

Quarz-Längsmessdübel M10

Typ 9243B

für die indirekte Kraftmessung in Maschinen und Werkzeugen

Piezoelektrischer Sensor für die Überwachung von Kräften und Dehnungen in Maschinen und Werkzeugen. Der kompakte, in der Längsrichtung kraftempfindliche Quarz-Längsmessdübel M10 misst indirekt dynamische und quasistatische Kräfte und eignet sich besonders für das Erfassen von sehr grossen Kräften bei begrenztem Einbauraum.

- Indirekte Messung sehr grosser Kräfte
- Messung von Druck- und Zugkräften dank vorgespanntem Einbau
- Nahezu beliebig tiefer Einbau in die Struktur
- Geeignet für den Einbau in Strukturen mit starken Vibrationen
- Optional in masseisolierter Ausführung erhältlich

Beschreibung

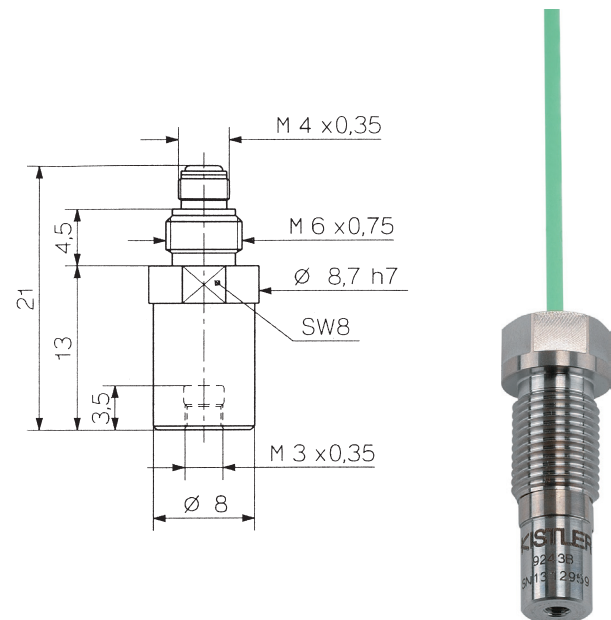
Der Quarz-Längsmessdübel wird mit einer genau definierten Vorspannung eingebaut. Die Dehnung des umgebenden Materials wird über die Stirnseite des Sensors auf das Quarz-Messelement übertragen.

Dieses gibt eine der mechanischen Dehnungsänderung proportionale elektrische Ladung ab, welche von einem Ladungsverstärker in eine Spannung umgewandelt wird. Das Spannungssignal kann beliebig weiterverarbeitet werden.

Der Dehnungssensor muss zur genauen Kraftmessung nach dem vorgeschriebenen Einbau in der Struktur durch eine Vergleichsmessung, z.B. mit einem Kraft-Kalibrierempfänger, kalibriert werden.

Anwendung

Der Sensor lässt sich mit einem Montagenippel einfach einbauen und ermöglicht die Kraftmessung im Innern eines Maschinenteils oder Werkzeuges. Hauptanwendungsgebiet ist die industrielle Überwachung von Maschinenkräften (Maschinenüberwachung, Werkzeugüberwachung), sowie die Holmkraftüberwachung an Spritzgiessmaschinen.



Technische Daten

Messbereich	$\mu\epsilon$	-1.500 ... 1.500
Überlast	$\mu\epsilon$	2.000
Vorspannkraft axial	kN	≈ 16 (≈ 40.000 pC)
Empfindlichkeit (im Prüfkörper)	pC/ $\mu\epsilon$	≈ -15
Kraftempfindlichkeit (für Vorspannung)	pC/N	$\approx -2,5$
Reproduzierbarkeit der Empfindlichkeit bei Demontage und neuer Montage	%	$< \pm 1$
Linearität	%FSO	$\leq \pm 1$
Hysterese	%FSO	≤ 2
Eigenfrequenz	kHz	> 110
Beschleunigungsempfindlichkeit	pC/g	$< 0,15$
Betriebstemperaturbereich	$^{\circ}\text{C}$	-40 ... 200
Isolationswiderstand bei 20 $^{\circ}\text{C}$	Ω	$\geq 10^{13}$
Schutzart (mit angeschlossenem Kabel)		IP64
Gewicht (ohne Kabel und Vorspannschraube)	g	4,8

Montage

Bei der Montage kann grundsätzlich zwischen drei verschiedenen Einbauvarianten unterschieden werden:

1. Standard: Einbaubohrung mit ebenem Bohrungsgrund

- Vorbereitung der Einbaubohrung gemäss Bild 1; die stirnseitige Auflagefläche ($\varnothing 9$ mm) für den Sensor muss sauber und plan bearbeitet sein (ggf. nochmals mit Reibwerkzeug Typ 1300A21 nachreiben und mit sauberer Pressluft ausblasen).

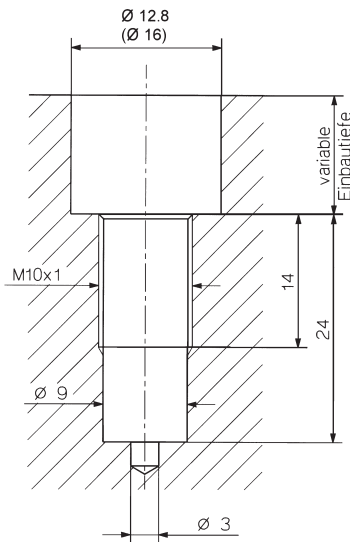


Bild 1: Einbaubohrung mit ebenem Bohrungsgrund

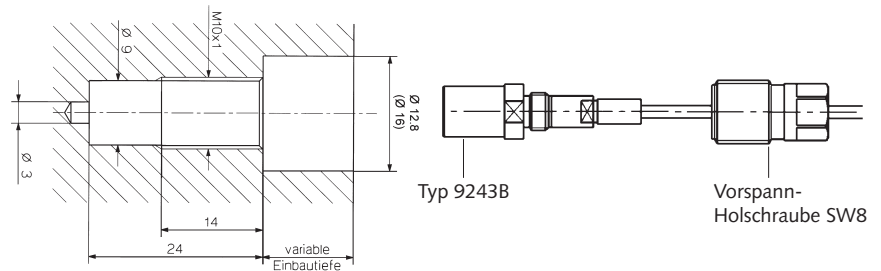


Bild 2: Standardeinbau des Längsmessdübels Typ 9243B

2. Option: Einbaubohrung mit kegelförmigem (120°) Bohrungsgrund

- Vorbereitung der Einbaubohrung gemäss Bild 3; die stirnseitige Auflagefläche ($\varnothing 9$ mm) für den Sensor muss sauber und plan bearbeitet sein (ggf. nochmals mit Reibwerkzeug Typ 1300A21 nachreiben und mit sauberer Pressluft ausblasen).
- Stirnseite und Gewinde der Vorspann-Hohlschraube dünn mit einer Fettschicht (Fett ist im mitgelieferten Zubehör enthalten) bestreichen.

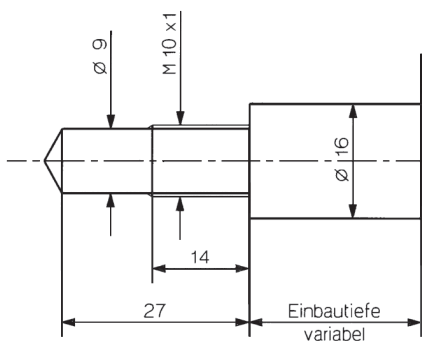


Bild 3: Einbaubohrung mit kegelförmigem Bohrungsgrund

- Stirnseite und Gewinde der Vorspann-Hohlschraube dünn mit einer Fettschicht (Fett ist im mitgelieferten Zubehör enthalten) bestreichen.
- Einbau und vorsichtiges Vorspannen des Sensors mit Hilfe der im mitgelieferten Zubehör enthaltenen Vorspann-Hohlschraube M10x1 mit SW8 mit einem geeigneten Sechskant-Steckschlüssel (z.B. Typ 1385B200) auf den vorgeschriebenen Wert von 40.000 pC (≈ 16 kN) gemäss Bild 2.
- Vorspannkraft mit Hilfe eines Ladungsverstärkers und eines Auswertegerätes kontrollieren.

- Aufschrauben des optional erhältlichen Kalottendruckstücks Typ 9481 auf den Sensorkopf zwecks besserer Kräfteinleitung.
- Einbau und vorsichtiges Vorspannen des Sensors mit Hilfe der im mitgelieferten Zubehör enthaltenen Vorspann-Hohlschraube M10x1 mit SW8 mit einem geeigneten Sechskant-Steckschlüssel (z.B. Typ 1385B200) auf den vorgeschriebenen Wert von 40.000 pC (≈ 16 kN) gemäss Bild 4.
- Vorspannkraft mit Hilfe eines Ladungsverstärkers und eines Auswertegerätes kontrollieren.
- Zur Beachtung: bei dieser Einbauvariante ist die Dehnungsempfindlichkeit gegenüber der Kalibrierung (siehe Seite 1) um ca. 15 % geringer.

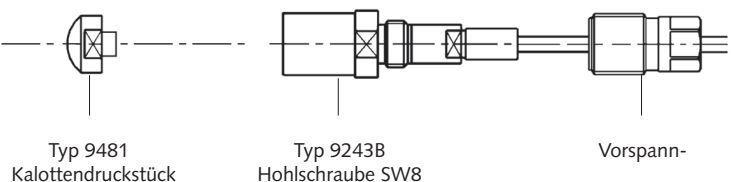


Bild 4: Einbau des Längsmessdübels Typ 9243B mit Kalottendruckstück

3. Option: masseisolierter Einbau mit Masseisoliations-Montageset Typ 9487A (nur bei Einbaubohrung mit ebenem Bohrungsgrund)

Das optional erhältliche Masseisoliations-Montageset Typ 9487A, verhindert elektrische Störungen infolge von Erdschlaufen.

- Vorbereitung der Einbaubohrung gemäss Bild 1; die stirnseitige Auflagefläche ($\varnothing 9$ mm) für den Sensor muss sauber und plan bearbeitet sein (ggf. nochmals mit Reibwerkzeug Typ 1300A21 nachreiben und mit sauberer Pressluft ausblasen).
- Stirnseite und Gewinde der Vorspann-Hohlschraube dünn mit einer Fettschicht (Fett ist im mitgelieferten Zubehör enthalten) bestreichen.

- Aufstecken der im Montageset Typ 9487A enthaltenen, speziell beschichteten Druckstückes auf den Sensorkopf.
- Einbau und vorsichtiges Vorspannen des Sensors mit Hilfe der im Montageset Typ 9487A enthaltenen, speziell beschichteten Vorspann-Hohlschraube M10x1 mit SW8 mit einem geeigneten Sechskant-Steckschlüssel (z.B. Typ 1385B200) auf den vorgeschriebenen Wert von 40.000 pC (≈ 16 kN) gemäss Bild 5.
- Vorspannkraft mit Hilfe eines Ladungsverstärkers und eines Auswertegerätes kontrollieren.
- Zur Beachtung: bei dieser Einbauvariante ist die Dehnungsempfindlichkeit gegenüber der Kalibrierung (siehe Seite 1) um ca. 11 % geringer.

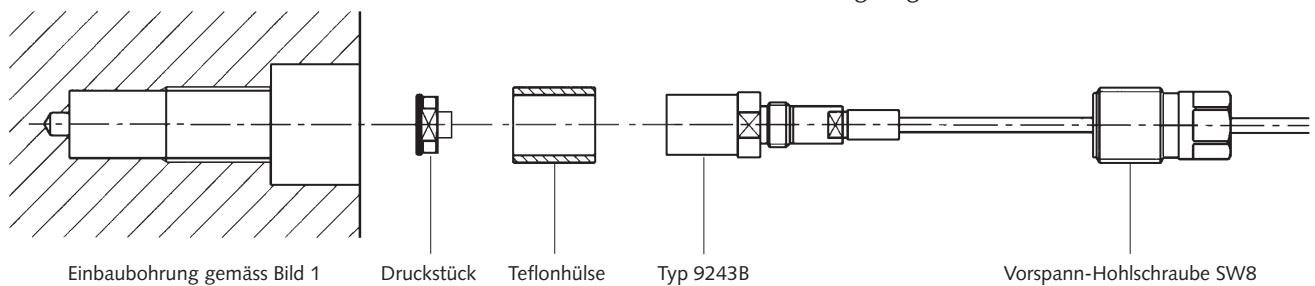


Bild 5: Masseisolierter Einbau des Längsmessdübels Typ 9243B mit Masseisoliations-Montageset Typ 9487A

Einbaubeispiele

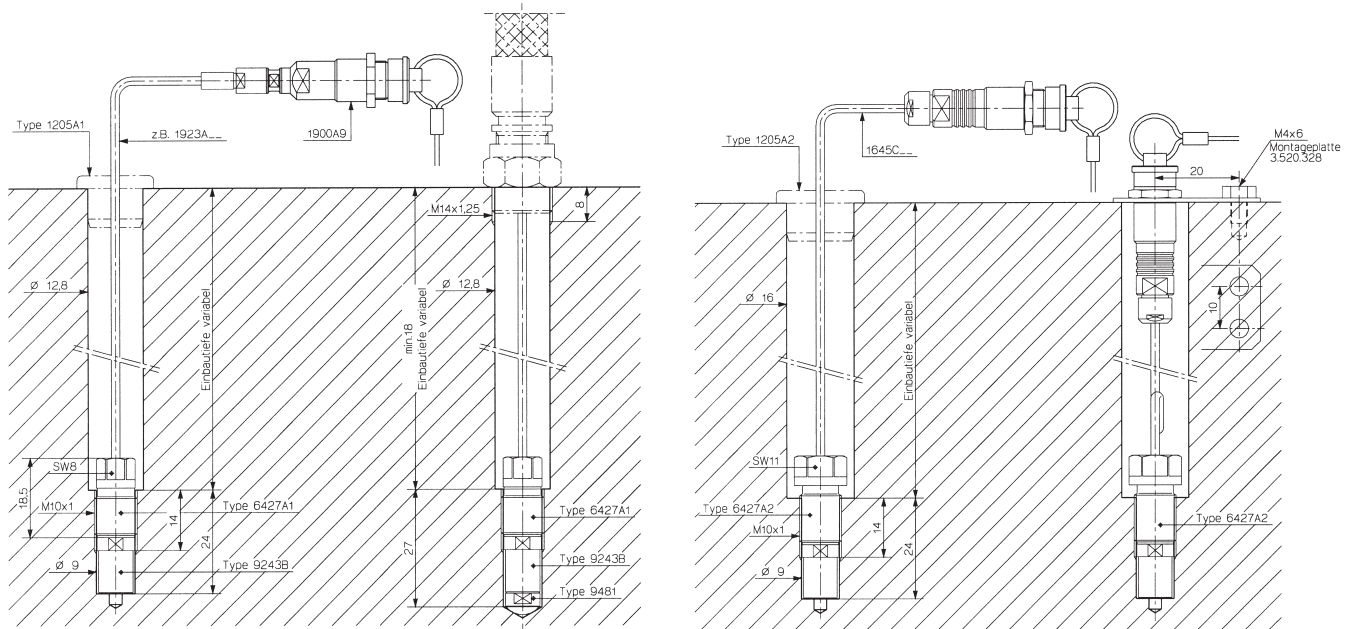


Bild 6: Einbaubeispiele Längsmessdübel Typ 9243B

9243B_000-538d-11.19

Berechnungsbeispiel (Abschätzung der Empfindlichkeit)

Aufgabe

Ein Stahlzylinder mit einer Querschnittsfläche von 1.134 mm² (≈∅ 38 mm) wird mit einer Druckkraft F von 300 kN belastet. In seiner Achse ist ein Quarz-Längsmessdübel M10 Typ 9243B eingebaut.
Wie gross ist seine Kräfteempfindlichkeit?

Lösung

$$\sigma \text{ [N/mm}^2\text{]} = \frac{F}{A} = \frac{300.000 \text{ N}}{1.134 \text{ mm}^2} = 265 \text{ N/mm}^2$$

$$E \text{ [N/mm}^2\text{]} = \text{Elastizitätsmodul von Stahl} = 200.000 \text{ N/mm}^2$$

$$e \text{ [}\mu\epsilon\text{]} = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{\sigma}{E} = \frac{265 \text{ N/mm}^2}{200.000 \text{ N/mm}^2} = 1,32 \cdot 10^{-3} \text{ m/m} = 1.320 \mu\epsilon$$

$$1 \text{ [}\mu\epsilon\text{]} = 1 \mu\text{m/m} = 10^{-6} \text{ Dehnung } (\Delta l/l_0)$$

Kontrolle

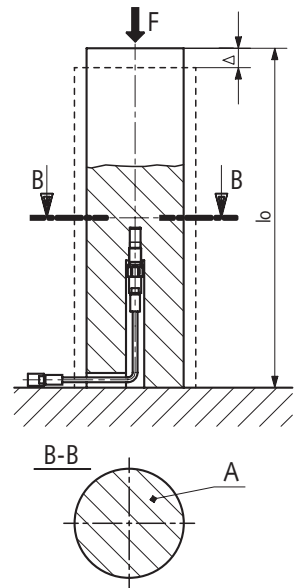
Liegt die berechnete Dehnung e innerhalb des Messbereiches?
→ Ja, der Messbereich ist (siehe Technische Daten) = ±1.500 με

Berechnen der Kräfteempfindlichkeit des eingebauten Sensors

$$S_e = \text{Empfindlichkeit des Sensors (siehe Technische Daten)} = -15 \text{ pC}/\mu\epsilon$$

$$Q = e \cdot S_e = 1.320 \mu\text{m/m} \cdot (-15 \text{ pC}/\mu\epsilon) = -19.800 \text{ pC}$$

$$S_F = \frac{Q}{F} = \frac{-19.800 \text{ pC}}{300.000 \text{ N}} = -0,066 \text{ pC/N} = \underline{\underline{-66 \text{ pC/kN}}}$$



Legende

Symbol	Bedeutung	Einheit
F	Axial wirkende Kraft	N
A	Querschnittsfläche an der Einbaustelle	mm ²
σ	Mittlere mechanische Spannung an der Einbaustelle	N/mm ²
E	Elastizitätsmodul des Strukturmaterials	N/mm ²
e	Dehnung	με
l ₀	Länge des unbelasteten Zylinders	m
Δl	Längenänderung durch die Belastung F	m
S _e	Dehnungsempfindlichkeit des Sensors	pC/με
Q	Elektrische Ladung	pC
S _F	Kräfteempfindlichkeit des eingebauten Sensors für Kräfte, die axial auf den Zylinder wirken	pC/N

Hinweis

Diese Berechnung ergibt einen ungefähren Wert. Die genaue Kräfteempfindlichkeit des eingebauten Sensors kann nur durch direktes Kalibrieren am Messobjekt bestimmt werden.

Kabelkonzept

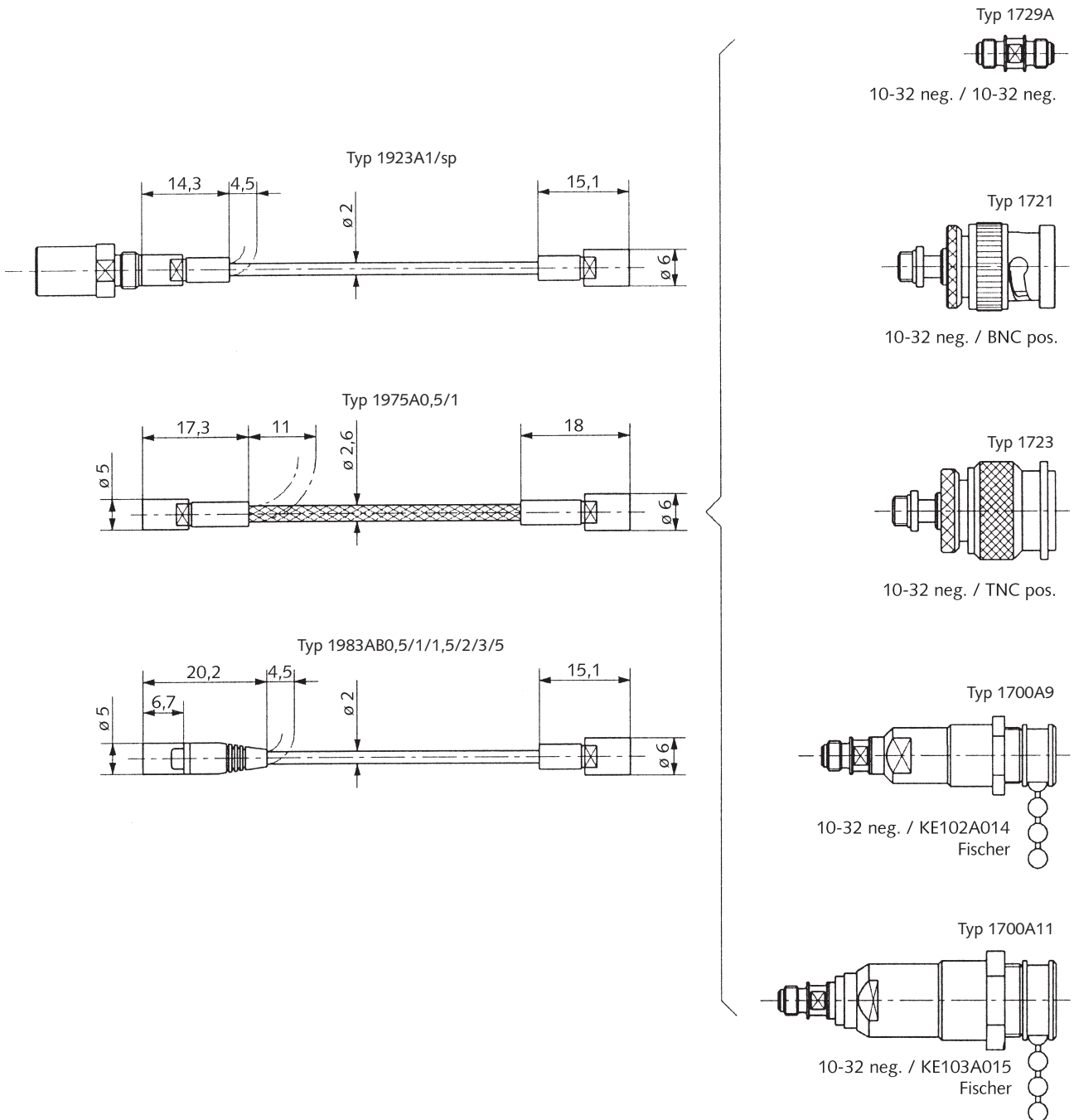


Bild 7: Kabelkonzept zu Längsmessdübel Typ 9243B

9243B_000-538d-11.19

Mitgeliefertes Zubehör

- Vorspann-Hohlschraube SW8
- Gummizapfen \varnothing 12,8 mm
- Fett
- Kalibrierzertifikat

Typ

6427A1
1205A1
1063

Bestellschlüssel

- Quarz-Längsmessdübel M10 ohne Anschlusskabel

Typ

9243B

Zubehör (optional)

- Sechskantschlüssel SW8 innen (für Vorspann-Hohlschraube SW8) Länge = 200 mm 1385B200
- Sechskantschlüssel SW8 innen (für Vorspann-Hohlschraube SW8) mit Speziallänge, L in mm angeben ($L_{\min} = 100$ mm/ $L_{\max} = 800$ mm) 1385Bsp100-800
- Vorspann-Hohlschraube SW11 6427A2
- Sechskantschlüssel SW11 innen (für Vorspann-Hohlschraube SW11) mit Speziallänge, L in mm angeben ($L_{\min} = 100$ mm/ $L_{\max} = 800$ mm) 1387sp100-800
- Gummizapfen \varnothing 16 mm 1205A2
- Kalottendruckstück 9481
- Reibwerkzeug 1300A21
- Vorspannmessgerät 5991
- Masseisoliationsset (für masseisolierten Einbau) 9487A
- Anschlusskabel gemäss Kabelkonzept (siehe Seite 4)

Typ/Art.-Nr.