

Miniatur-Längsmessdübel M5

Typ 9247A...

für die indirekte Kraftmessung in Maschinen und Werkzeugen

Piezelektrischer Sensor für die Überwachung von Kräften und Dehnungen in Maschinen und Werkzeugen. Der extrem kompakte, in der Längsrichtung kraftempfindliche Miniatur-Längsmessdübel M5 misst indirekt dynamische und quasistatische Kräfte und eignet sich besonders für das Erfassen von sehr großen Kräften bei begrenztem Einbauraum.

- Extrem kompakte Baugröße
- Indirekte Messung sehr großer Kräfte
- Messung von Druck- und Zugkräften dank vorgespanntem Einbau
- Nahezu beliebig tiefer Einbau in die Struktur

Beschreibung

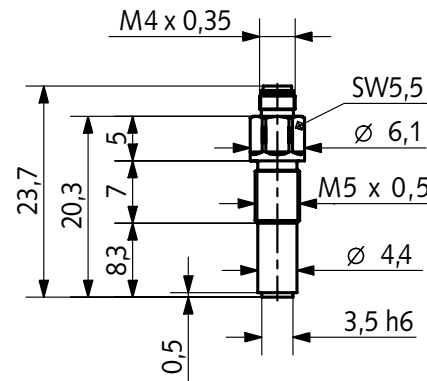
Der Miniatur-Längsmessdübel wird mit einer genau definierten Vorspannung eingebaut. Die Dehnung des umgebenden Materials wird über die Stirnseite des Sensors und das Befestigungsgewinde auf das Quarz-Messelement übertragen.

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-Kalibrieraufnehmer, kalibriert werden.

Anwendung

Der Sensor lässt sich mit einem Montageschlüssel einfach einbauen und ermöglicht die Kraftmessung im Innern eines Maschinenteils oder Werkzeuges. Hauptanwendungsgebiet ist die industrielle Überwachung von Maschinenkräften (Maschinenüberwachung, Werkzeugüberwachung), z. B. in der Blech-Umformtechnik (Einbau im Kolbenstempel von mechanischen Pressen), Verbindungstechnik (Überwachen von Kräften in Schrauben), Fügetechnik (Qualitätskontrolle von Blindnietverbindungen), Kunststoff-Spritzgießmaschinen (Überwachen von Kräften in Werkzeugen) und Montagetechnik (Messen von Kräften in Klemmvorrichtungen).



Technische Daten

Messbereich ¹⁾	µε	-1 400 ... 1 400
Überlast	µε	±2 000
Vorspannkraft axial	kN	≈3,3 (≈-20 000 pC)
Empfindlichkeit (im Prüfkörper)	pC/µε	≈-8,6
Kraftempfindlichkeit (für Vorspannung)	pC/N	≈-6
Reproduzierbarkeit der Empfindlichkeit bei Demontage und neuer Montage	%	<±1
Linearität	%FSO	≤±2
Hysteresis	%FSO	≤3
Eigenfrequenz	kHz	>200
Beschleunigungsempfindlichkeit	pC/g	<0,07
Betriebstemperaturbereich	°C	-40 ... 200
Isolationswiderstand bei 20 °C	Ω	≥10 ¹³
Schutzart (mit angeschlossenem Kabel)		IP65
Gewicht (ohne Kabel und Vorspannschraube)	g	2,5
Anschluss		M4x0,35 neg.

¹⁾ Sensor mit Vorspannung eingebaut

Montage

Montagebohrung gemäß Bild 1 vorbereiten. Die stirnseitige Auflagefläche (Ø 4,5 mm) für den Sensor muss sauber und plan bearbeitet sein. Die Stirnseite des Sensors (Ø 3,5 mm) sowie das M5-Gewinde **dünn mit Fettschicht** bestreichen.

Den Sensor an einen Ladungsverstärker anschließen (z.B. Preload Tester Typ 5991) und mit Hilfe des Steckschlüssels Typ 1300A9 vorsichtig vorspannen, bis er die vorgeschriebene Ladung von –20 000 pC abgibt.

Ein Einbaubeispiel ist in Bild 2 dargestellt.

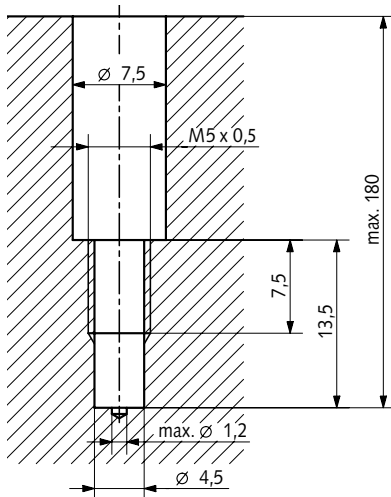


Bild 1: Montagebohrung

Einbaubeispiel

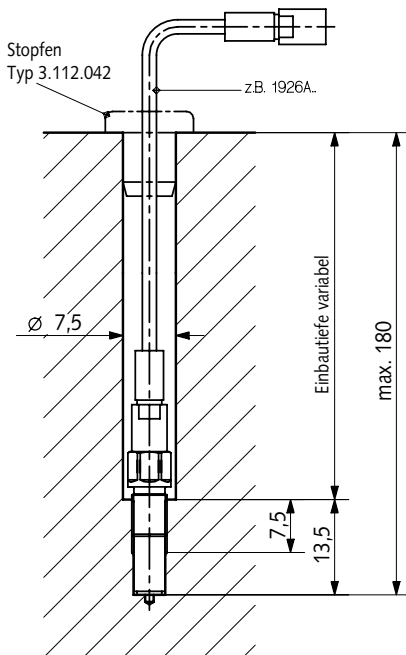
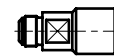


Bild 2: Einbaubeispiel Miniatur-Längsmessdübel Typ 9247A...

Stecker-Kupplungen

Typ 1700A31



M4 neg./KIAG 10-32 pos.

Typ 1700A23



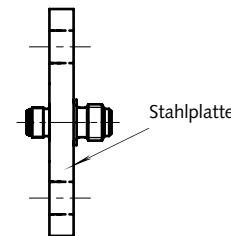
M4 neg./M4 neg.

Typ 1700A13



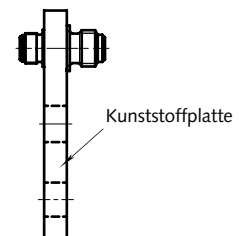
M4 neg./KIAG 10-32 neg.

Typ 1724A1



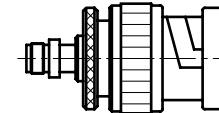
M4 neg. / KIAG 10-32 neg.

Typ 1724A2



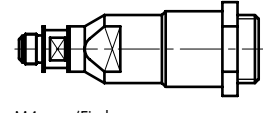
M4 neg. / KIAG 10-32 neg.

Typ 1705



M4 neg./BNC pos.

Typ 1700A33



M4 neg./Fischer
KE102A014-16 neg.

Bild 3: Stecker-Kupplungen zu Längsmessdübel Typ 9247A...

Beispiel einer industriellen Messkette

Messkette bestehend aus:

- Längsmessdübel Typ 9247A...
- Anschlusskabel Typ 1926Asp0,1-2
- Steckerkupplung Typ 1700A3
- In-Line Amp-Ladungsverstärker Typ 5027A...
(siehe Datenblatt 5027A_000-299)

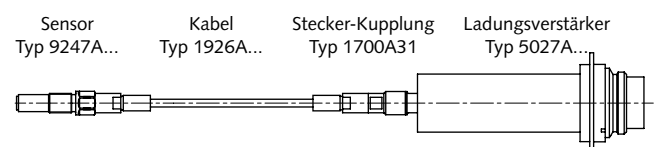


Bild 4: Beispiel einer industriellen Messkette

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 M5 Typ 9247A... eingebaut.

Wie groß ist seine Kraftempfindlichkeit?

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

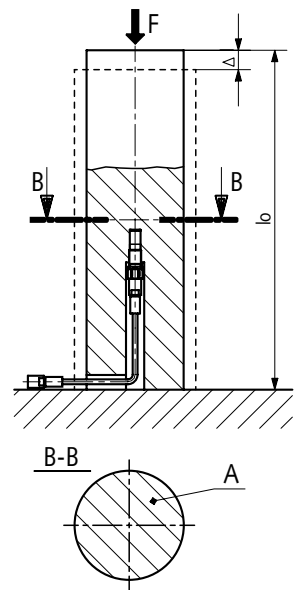
Liegt die berechnete Dehnung e innerhalb des Messbereiches?
→ Ja, der Messbereich ist (siehe Technische Daten) = ±1 400 με

Berechnen der Kraftempfindlichkeit des eingebauten Sensors

$$S_e = \text{Empfindlichkeit des Sensors (siehe Technische Daten)} = -8,6 \text{ pC}/\mu\epsilon$$

$$Q = e \cdot S_e = 1\,320 \mu\text{m/m} \cdot (-8,6 \text{ pC}/\mu\epsilon) = -11\,352 \text{ pC}$$

$$S_F = \frac{Q}{F} = \frac{-11\,352 \text{ pC}}{300\,000 \text{ N}} = -0,0378 \text{ pC/N} = \underline{\underline{-37,8 \text{ pC/kN}}}$$



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	Kraftempfindlichkeit des eingebauten Sensors für Kräfte, die axial auf den Zylinder wirken	pC/N

Hinweis

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

Mitteliefertes Zubehör

- Keines

Zubehör (optional)

Werkzeuge für Montage

- Montageschlüssel SW
innen 5,5/außen 7,3 mm,
Schlüssellänge 220 mm
- Spezialgewindebohrer M5x0,5
- Reibwerkzeug für Bohrung,
Bohrungstiefe ≤60 mm
- Reibwerkzeug für Bohrung,
Bohrungstiefe ≤170 mm
- Vorspannmessgerät
- Hand-Ladungsverstärker

Anschlusskabel

- PFA, ø 2 mm, M4 pos. int./
M4 pos. int., Länge 0,8 m
- PFA, ø 2 mm, M4 pos. int./
M4 pos. int., Länge 0,1 ... 2 m
- PFA, ø 2 mm, M4 pos. int./
M4 pos. int., Speziallänge
- Metallschlauch, ø 2,6 mm,
M4 pos. int./M4 pos. int.,
Länge 0,5 m
- Metallschlauch, ø 2,6 mm,
M4 pos. int./M4 pos. int.,
Länge 1 m
- Metallschlauch, ø 2,6 mm,
M4 pos. int./M4 pos. int.,
Speziallänge

Stopfen

- Kunststoff, ø 7,5 mm

Typ/Art.-Nr.

Typ/Art.-Nr.

1300A9

1357A

1300A79

1300A79Q01

5991

5995

1926A0,8

1926Asp0,1-2

1926Asp

1929A0,5

1929A1

1929Asp

3.112.042

Bestellschlüssel

Sensor ohne Kabel	–
Sensor mit Anschlusskabel Typ 1926A0,8 (l = 0,8 m)	0,8
Sensor mit Anschlusskabel Typ 1926Asp, Länge bei Bestellung (L _{min.} = 0,1 m/L _{max.} = 10 m)	sp

Typ 9247A

Abmessungen Miniatur-Längsmessdübel Typ 9247A0,8

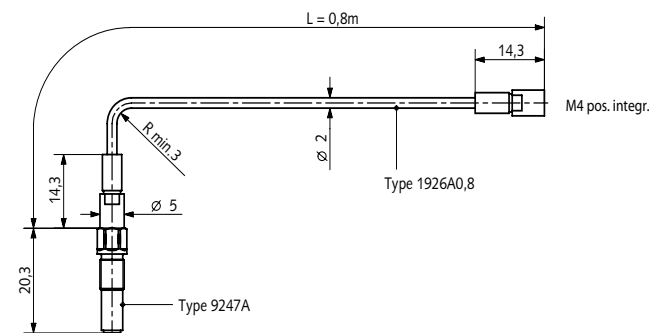


Bild 5: Typ 9247A0,8