

Messunterlagsscheiben

0 ... 20 kN bis 0 ... 700 kN

Typ 9101A ... 9107A

Kraftsensor zum Messen quasistatischer und dynamischer Kräfte für industrielle Überwachungsaufgaben.

Die Kraftsensoren werden **unkalibriert** geliefert und müssen **nach** dem Einbau vor Ort kalibriert werden.

- Unkalibriert
- Linearität einschliesslich Hysterese $\leq \pm 1,5\%$
- Extrem hohe Steifigkeit
- Sehr kompakte Bauform
- Ansprechschwelle $< 0,01\text{ N}$, unabhängig vom Messbereich
- Schutzart IP67
- Betriebstemperaturbereich $-40 \dots 120\text{ °C}$
- Keine Alterung, unbegrenzte Lebensdauer

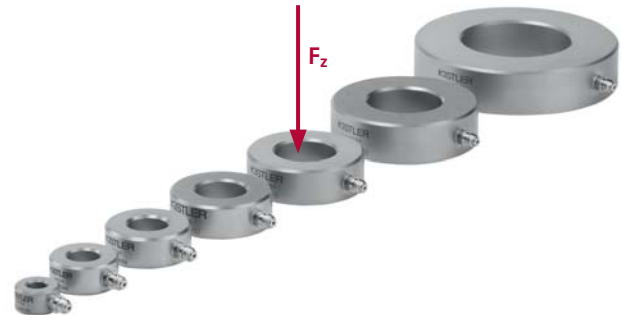
Beschreibung

Messunterlagsscheibe zur Kraftmessung in z-Richtung. Die zu messende Kraft wird durch Deckel und Boden des dicht verschweissten Stahlgehäuses auf die Sensorelemente aus Quarz übertragen. Quarz gibt bei einer mechanischen Belastung eine proportionale elektrische Ladung ab. Die Sensorempfindlichkeit (eine Materialkonstante von Quarz), und damit die Ansprechschwelle, ist bei allen Messunterlagsscheiben praktisch gleich. Dies hat drei einzigartige Vorteile:

- Auch sehr kleine Kräfte können mit einem Sensor mit grossem Messbereich gemessen werden, was eine grosse Überlastsicherheit ergibt
- Ebenso kann ein Sensor mit grossem Messbereich gewählt werden, wenn eine möglichst hohe Steifheit verlangt wird
- Mehrere Sensoren können elektrisch parallel an einen einzigen Ladungsverstärker angeschlossen werden. Die Ausgangsspannung ist dann proportional zur Summe aller wirkenden Kräfte

Anwendung

Für Überwachungsaufgaben werden Kraftsensoren gefordert, die sich problemlos in eine Maschinenstruktur einbauen lassen. Robuste Bauart und Zuverlässigkeit im Dauereinsatz sowie gute Wiederholgenauigkeit der Messwerte sind weitere Merkmale dieser Sensoren. Die Wahl einer bestimmten Baugrösse hängt einerseits vom Einbauplatzverhältnis, andererseits vom Kraftnebenschlussverhältnis des Einbaus ab.



Anwendungsbeispiele

- Überwachung von Einpresskräften bei der Montage, beim Testen, etc.
- Überwachung von Kräften beim Stanzen und Umformen
- Messen von grossen Kräften im Kraftnebenschluss

Sensormontage

Messunterlagsscheiben werden grundsätzlich vorgespannt in einer Einbaustruktur verwendet, 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. Messunterlagsscheiben für den Einsatz in industriellen Applikationen werden unkalibriert geliefert, da sie für Absolutmessungen in jedem Fall vor Ort in der Einbaustruktur kalibriert werden müssen.

Direkte Kraftmessung 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 wenn möglich geschliffen sein (Bild 6). Der Vorspannbolzen bewirkt einen Kraftnebenschluss von $\approx 7 \dots 9\%$ 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 4).

Technische Daten

	Typ	9101A	9102A	9103A	9104A	9105A	9106A	9107A
Messbereich F_z ¹⁾	kN	0 ... 20	0 ... 50	0 ... 100	0 ... 140	0 ... 190	0 ... 330	0 ... 700
Überlast F_z ¹⁾	kN	25	60	120	160	210	360	770
Max. Biegemoment M_x, M_y ²⁾	N·m	21	86	217	380	617	1 326	4 229
Steifheit c_z	kN/ μ m	\approx 1,6	\approx 3,4	\approx 5,4	\approx 6,9	\approx 9,8	\approx 15	\approx 29
Kapazität C	pF	23	37	54	65	64	148	203
Gewicht	g	7	20	36	70	80	157	370
Dimensionen								
d	mm	6,5	10,5	13	17	21	26,5	40,5
D	mm	14,5	22,5	28,5	34,5	40,5	52,5	75,5
H	mm	8	10	11	12	13	15	17

Allgemeine Daten

Empfindlichkeit ¹⁾	pC/N				\approx -4,3			
Linearität einschl. Hysterese ³⁾	% FSO				\leq \pm 1,5			
Ansprechschwelle	N				<0,01			
Isolationswiderstand	Ω				\geq 10 ¹³			
Temperaturkoeffizient der Empfindlichkeit	%/ $^{\circ}$ C				-0,02			
Betriebstemperaturbereich	$^{\circ}$ C				-40 ... 120			
Schutzart nach EN60529 mit angeschlossenem Kabel					IP65			
Schutzart nach EN60529 mit Kabel Typ 1983AD... und angeschweisstem Sensor					IP67			

¹⁾ ohne Vorspannung

²⁾ F_v = Vorspannung = 0,5 · Messbereich; F_z = 0

³⁾ mit einer Vorlast von 20% vom Messbereich

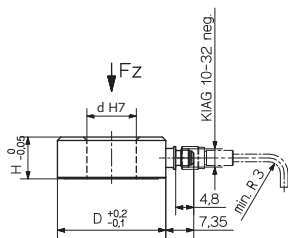


Bild 1: Abmessungen Messunterlagsscheiben Typ 9101A ... 9103A

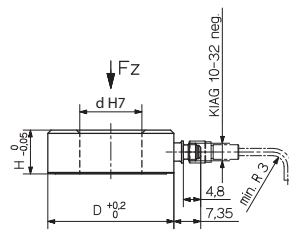


Bild 2: Abmessungen Messunterlagsscheiben Typ 9104A ... 9107A

Wichtig

Beim Vorspannen muss die Kraft mit dem Sensor selbst gemessen werden. Dabei ist die in den technischen Daten angegebene Empfindlichkeit zu verwenden. Da die Vorspannschraube einen Kraftnebenschluss bildet, muss der Sensor nach dem Einbau nochmals kalibriert werden, um die Empfindlichkeit der fertigen Messrichtung zu bestimmen.

Sensormontage mit Vorspannsatz Typ 9422A...

Dieser Vorspannsatz ist nicht im Lieferumfang enthalten und muss separat bestellt werden. Mit ihm kann der Sensor bis zu 30 % seines Bereiches vorgespannt werden. Die Zentrierklammer dient zum Zentrieren des Sensors mit der Schraube (Bild 3 und Tabelle).

Wichtig

Die Vorspannschraube bewirkt einen Kraftnebenschluss. Die Empfindlichkeit ist dann um etwa 8 ... 9 % geringer.

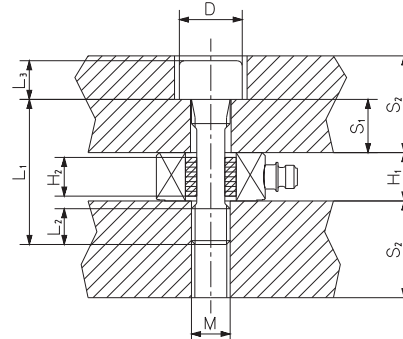


Bild 3: Einbau mit Vorspannsatz Typ 9422A...

9101A_000-108d-02.16

Sensor Typ	Vorspannsatz Typ	Abmessungen									Vorspannung F_v [kN]	Kraftnebenschluss %
		M	D	L_1	L_2	L_3	H_1	H_2	S_1	S_2		
9101A	9422A11	M5x0,8	8,5	20	6,5	6	8	6	4	10	5	≈8
9102A	9422A21	M8x1,25	13	30	10	9	10	8	7	16	10	≈9
9103A	9422A31	M10x1,5	16	35	12	11	11	8	9	20	20	≈9
9104A	9422A41	M12x1,75	18	40	14,3	13	12	8	12	25	30	≈9
9105A	9422A51	M14x2	21	45	16,6	15	13	9	15	30	40	≈9

Sensormontage mit Vorspannsatz Typ 9420A...

Dieser Vorspannsatz ist nicht im Lieferumfang enthalten und muss separat bestellt werden. Für die Sensoren Typ 9101A ... 9107A sind Sätze von besonderen Vorspannelementen erhältlich (Bild 4 und Tabelle). Mit diesen Vorspannbolzen aus hochfestem Stahl kann der Sensor bis zu 50 % seines Bereiches vorgespannt werden. Gleichzeitig sichert er eine optimale Krafteinleitung. Ein Montagesatz besteht aus einem hochfesten Vorspannbolzen aus rostfreiem Stahl, einer Zentrierhülse sowie zwei Isolierscheiben.

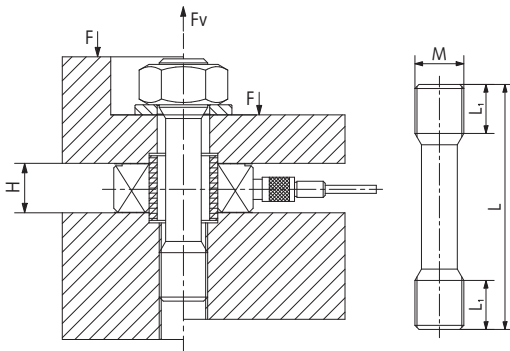


Bild 4: Einbau mit Vorspannsatz Typ 9420A...
(siehe Datenblatt 9420A_000-192)

Druckverteilringe

Auflageflächen müssen eben und steif sein. Können sie nicht feinbearbeitet werden, müssen punktförmige Überlastungen und Beschädigungen der Sensoroberfläche durch Einsetzen eines Druckverteilrings vermieden werden (Bild 5).

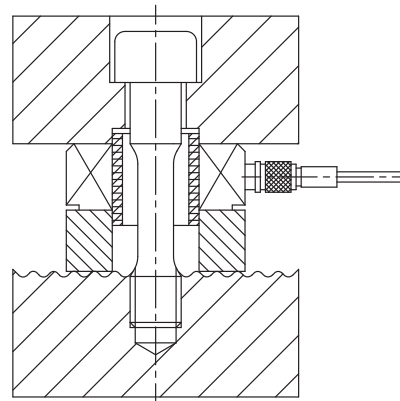


Bild 5: Einbau mit einem Druckverteilring Typ 9515 ... 9545

Sensor Typ	Vorspannsatz Typ	Abmessungen				Vorspannung F_v [kN]	Kraftnebenschluss %
		M	L	L_1	H		
9101A	9420A11	M5x0,5	28	5	8	3 ... 7	≈7
9102A	9420A21	M8x1	40	8	10	7 ... 18	≈8
9103A	9420A31	M10x1	46	10	11	12 ... 30	≈9
9104A	9420A41	M12x1	60	12	12	18 ... 45	≈8
9105A	9420A51	M14x1,5	62	13	13	24 ... 60	≈7
9106A	9420A61	M20x1,5	80	19	15	40 ... 100	≈7
9107A	9420A71	M27x2	102	26	7	80 ... 200	≈7

9101A_000-108d-02.16

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 $F_v + F_z = B/2$ erreicht wird.

Maximal mögliches Biegemoment

Typ	Bereichsendwert B [kN]	max. mögliches Biegemoment $M_{b,max}$ ($F_v + F_z = B/2$) [N·m]
9101A	20	21
9102A	50	86
9103A	100	217
9104A	140	380
9105A	190	617
9106A	330	1 326
9107A	700	4 229

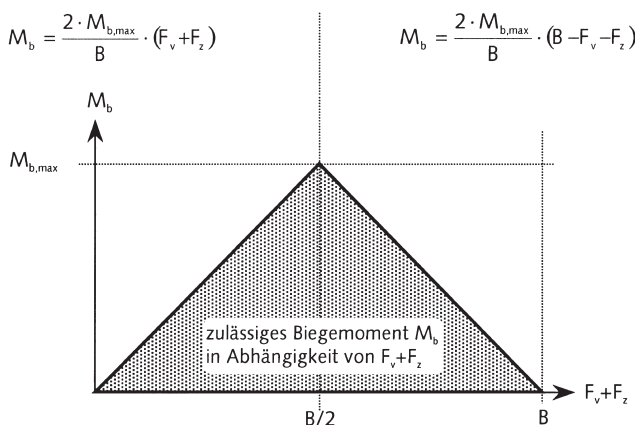
Mit den Tabellenwerten für B und $M_{b,max}$ kann das zulässige, reine Biegemoment in Abhängigkeit der Vorspannkraft F_v und der Prozesskraft F_z wie folgt abgeschätzt werden:

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

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

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

Biegemoment-Diagramm



9101A_000-108d-02.16

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

Eine Messunterlagsscheibe Typ 9103A ist mit $F_v = 30$ kN vorgespannt. Welches Biegemoment kann für Prozesskräfte im Bereich 0 ... 50 kN toleriert werden?

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

$$30 \text{ kN} \leq 50 \text{ kN} \rightarrow (1a) \rightarrow M_{b,zul.} = \frac{2 \cdot 217 \text{ N}\cdot\text{m}}{100 \text{ kN}} \cdot 30 \text{ kN} = 130,2 \text{ N}\cdot\text{m}$$

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

$$80 \text{ kN} \geq 50 \text{ kN} \rightarrow (1b) \rightarrow M_{b,zul.} = \frac{2 \cdot 217 \text{ N}\cdot\text{m}}{100 \text{ kN}} \cdot 20 \text{ kN} = 86,8 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Um einer Überlastung innerhalb des ganzen Kraftmessbereichs vorzubeugen, darf das Biegemoment nicht grösser als 130 N·m sein.

Beispiel 2

Eine Messunterlagsscheibe Typ 9101A ist mit 6 kN vorgespannt. Wie gross ist der Messbereich B bei einem Biegemoment M_b von 4 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 $F_z = -4,09$ kN und
aus (2b) die max. Druckkraft $F_z = 12,10$ kN

Achtung

Seitenkräfte $F_{x,y}$ und/oder ein Drehmoment M_z reduzierenden 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.

Einbau als Kraftnebenschlussmessung

Eingebaut im Kraftnebenschluss, können mit der Messunterlagsscheibe die vielfältigsten Messprobleme gelöst werden. Die Montagefläche muss eben und möglichst fein bearbeitet sein. Der Sensor kann sowohl am Innen- als auch am Außenmantel zentriert werden. Für eine Montage gemäss Bild 6 wird die Messfläche des Sensors mit der Trennfläche der Maschinenstruktur gemeinsam überschleift. Der Sensor darf auf jeder Seite max. je 0,1 mm abgeschliffen werden. Je nach Anwendungen wird der Sensor mit 10 ... 20 % des Messbereichs vorgespannt. Dies geschieht durch Einlegen einer Stahlfolie (wenig µm) auf die Messfläche des Sensors (Bild 6) .

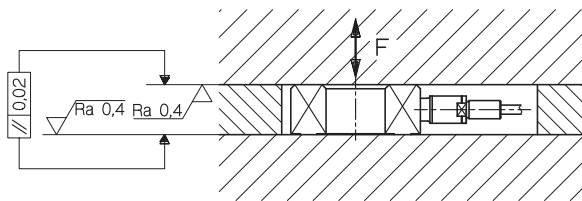
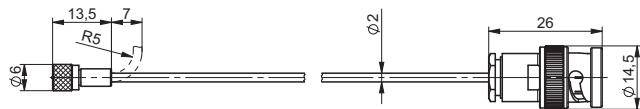


Bild 6: Einbau für Kraftnebenschlussmessung

Anschluss

Als Anschlusskabel für piezoelektrische Sensoren dürfen nur hochisolierende Koaxialkabel mit geringer Kapazität verwendet werden, die beim Bewegen nur eine sehr geringe Reibungselektrizität erzeugen. Im industriellen Umfeld empfehlen wir die Verwendung der im Zubehör aufgeführten Typen. Bei erhöhter Anforderungen in rauer Umgebung wird der industrietaugliche integrierte Kabelstecker KIAG 10-32 mit O-Ring eingesetzt. Bei Bedarf kann der Stecker mit dem Sensorgehäuse dicht verschweisst werden. Bei geringeren Anforderungen kann der normale Kabelstecker 10-32 KIAG mit Rändelmutter verwendet werden

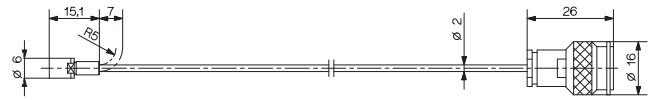
Anschlusskabel für Sensoren mit KIAG 10-32 neg. Anschluss Typ 1631C...



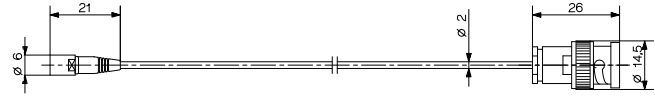
Anschlusskabel für Sensoren mit KIAG 10-32 neg. Anschluss Typ 1939A... (integrierter Kabelstecker für industrielles Umfeld)



Anschlusskabel für Sensoren mit KIAG 10-32 neg. Anschluss Typ 1941A... (integrierter Kabelstecker für industrielles Umfeld)



Anschlusskabel für Sensoren mit KIAG 10-32 neg. Anschluss Typ 1983AD... (integrierter Kabelstecker für industrielles Umfeld)



Weitere Informationen zu den Kabel entnehmen Sie bitte dem Datenblatt 1631C_000-346.

Sensor Typ 910xB	Anschlusskabel Typ 1939A...	maXYmos BL Typ 5867B...
Sensor Typ 910xB	Anschlusskabel Typ 1941A...	Ladungsverstärker Typ 5073A121
Sensor Typ 910xB	Anschlusskabel Typ 1983AD	Ladungsverstärker Typ 5073A111
Sensor Typ 910xB	Anschlusskabel Typ 1631C...	Ladungsverstärker Typ 5073A111

9101A_000-108d-02.16

Mitgeliefertes Zubehör

- keines

Typ/Art.-Nr.

Bestellschlüssel

Typ 910 A

Zubehör (optional)

- Satz Vorspannelemente für Messunterlagsscheiben (siehe Datenblatt 9420A_000-192) 9420A...
- Vorspannschraube für Messunterlagsscheiben 9422A...

Typ/Art.-Nr.

Messunterlagsscheibe 0 ... 20 kN	1
Messunterlagsscheibe 0 ... 50 kN	2
Messunterlagsscheibe 0 ... 100 kN	3
Messunterlagsscheibe 0 ... 140 kN	4
Messunterlagsscheibe 0 ... 190 kN	5
Messunterlagsscheibe 0 ... 330 kN	6
Messunterlagsscheibe 0 ... 700 kN	7

Einbauzubehör

- Kraftmessung mit Messunterlagsscheiben (siehe Datenblatt 9001A_000-182)
- Druckverteilung für Messunterlagsscheiben 95x5 (siehe Datenblatt 9505_000-193)
- Kugelscheibe für Messunterlagsscheiben 95x3 (siehe Datenblatt 9505_000-193)
- Isolierscheibe für Messunterlagsscheiben 95x7 (siehe Datenblatt 9505_000-193)
- Druckkappe für Messunterlagsscheiben 95x9 (siehe Datenblatt 9505_000-193)

Kabel

- Anschluss- und Verlängerungskabel
Datenblatt Kabel für Kraft- und Drehmomentsensoren (1631C_000-346)

9101A_000-108d-02.16