

SlimLine Sensoren (SLS)

Typ 9130B... bis 9137B...

Messen von dynamischen und quasistatischen Druckkräften, 0 ... 3 kN bis 0 ... 80 kN

Quarzkristall-Kraftsensor mit extrem flacher Bauform, vorgesehen zur Messung dynamischer und quasistatischer Kräfte. Hohes Auflösungsvermögen, hohe Steifheit und extrem kleine Abmessungen charakterisieren diesen Sensor. Durch seine Eigenschaften ist er ideal geeignet zum Einbau in mechanische Strukturen. Das Gehäuse ist hermetisch dicht und hat ein spritzwasserdicht integriertes Anschlusskabel mit Stecker.

Die SlimLine Sensoren werden **unkalibriert** geliefert und müssen für Absolutmessungen im eingebauten Zustand kalibriert werden.

- Extrem kleine Bauform bei grossem Messbereich
- Flexibler Einbau im Kraftnebenschluss
- Vorgespannt auch für Zugkräfte geeignet
- Misst praktisch weglos, verschleiss- und ermüdungsfrei
- Misst auch kleine Kräfte mit hoher Auflösung
- Dichtes Gehäuse (IP65)
- Integriertes, nicht lösbares Kabel mit Viton[®]-Mantel

Beschreibung

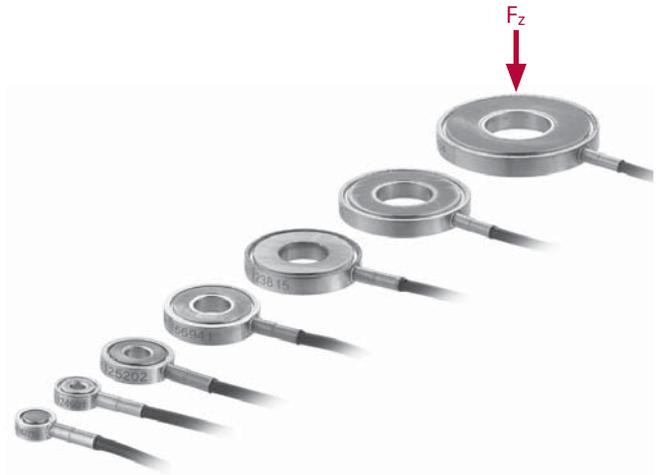
Die zu messende Kraft F wirkt über die Vorspann- bzw. Einbaustruktur auf den Sensor und erzeugt eine der Kraft direkt proportionale Ladung. Diese wird durch eine Elektrode abgenommen und über das integrierte Kabel zum Ladungsverstärker geführt.

Anwendung

SlimLine Sensoren eignen sich, dank ihrer grossen Steifheit, speziell für die Messung von rasch ändernden Kräften. Doch auch zyklische und quasistatische Messungen über mehrere Minuten sind möglich. Der Sensor ist speziell für die Messung von Kräften im Nebenschluss geeignet (Bild 5). Das bedeutet, dass der Sensor in einer Struktur eingebettet und vorgespannt wird, wodurch er nur mit einem Teil der Prozesskraft belastet wird. Die besonders kleine Bauform ist optimal geeignet für den Einbau in Konstruktionen wie Kraftmessplatten, -leisten und Werkzeugen. Eingesetzt wird der Sensor in industriellen Produktionsprozessen, bei denen Kräfte überwacht oder gemessen werden. In Verbindung mit einem ControlMonitor ist der Sensor ideal für die Qualitätskontrolle und Überwachung in der industriellen Serienfertigung geeignet.

Anwendungsbeispiele

- Überwachung von Einpresskräften, Stanzkräften, etc.
- Werkzeugüberwachung
- Messen von grossen Kräften im Kraftnebenschluss
- Einbau in Dynamometer mit kleinen Abmessungen



Technische Daten

Typ	Messbereich F_z [kN]	Überlast F_z [kN]	Empfindlichkeit [pC/N]	Steifheit [kN/ μ m]
9130B...	0 ... 3	3,5	$\approx -3,5$	$\approx 1,0$
9131B...	0 ... 2,5	3	$\approx -4,0$	$\approx 0,7$
9132B...	0 ... 7	8	$\approx -3,8$	$\approx 1,8$
9133B...	0 ... 14	17	$\approx -3,8$	$\approx 2,5$
9134B...	0 ... 26	30	$\approx -3,8$	$\approx 5,6$
9135B...	0 ... 36	42	$\approx -3,8$	$\approx 7,0$
9136B...	0 ... 62	72	$\approx -3,8$	$\approx 8,0$
9137B...	0 ... 80	96	$\approx -3,8$	$\approx 16,0$

Linearität (vorgespannt)	%/FSO	$\leq \pm 1,0$
Hysteresis (vorgespannt)	%/FSO	$\leq 1,0$
Ansprechschwelle	N	$< 0,01$
Betriebstemperaturbereich	$^{\circ}$ C	$-20 \dots 120$
Vorspannkraft (empfohlen)	F_v	
Hauptschluss ¹⁾	%/FS	≈ 50
Nebenschluss	%/FS	≈ 20
Schutzart ²⁾	EN60529	IP65

¹⁾ Die Vorspannkraft ist dem gewünschten Zug-/Druckkraftbereich und den Hinweisen auf Seite 3 betreffs Biegemoment entsprechend zu wählen.

²⁾ Die IP-Schutzart nach EN60529 wird mit Wasser ermittelt. Öle, Emulsionen, Kühlschmiermittel etc. haben meist ein besseres Benetzungs- und Penetrationsvermögen. Die Schutzart in Kontakt mit solchen Flüssigkeiten ist entsprechend geringer einzustufen.

Abmessungen

Typ	D [mm]	d [mm]	H [mm]	Gewicht (ohne Kabel) m [g]
9130B...	8,0	2,7	3,0	1
9131B...*	7,0	–	3,0	1
9132B...	12,0	4,1	3,0	2
9133B...	16,0	6,1	3,5	3
9134B...	20,0	8,1	3,5	5
9135B...	24,0	10,1	3,5	7
9136B...	30,0	12,1	4,0	14
9137B...	36,0	14,1	5,0	27

* Typ 9131B... ohne Bohrung [d]

Sensormontage

SlimLine Sensoren sollen grundsätzlich nur vorgespannt in einer Einbaustruktur verwendet werden, entweder direkt im Kraftfluss eines aufgetrennten Bauteils oder im Kraftnebenschluss, eingebettet in einer Maschinenstruktur. Während bei direkter Kraftmessung der grösste Teil der Prozesskraft durch den Sensor fließt, wird er bei Kraftnebenschlussmessungen nur mit einem geringen Teil der Prozesskraft belastet. SlimLine Sensoren werden unkalibriert geliefert, da sie für Absolutmessungen in jedem Fall vor Ort in der Einbaustruktur kalibriert werden müssen.

Direkte Messung im Kraftfluss

Bei direkter Kraftmessung fließt nahezu die ganze Prozesskraft durch den Sensor. Der Messbereich muss daher so gewählt werden, dass die Summe von Vorspannkraft F_v und maximal auftretender Prozesskraft F_z innerhalb des Messbereichs des Sensors liegt. Die Montageflächen müssen eben, steif und geschliffen sein (Bild 3). Der Vorspannbolzen bewirkt einen Kraftnebenschluss von $\approx 7 \dots 10 \%$ und eine entsprechend reduzierte Empfindlichkeit. Generell wird eine Vorspannkraft von mindestens 20 % des Messbereichs empfohlen, bei Zugkräften entsprechend mehr. Wenn von der Prozesskraft her möglich, soll mit 50 % des Messbereichs vorgespannt werden, da so die Toleranz gegenüber Biegemomenten am grössten ist, siehe Seite 3.

9130B_000-110d-10.09

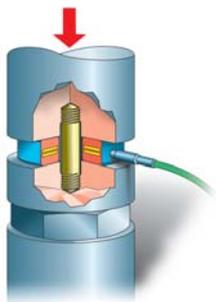


Bild 1: Direkte Kraftmessung

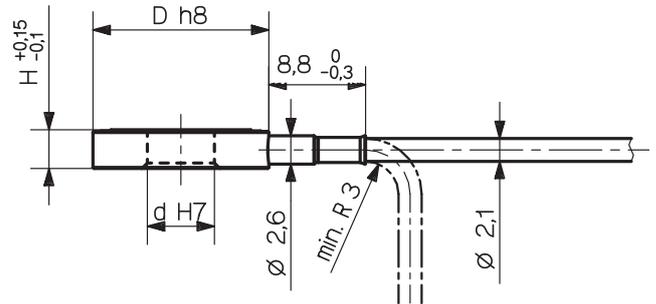


Bild 2: Abmessungen SlimLine Sensor

Einbaumassee

Einbaumassee Typ	Gewinde	Bohrungsdurchmesser d1 [mm]	Plattendicke ¹⁾ A [mm]
9130B...	M2,5	2,9	8,0
9132B...	M4	4,3	8,0
9133B...	M6	6,4	12,0
9134B...	M8	8,4	16,0
9135B...	M10	10,5	20,0
9136B...	M12	13,0	24,0
9137B...	M14	15,0	27,0

¹⁾ empfohlene Mindest-Plattendicke

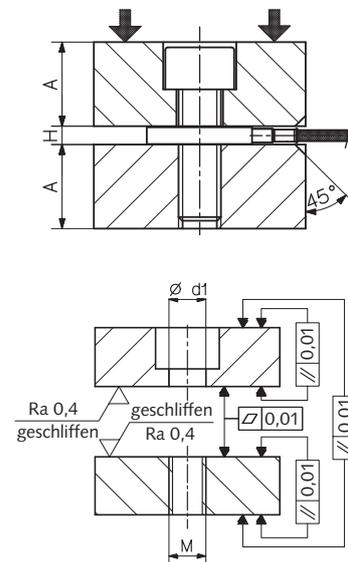


Bild 3: Einbaumassee bei direkter Kraftmessung

Biegemoment

Biegemomente können nicht nur die Messung negativ beeinflussen, sondern im ungünstigsten Fall zur Zerstörung des Sensors führen. Wenn der Sensor in einer Schubstange oder einem Pressenstempel eingebaut ist, können aber oft Biegemomente nicht ganz vermieden werden.

Der zulässige Wert für das Biegemoment M_b ist abhängig von der Summe aus Vorspannkraft F_v und aktuell wirkender Prozesskraft F_z , wobei das maximal mögliche Biegemoment $M_{b,max}$ bei halbem Bereichsendwert B erreicht wird (Bild 4).

Maximal mögliches Biegemoment

Typ	Bereichsendwert B [kN]	max. mögliches Biegemoment $M_{b,max}$ [N·m]
9130B...	3,0	1,50
9131B...	2,5	1,50
9132B...	7,0	5,15
9133B...	14,0	15,00
9134B...	26,0	35,00
9135B...	36,0	62,00
9136B...	62,0	134,00
9137B...	80,0	244,00

Mit den Tabellenwerten für B und $M_{b,max}$ kann das zulässige, reine Biegemoment in Abhängigkeit der Vorspannkraft F_v und der Prozesskraft F_z wie folgt abgeschätzt werden:

$$(1a) \quad M_{b,zul.} \leq \frac{2 \cdot M_{b,max}}{B} \cdot (F_v + F_z) \quad F_v + F_z \leq B/2$$

$$(1b) \quad M_{b,zul.} \leq \frac{2 \cdot M_{b,max}}{B} \cdot (B - F_v - F_z) \quad F_v + F_z \geq B/2$$

Die Gleichungen (1) begrenzen im Biegemoment-Diagramm den Bereich des zulässigen Biegemoments in Abhängigkeit von F_v und F_z .

Biegemoment-Diagramm

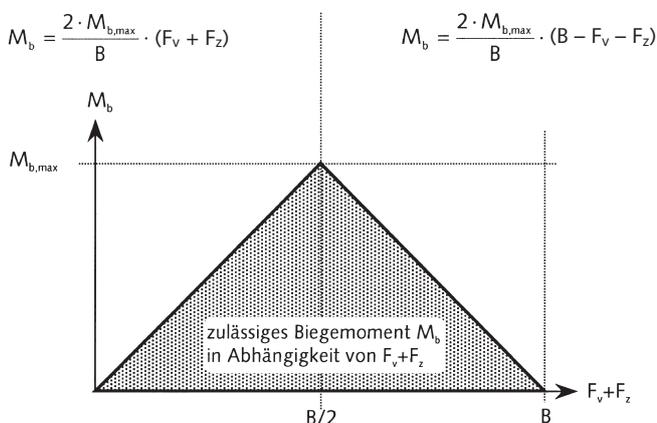


Bild 4: Biegemoment-Diagramm (reines Biegemoment)

Achtung

Wird ein Biegemoment $M_b = F_{x,y} \cdot h$ von einer Seitenkraft $F_{x,y}$ im Abstand h von der Referenzebene erzeugt, so führt dies zu einer Schubkraft $F_{x,y}$ in der Sensorebene. Das maximal zulässige Biegemoment ist in diesem Fall geringer, als der nach Gleichungen (1) bestimmte, zulässige Wert für ein reines Biegemoment.

Beispiel 1

Ein SlimLine Sensor Typ 9135B... ist mit $F_v = 10$ kN vorgespannt. Welches Biegemoment kann für Prozesskräfte im Bereich $F_z = 0 \dots 12$ kN toleriert werden?

$$F_v + F_{z,min} \leq B/2$$

$$10 \text{ kN} \leq 18 \text{ kN} \rightarrow (1a) \rightarrow M_{b,zul.} = \frac{2 \cdot 62 \text{ N}\cdot\text{m}}{36 \text{ kN}} \cdot 10 \text{ kN} = 34,4 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$F_v + F_{z,max} \geq B/2$$

$$22 \text{ kN} \geq 18 \text{ kN} \rightarrow (1b) \rightarrow M_{b,zul.} = \frac{2 \cdot 62 \text{ N}\cdot\text{m}}{36 \text{ kN}} \cdot 14 \text{ kN} = 48,2 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Um einer Überlastung innerhalb des ganzen Messbereichs vorzubeugen, darf das Biegemoment nicht grösser als $34,4$ N·m sein.

Beispiel 2

Ein SlimLine Sensor Typ 9132B... ist mit 3 kN vorgespannt. Wie gross ist der Messbereich B bei einem Biegemoment M_b von 2 N·m? Durch Auflösen von (1) nach F_z gewinnt man die Gleichungen (2), mit denen der zulässige Messbereich B für die Prozesskraft F_z in Abhängigkeit eines Biegemoments M_b berechnet werden kann.

$$(2a) \quad F_{z,min} \geq \frac{B \cdot M_b}{2 \cdot M_{b,max}} - F_v$$

$$(2b) \quad F_{z,max} \leq B \cdot \left(1 - \frac{M_b}{2 \cdot M_{b,max}}\right) - F_v$$

Einsetzen der Werte für B , $M_{b,max}$ und F_v ergibt für F_z den zulässigen Messbereich:

aus (2a) die max. Zugkraft $F_z = -1,64$ kN und
aus (2b) die max. Druckkraft $F_z = 2,64$ kN

Achtung

Seitenkräfte $F_{x,y}$ und/oder ein Drehmoment M_z reduzieren den Messbereich zusätzlich.

Löst man die Gleichungen (2a) und (2b) nach F_v auf, so kann die minimal notwendige bzw. maximal zulässige Vorspannkraft in Abhängigkeit der anderen Parameter berechnet werden.

Kraftnebenschlussmessung

Eingebaut im Kraftnebenschluss, können mit dem SlimLine Sensor die vielfältigsten Messprobleme gelöst werden. Die Montagefläche muss eben und möglichst fein bearbeitet sein. Der SlimLine Sensor wird vorzugsweise mit einer Vorspannscheibe von Kistler (optionales Zubehör) eingebaut und auf 10 ... 20 % des Messbereichs vorgespannt. Struktur und Vorspannscheibe sind mit dem eingebauten, vorgespannten Sensor gemeinsam zu überschleifen. Der für die Vorspannscheibe empfohlene, geringe Überstand P wird erreicht, indem der Sensor ausgebaut und die Struktur ohne Zustellung erneut überschleift wird. Ein solches Vorgehen gewährleistet einen reproduzierbaren Kraftnebenschluss und gute Linearität.

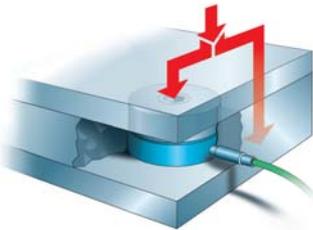


Bild 5: Kraftnebenschlussmessung

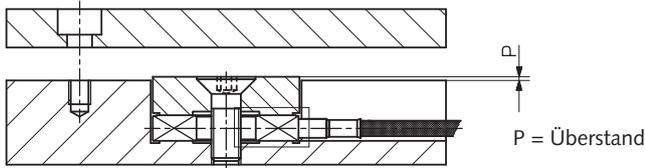


Bild 6: Montage mit Vorspannscheibe Typ 9410A...

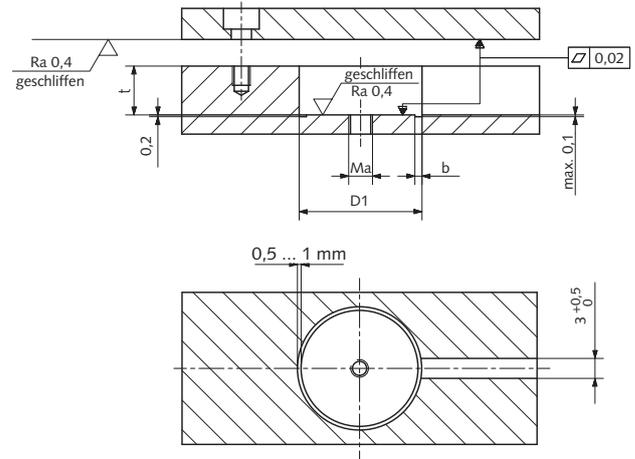


Bild 7: Einbau im Kraftnebenschluss

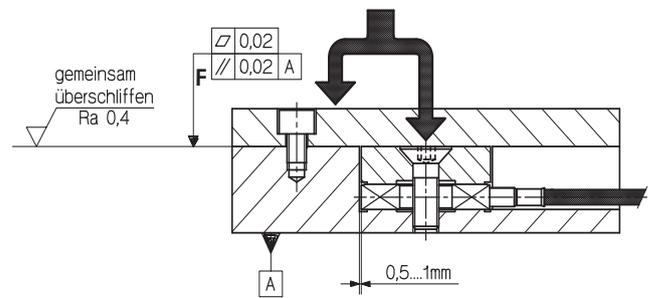


Bild 8: Zusammenbau mit Vorspannscheibe Typ 9410A...

Einbaumasse

SlimLine Sensor Typ	Gewinde Ma	Bohrungsdurchmesser D1 [mm]	Bohrungstiefe t [mm]	Freistichbreite b [mm]	Überstand P [µm]
9130B...	M2	8,5	6,5	1,2	0 ... 2
9132B...	M2,5	12,5	6,5	1,2	0 ... 2
9133B...	M3	16,5	7,7	1,2	0 ... 3
9134B...	M4	20,5	7,7	1,2	0 ... 3
9135B...	M5	24,5	7,7	1,5	0 ... 3
9136B...	M6	30,5	9,5	1,5	0 ... 3
9137B...	M8	36,5	12,0	1,5	0 ... 3

Vorspannscheibe

Typ	zu SlimLine Sensor	Gewinde	D2 [mm]	d2 [mm]	H1 [mm]	L [mm]
9410A0	9130B...	M2	8,0	2,7	3,50	8,0
9410A2	9132B...	M2,5	12,0	2,7	3,50	8,0
9410A3	9133B...	M3	16,0	3,2	4,25	10,0
9410A4	9134B...	M4	20,0	4,3	4,25	10,0
9410A5	9135B...	M5	24,0	5,3	4,25	10,0
9410A6	9136B...	M6	30,0	6,4	5,50	14,0
9410A7	9137B...	M8	36,0	8,4	7,00	16,0

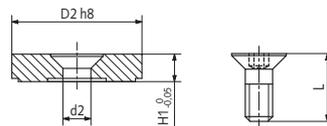


Bild 9: Vorspannscheibe mit Senkschraube

Zubehör (optional)

- | | |
|--|--------|
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9130B... | 9410A0 |
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9132B... | 9410A2 |
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9133B... | 9410A3 |
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9134B... | 9410A4 |
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9135B... | 9410A5 |
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9136B... | 9410A6 |
| • Vorspannscheibe zu SLS Sensor Typ 9137B... | 9410A7 |
| • Kupplung KIAG 10-32 neg. – BNC pos. | 1721 |
| • Kupplung KIAG 10-32 neg. – KIAG 10-32 neg. | 1729A |

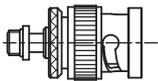


Bild 10: Kupplung Typ 1721



Bild 11: Kupplung Typ 1729A

(siehe auch Datenblätter "Kabel für Kraft-, Drehmoment- und Dehnungssensoren" 1631C_000-346 und "Koaxiale Kabelstecker, Kabelbuchsen, Kupplungen und Zubehör" 1700A_000-347).

Bestellschlüssel

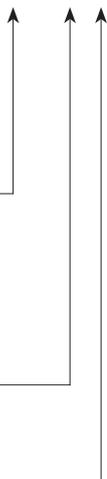
Messbereich

0 ... 3 kN	0
0 ... 2,5 kN	1
0 ... 7 kN	2
0 ... 14 kN	3
0 ... 26 kN	4
0 ... 36 kN	5
0 ... 62 kN	6
0 ... 80 kN	7

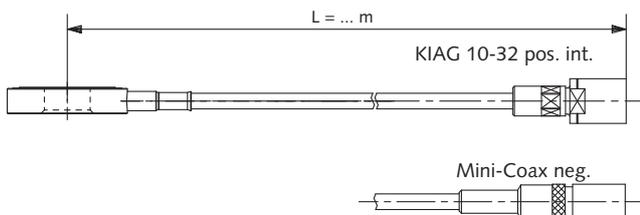
Mit KIAG 10-32 pos. integriert	2
Mit Mini-Coax neg.	3

Kabellänge L = 2 m (Standard)	1
Kabellänge in m angeben (L _{min} = 0,1/L _{max} = 2 m)	9

Typ 913 B



Als Steckeranschluss kann gewählt werden:



Viton® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma DuPont Performance Elastomers.

Weiterführende Informationen

SLS Bausatz

Zwei, drei oder vier SlimLine Sensoren sind bei individueller Kabellänge in einer dichten (IP65) Steckerverbindung zusammengefasst. Die Signalerfassung kann als Summensignal (parallel geschaltet) oder als Einzelsignal erfolgen. Weitere Informationen sind dem Datenblatt SlimLine Bausatz (9130BA_000-168) zu entnehmen.

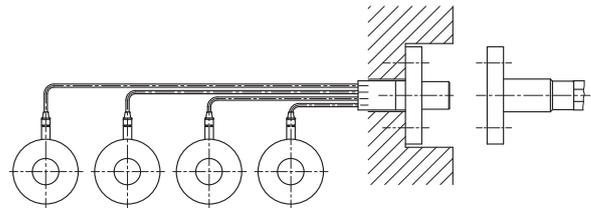


Bild 12: SLS Bausatz

SLS Kraftmesselement

Die kalibrierten SLS Kraftmesselemente Typ 9173B... bis 9176B... eignen sich zur Messung von Zug- und Druckkräften. Die SlimLine Sensoren sind masseisoliert in Vorspannelemente eingebaut. Weitere Informationen siehe Datenblatt zu SlimLine Kraftmesselementen (9173_000-112).

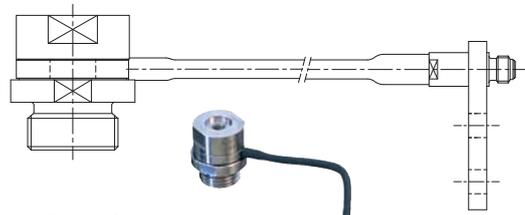


Bild 13: Kraftmesselement

9130B_000-110d-10.09