebener Lage
- Sonderschwenkwinkel einfach realisierbar
- FKM-Abstreifer serienmäßig
- Metallabstreifer optional
- Drosselventile als Zubehör lieferbar
- Positionskontrollen 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 Spannkraften und kann direkt an die Niederdruckhydraulik von Werkzeugmaschinen angeschlossen werden. Ein zusätzliches Aggregat für die Spannhydraulik ist dann nicht mehr notwendig.

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

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

### Beschreibung

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

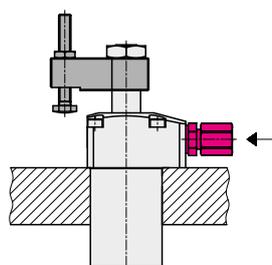
Durch die robuste Schwenkmechanik bleibt die Winkelstellung des Spanneisens auch nach einer leichten Kollision beim Be- und Entladen des Werkstückes oder beim Spannvorgang erhalten. Die Winkelstellung des Spanneisens wird mit einem Zylinderstift fixiert.

Der FKM-Abstreifer an der Kolbenstange kann durch den optional lieferbaren Metallabstreifer vor groben und heißen Spänen geschützt werden (siehe Seite 6).

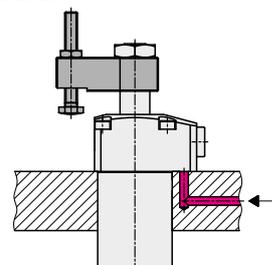
Die Ausführung mit durchgehender Schaltstange ist für den Anbau einer pneumatischen oder einer elektrischen Positionskontrolle vorgesehen (Zubehör).

Wichtige Hinweise siehe Seite 6.

### Einbau- und Anschlussmöglichkeiten Rohrgewinde



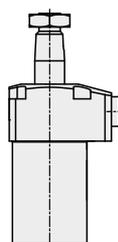
### Gebohrte Kanäle



### Ausführungen

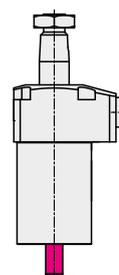
#### Ohne Schaltstange

185XT



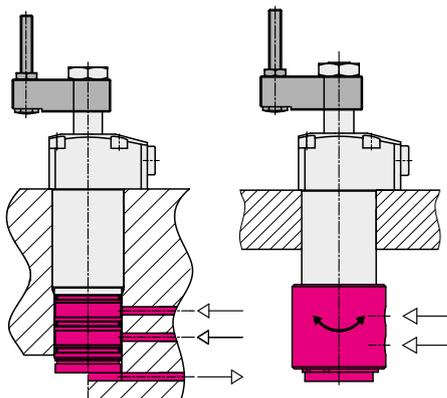
#### Mit Schaltstange

185XQ

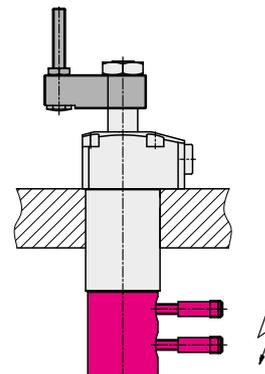


### Zubehör

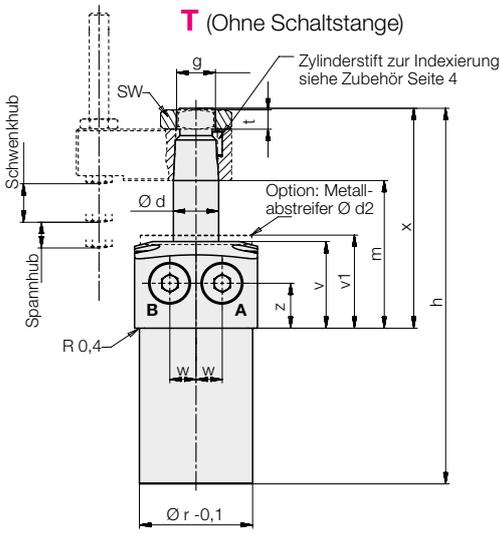
#### Pneumatische Positionskontrollen



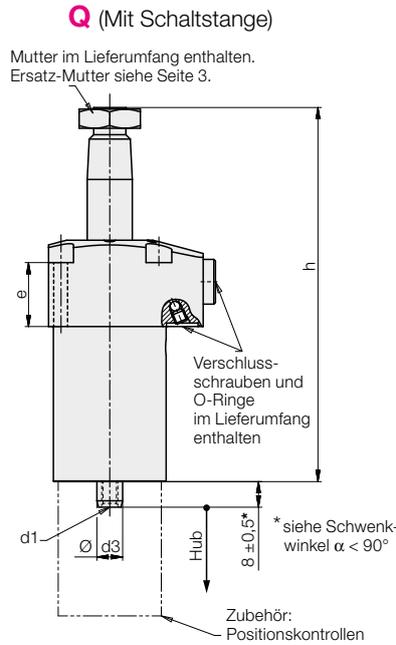
#### Elektrische Positionskontrollen



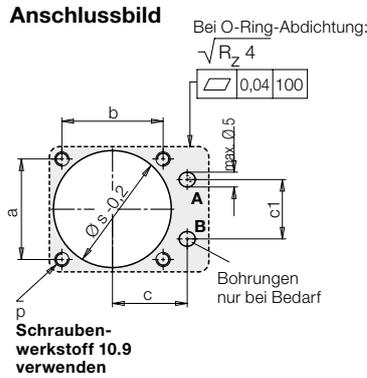
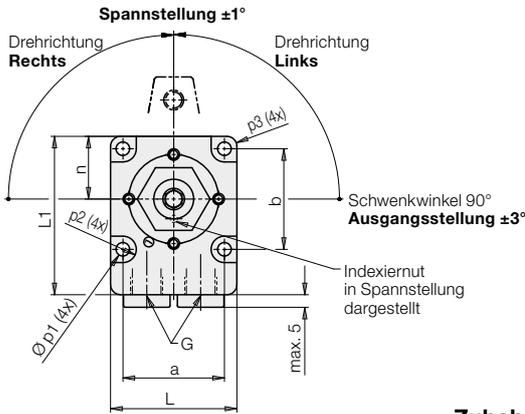
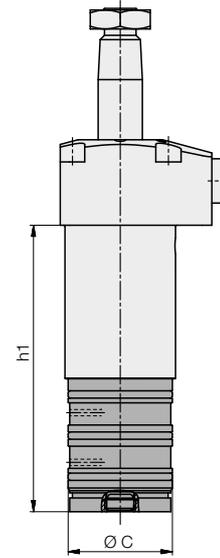
# Ausführungen: Kennbuchstaben **T, Q** Zubehör • Abmessungen • Schwenkwinkel



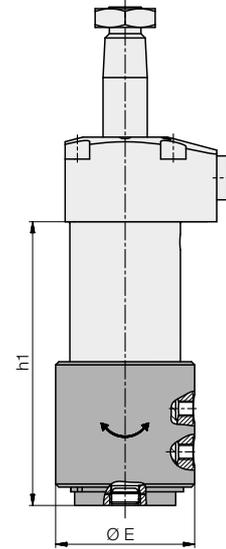
**A** = Spannen  
**B** = Entspannen



## Zubehör Pneumatische Positionskontrolle (Seite 5) Einsteckausführung



## Anschluss Rohrgewinde



### Schwenkwinkel

- 1. Schwenkwinkel 90° und 0° (Standard)**
- |                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| <b>90° Rechts</b> | <b>Bestell-Nr. 185XX090RXX</b> |
| <b>90° Links</b>  | <b>185XX090LXX</b>             |
| <b>0°</b>         | <b>185XX0000XX</b>             |

- 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:

$$y = (90^\circ - \alpha^\circ) * k \quad (k \text{ siehe Tabelle Seite 3})$$

Das Maß 8 ± 0,5 wird um den Betrag y länger.

Beispiel:

Schwenkspanner 1856T090L27  
Gewünschter Schwenkwinkel **45° Links**  
**Bestell-Nr. 1856T045L27**

Verkürzung:  
y = (90° - 45°) \* 0,125 mm/° = 5,625 mm

- 3. Schwenkwinkel > 90°**

Auf Anfrage lieferbar!

### Wichtige Hinweise siehe Seite 6.

Betriebsbedingungen, Toleranzen und sonstige Angaben siehe Blatt A 0.100.

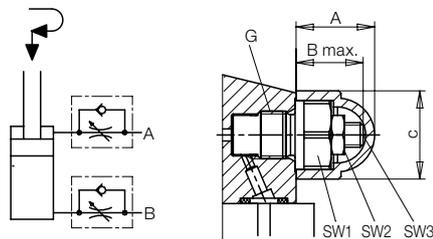
### Zubehör Drosselventil

Drosselventile werden eingesetzt

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

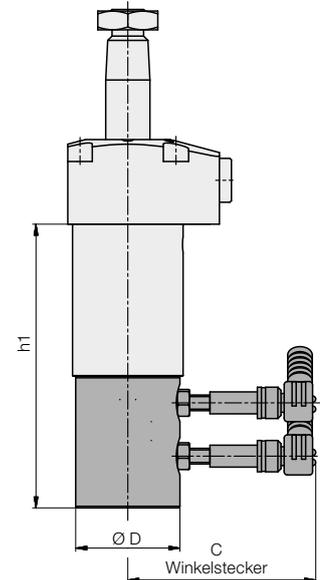
Diese Anwendung ist nur bei Anschluss über gebohrte Kanäle möglich.

### Hydrauliksymbol



Schwenkspanner	1853	1856
A	[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
<b>Bestell-Nr.</b>	<b>2957209</b>	<b>2957210</b>

## Elektrische Positionskontrolle (Seite 6)



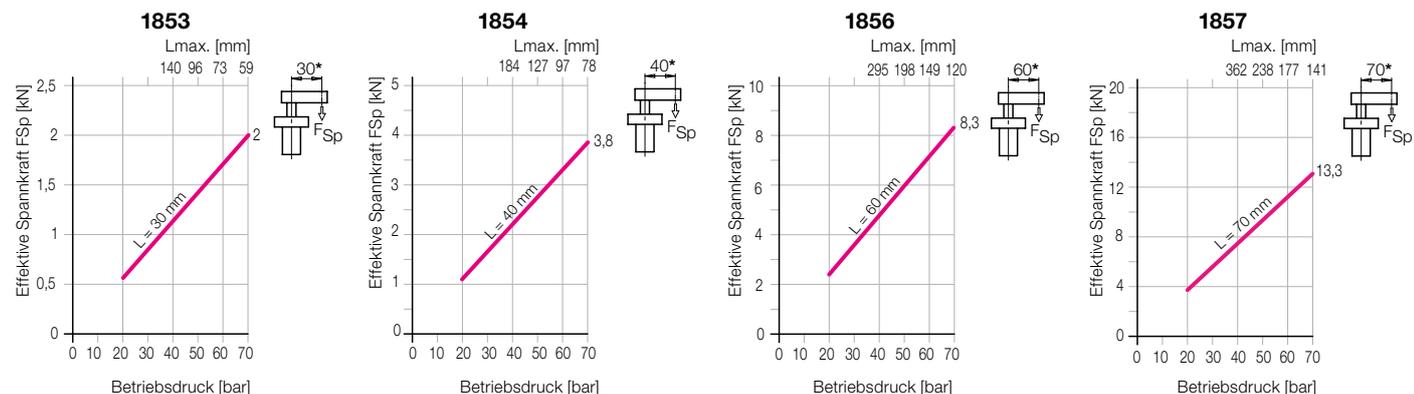
## Technische Daten

Zugkraft max. ( 70 bar)	[kN]	2,35	4,46	9,9	16,1
Effektive Spannkraft	[kN]	siehe Diagramme oder Spannkraftberechnung Seite 4			
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	Spannen	[cm³/s]	13,5	33,5	96
	Entspannen	[cm³/s]	20	53,5	145
Kolbenfläche	Spannen	[cm²]	3,36	6,37	14,16
	Entspannen	[cm²]	4,9	10,17	21,23
Ölbedarf / Hub	[cm³]	5,4	13,4	38,3	66,7
Ölbedarf / Rückhub	[cm³]	7,9	21,4	57,4	102
Kolben - Ø	[mm]	25	36	52	65
a	[mm]	30,5	40	56	68
b	[mm]	30,5	40	56	68
c	[mm]	22,5	28	36	42
c1	[mm]	18	24	36	45
Ø d	[mm]	14	22	30	36
Ø d1	[mm]	M5 x14,5 tief	M6 x11,5 tief	M8 x16,0 tief	M8 x16,0 tief
Ø d2	[mm]	34,5	44,5	52,5	58,5
Ø d3 f7	[mm]	8	10	12	12
e	[mm]	20	19,5	19	23,5
SW	[mm]	SW 19	SW 27	SW 36	SW 46
g	[mm]	M12	M18x1,5	M24x1,5	M30x1,5
G		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
L	[mm]	38	50	70	86
L1	[mm]	48	60	82	96
m	[mm]	46	54	64,5	72,5
n	[mm]	19	25	35	43
p	[mm]	M4 (10.9)	M5 (10.9)	M8 (10.9)	M10 (10.9)
Ø p1	[mm]	4,3	5,5	9	11
p2	[mm]	4	5	7	9
p3	[mm]	3	3	6	7
Ø r -0,1	[mm]	35	47	63	78
Ø s -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
x	[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
<b>Bestell-Nr.</b>	Drehrichtung 90° Rechts	<b>1853 X090 R16M</b>	<b>1854 X090 R21M</b>	<b>1856 X090 R27M</b>	<b>1857 X090 R29M</b>
	Drehrichtung 90° Links	<b>1853 X090 L16M</b>	<b>1854 X090 L21M</b>	<b>1856 X090 L27M</b>	<b>1857 X090 L29M</b>
	0 Grad	<b>1853 X000 016M</b>	<b>1854 X000 021M</b>	<b>1856 X000 027M</b>	<b>1857 X000 029M</b>
Ersatz-O-Ring	[mm]	7 x 1,5	7 x 1,5	8 x 1,5	8 x 1,5
<b>Bestell-Nr.</b>		<b>3000342</b>	<b>3000342</b>	<b>3000343</b>	<b>3000343</b>
Ersatz-Mutter DIN 936		M12	M18x1,5	M24x1,5	M30x1,5
Anzugsmoment	[Nm]	12	30	62	110
<b>Bestell-Nr.</b>		<b>3302115</b>	<b>3301663</b>	<b>3302104</b>	<b>3302139</b>

Kennbuchstabe **X** siehe Seite 2.

**M** = Option Metallabstreifer (siehe auch Seite 6)

### Effektive Spannkraft mit Zubehör-Spanneisen in Abhängigkeit vom Öldruck

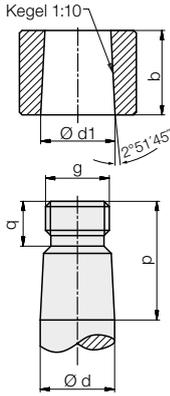


\* Spannkraft für andere Längen siehe Seite 4.

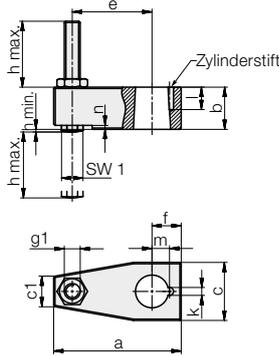
# Zubehör - Spanneisen • Metallabstreifer

## Volumenstromberechnung • Spannkraftberechnung

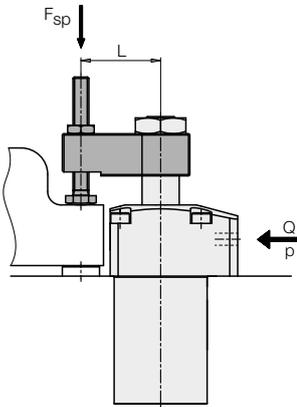
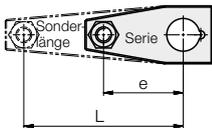
### Anschlussmaße für Sonderspanneisen



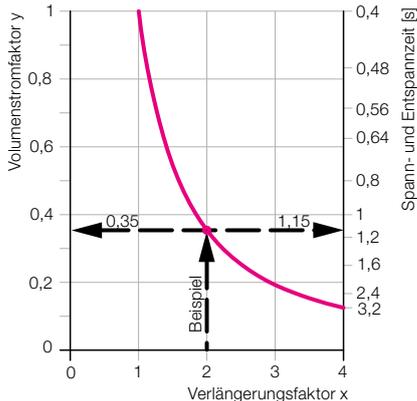
### Spanneisen, max. 70 bar



### Sonderspanneisen



Abhängigkeit des zulässigen Volumenstroms und der Spannzeit von der Spanneisenverlängerung



### Schwenkspanner

	1853	1854	1856	1857
a	48	65	96	114
b	16	25	27	35
c	22	34	52	60
c1	12	19	31	36
Ø d	14	22	30	36
Ø d1 -0,05	14	22	30	36
e	30	40	60	70
f	11	17	25	30
g	M12	M18x1,5	M24x1,5	M30x1,5
g1	M6	M8	M12	M16
h min.	1	1	1	1
h max.	40	46	54	63
Ø k +0,1	3	3	6	6
l +0,5	8,5	8,5	12,5	12,5
m ±0,05	6,6	10,3	15	18,1
n	1,5	2,5	6	8
p	22,5	34	37	47
q	8,5	11,5	12,5	15,5
SW 1	8	10	18	24
Trägheitsmoment J <sub>e</sub>	44	230	1284	3247

### Bestell-Nr.

Spanneisen mit Druckschraube und Zylinderstift	0354243	0354249	0354254	0354256
Zylinderstift	3 m 6x8	3 m 6x8	6 m 6x12	6 m 6x12
Metallabstreifer	3301854	3301854	3300325	3300325
	0341227	0341228	0341229	0341230

### Zulässiger Volumenstrom

Mit dem Zubehör Spanneisen und dem zulässigen Volumenstrom nach Tabelle (Seite 3) ist die kürzeste Spannzeit ca. 0,4 Sekunden. Längere Sonderspanneisen haben ein größeres Trägheitsmoment. Damit die Schwenkmechanik nicht überlastet wird, muss der Volumenstrom reduziert werden:

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

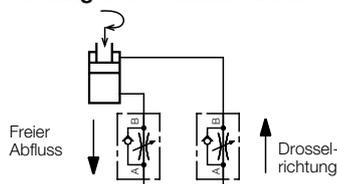
Q<sub>e</sub> = Volumenstrom nach Tabelle (Seite 3)  
 Q<sub>L</sub> = Volumenstrom mit Sonderspanneisen  
 J<sub>L</sub> = Trägheitsmoment Zubehör Spanneisen  
 J<sub>e</sub> = Trägheitsmoment Sonderspanneisen

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 Zubehörs Spanneisens, wie links dargestellt.

**Beispiel:** Schwenkspanner 1853T090R16  
 L = 60 mm  
 e = 30 mm nach Tabelle oben  
 Q<sub>e</sub> = 13,5 cm<sup>3</sup>/s (n. Tabelle Seite 3)

- Verlängerungsfaktor  $x = \frac{L}{e} = \frac{60 \text{ mm}}{30 \text{ mm}} = 2$
- Volumenstromfaktor  
Nach Diagramm → y = 0,35
- Max. Volumenstrom  
Q<sub>L</sub> = y \* Q<sub>e</sub> = 0,35 \* 13,5 cm<sup>3</sup>/s = 4,7 cm<sup>3</sup>/s
- Min. Spannzeit  
Nach Diagramm → ca. 1,15 s

### Drosselung des Volumenstroms



### Spannkraftberechnung

Die effektive Spannkraft mit dem Zubehör Spanneisen (L = e) kann den Diagrammen auf Seite 3 entnommen werden. 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 der Tabelle zu entnehmen.

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

### Effektive Spannkraft

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

### Zulässige Spannkraft\*)

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

### Zulässiger Betriebsdruck

$$p_{zul} = \frac{D}{L} + E \leq 70 \text{ [bar]}$$

L = Sonderlänge [mm]      p = Druck [bar]

\*) Bei einer gewünschten Spanneisenlänge L darf die Spannkraft den zulässigen Wert nicht überschreiten.

**Beispiel:** Schwenkspanner 1853T090R16  
 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

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

# Zubehör

## Pneumatische Positionskontrolle • Anschlussgehäuse

### Einsatz

Die pneumatische Positionskontrolle meldet durch Verschließen zweier Bohrungen folgende Zustände:

1. Kolben ausgefahren und Spanneisen in Ausgangsstellung
2. Kolben im Spannungsbereich und Spanneisen in Spannstellung

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

### Beschreibung

Die Einsteckausführung der pneumatischen Positionskontrolle kann bei allen Schwenkspannern mit Schaltstange (185XQ0XX) nachträglich angebaut werden. Wird eine Schaltposition angefahren, steigt der Luftdruck in der Zuleitung an und betätigt einen Differenzdruckschalter oder einen elektro-pneumatischen Druckschalter.

### Pneumatikanschluss

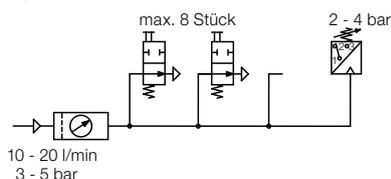
#### Einsteckausführung

Der Schwenkspanner wird mit der montierten Positionskontrolle und eingelegten O-Ringen in die Aufnahmebohrung gesteckt und ist damit sofort einsatzbereit.

#### Anschlussgehäuse

Das Anschlussgehäuse wird auf die Einsteckausführung gesteckt und durch den mitgelieferten Sicherungsring gehalten. Die Pneumatikanschlüsse M5 sind um 360° drehbar.

### Abfrage durch Pneumatik-Druckschalter



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

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

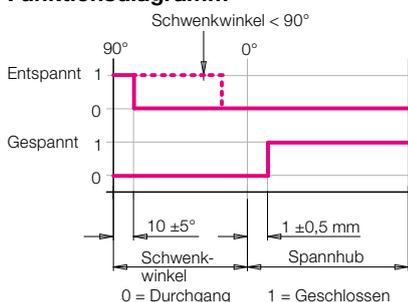
### Technische Daten

Anschluss	Gebohrte Kanäle oder Gewinde M5
Nennweite	2 mm
Max. Luftdruck	10 bar
Betriebsdruckbereich	3...5 bar
Differenzdruck *) bei	
3 bar Systemdruck	min. 1,5 bar
5 bar Systemdruck	min. 3,5 bar
Luftvolumen **)	10...20 l/min

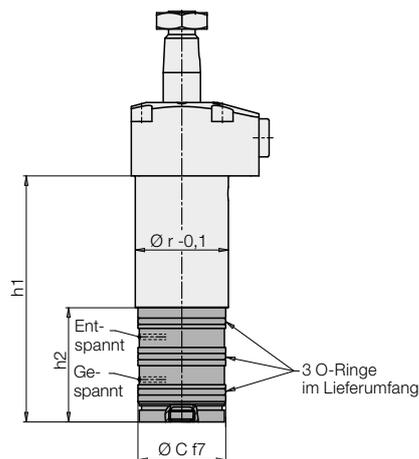
\*) Mindestdruckdifferenz, wenn eine oder mehrere Positionskontrollen nicht betätigt sind.

\*\*) Zur Messung des Volumenstroms gibt es geeignete Geräte.

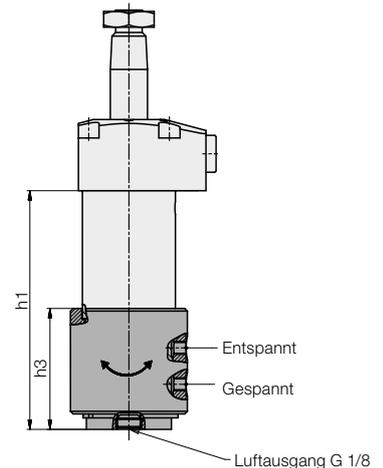
### Funktionsdiagramm



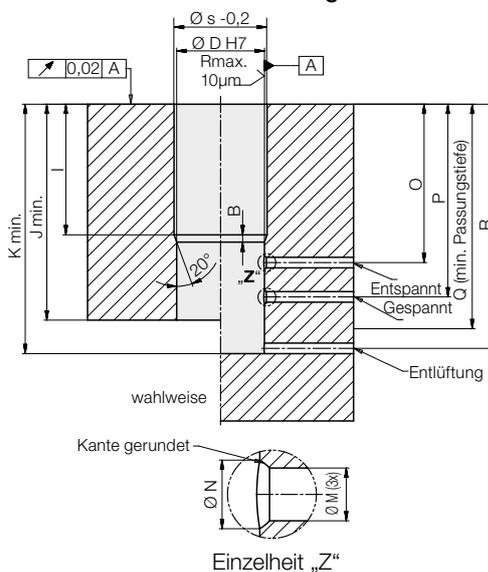
### Einsteckausführung



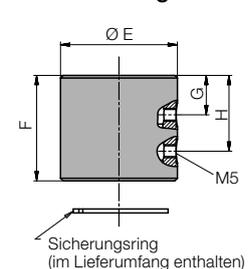
### Anschluss Rohrgewinde



### Aufnahmebohrung



### Anschlussgehäuse



Schwenkspanner	1853Q0XX	1854Q0XX	1856Q0XX	1857Q0XX
Ø A	[mm] 35	47	63	78
B	[mm] 2,5-0,5	2,5-05	2,5-0,5	2,5-0,5
Ø C f7	[mm] 33	42	45	45
Ø D H7	[mm] 33	42	45	45
Ø E	[mm] 44	53	56	56
F	[mm] 40	47	48,8	50,8
G	[mm] 14,95	16,35	13,4	14,05
H	[mm] 28,75	33,35	35,4	36,75
h1	[mm] 90,5	110	132	141
h2	[mm] 42	49	55	57
h3	[mm] 46	53	54,8	56,8
I	[mm] 49,5	62	78	85
J min.	[mm] 83	101,5	123,5	132,5
K min.	[mm] 94,5	114	136	145
Ø M	[mm] 4	4	4	4
Ø N	[mm] 5	5	5	5
O	[mm] 60	73,5	89,5	96,5
P	[mm] 73	90,5	111,5	118,5
Q min.	[mm] 85	103	125	134
R	[mm] 92,5	112	134	143
Ø r -0,1	[mm] 35	47	63	78
Ø s -0,2	[mm] 36	48	64	79

### Bestell-Nr. Einsteckausführung

Schwenkwinkel				
0° oder 90°	0353918	0353924	0353928	0353941
15° bis 75° = XX*)	03539180XX	03539240XX	03539280XX	03539410XX

### Bestell-Nr. Anschlussgehäuse zum Nachrüsten der Einsteckausführung

	0353950	0353951	0353952	0353953
--	---------	---------	---------	---------

\*) in 5°-Abstufung (siehe Seite 2, „Schwenkwinkel  $\alpha < 90^\circ$ “)

**Einsatz**

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

1. Kolben ausgefahren, Spanneisen in Ausgangsstellung.
2. Kolben im Spannungsbereich, 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 (185XQ0XX) nachträglich angebaut werden.

Im Lieferumfang enthalten sind:

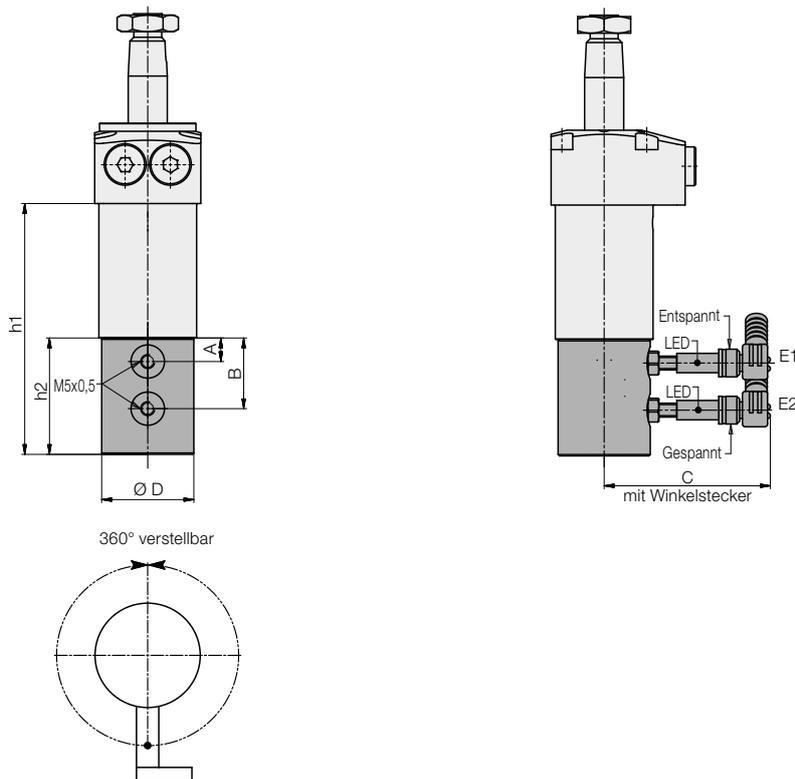
- 1 Signalhülse mit Schraube
- 1 Adapter mit 4 Senkschrauben
- 1 Steuergehäuse mit 3 Gewindestiften
- 2 Induktive Näherungsschalter mit Winkelstecker (wenn mitbestellt)

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.



Mögliche Stellung der Näherungsschalter

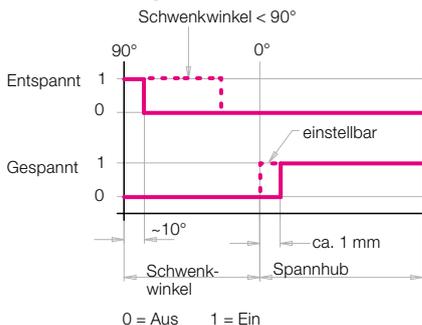
**Wichtige Hinweise**

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	10...30 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

**Funktionsdiagramm**



Schwenkspanner	1853Q0XX	1854Q0XX	1856Q0XX	1857Q0XX
A	[mm] 8,5	8,5	8,5	8,5
B	[mm] 25,5	30,5	37,5	39,5
C ca.	[mm] 59,5	61	62	62
Ø D	[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
<b>Bestell-Nr. 15° bis 75° = XX*</b>				
mit Schalter und Stecker	0353920XX	0353926XX	0353930XX	0353943XX
ohne Schalter und Stecker	0353923XX	0353927XX	0353931XX	0353944XX
<b>Bestell-Nr. Ersatzteile</b>				
Induktiver Näherungsschalter	3829198	3829198	3829198	3829198
Winkelstecker Kabel 5 m	3829099	3829099	3829099	3829099

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

**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.

Ablhilfe: 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 (siehe Seite 4).

**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.