

Piezo Kraftsensoren

Piezelektrische Kraftmessringe für Zug- und Druckkräfte von 7,5 kN bis 1 200 kN

Piezo Kraftsensoren, resp. piezelektrische Kraftmessringe, zur präzisen Messung von Zug- und Druckkräften in höchster Auflösung.

- Zwei kalibrierte Messbereiche
- Linearität einschließlich Hysterese $\leq \pm 0,5 \%$
- Extrem hohe Steifigkeit
- Sehr kompakte Bauform
- Extrem tiefe Ansprechschwelle
- Schutzart: IP68, kabelabhängig
- Keine Alterung, unbegrenzte Lebensdauer

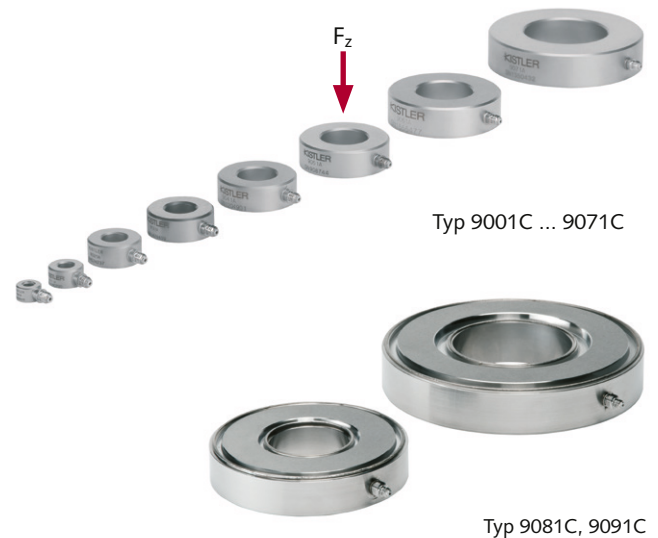
Beschreibung

Die 90x1 Familie ist eine piezelektrische (PE) Sensor-Reihe zur Kraftmessung in z-Richtung. Die zu messende Kraft wird durch Deckel und Boden des dicht verschweißten Stahlgehäuses direkt auf die innenliegenden Sensorelemente aus Quarz übertragen. Quarz gibt bei einer mechanischen Belastung eine proportionale elektrische Ladung ab. Eine herausragende Eigenschaft von Quarz ist eine sehr tiefe Ansprechschwelle und damit eine hohe Sensorempfindlichkeit, die über den gesamten Messbereich extrem linear bleibt. Damit ist das Verhalten in einem bestimmten Messbereich bei allen PE-Sensoren praktisch identisch, unabhängig von ihrer Baugröße.

Dies hat drei einzigartige Vorteile:

- **Überlastsicherheit:** Auch sehr kleine Kräfte können mit einem Sensor mit großem Messbereich gemessen werden.
- **Hohe Steifigkeit:** Um eine möglichst steife Konstruktion zu erreichen, kann auch ein größerer Sensor benutzt werden, ohne dass Einbußen bei der Qualität des Messsignals in Kauf genommen werden müssen.
- **Gruppierung:** Mehrere Sensoren können einfach summiert werden, indem sie elektrisch parallel an einen einzigen Ladungsverstärker angeschlossen werden. Die Ausgangsspannung ist dann proportional zur Summe aller wirkenden Kräfte.

Typen 9001C, 9011C, 9021C,
9031C, 9041C, 9051C,
9061C, 9071C, 9081C,
9091C



Anwendung

Eine robuste Bauart, Zuverlässigkeit sowie gute Wiederholgenauigkeit der Messwerte sind die Hauptmerkmale dieser Kraftsensoren. Je nach Größe der Kraft kann quasistatisch gut über mehrere Minuten oder Stunden gemessen werden, wobei die Stabilität des Nullpunkts maßgebend vom nachgeschalteten Ladungsverstärker bestimmt wird.

Dynamische Messungen (AC-mode, Spitze-zu-Spitze) können hingegen beliebig lange dauern. Die Kraftmessringe haben eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer

Anwendungsbeispiele

- Kräfte in der Montagetechnik
- Kräfte beim Punktschweißen
- Kräfte in Pressen
- Kraftänderungen in Schraubverbindungen bei hoher statischer Vorlast
- Schlag- und Wechselfestigkeit
- Schnitt- und Umformkräfte
- Brems- und Aufprallkräfte

Technische Daten

--> zur Gewährleistung der Spezifikationen sind die Sensoren mit 20% Vorlast zu betreiben und gegenzuprüfen!

Typ		9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C	9081C	9091C
Nennkraft	kN	7,5	15	35	60	90	120	200	400	650	1 200
Kalibriervorlast	kN	1,5	3	7	12	18	24	40	80	130	240
Kalibrierbereich 1	kN	0 ... 6,0	0 ... 12	0 ... 28	0 ... 48	0 ... 72	0 ... 96	0 ... 160	0 ... 320	0 ... 520	0 ... 960
Kalibrierbereich 2	kN	0 ... 0,6	0 ... 1,2	0 ... 2,8	0 ... 4,8	0 ... 7,2	0 ... 9,6	0 ... 16	0 ... 32	0 ... 52	0 ... 96
Grenzkraft	kN	10,5	21	49	84	126	168	280	560	715	1 320
Empfindlichkeit	pC/N	-4,1±0,2	-4,2±0,2	-4,4±0,2						-2,15±0,2	-2,1±0,2
Linearität inkl. Hysterese ¹⁾	%FSO	±0,5									±1
Eigenfrequenz (frei-frei) ²⁾ , calc.	kHz	≥170	≥120	≥75	≥53	≥51	≥42	≥32	≥20	≥14	≥9
Axiale Steifigkeit (calc.)	kN/μm	1,1	1,6	3,3	5,2	7,5	9,8	15,4	27,7	35,7	52,3
Quersteifigkeit (calc.) ³⁾	kN/μm	0,20	0,31	0,74	1,3	1,8	2,4	3,9	7,6	9,2	12,9
Schubsteifigkeit (calc.)	kN/μm	0,26	0,4	0,9	1,5	2,2	2,8	4,6	9,0	11,2	15,7
Torsionssteifigkeit (calc.)	kNm/°	0,13	0,39	2,0	4,9	10	18	47	190	318	1 070
Biegesteifigkeit (calc.)	kNm/°	0,13	0,39	2,02	5,2	11	21	55	217	381	1 311
Zulässiges Biegemoment ⁴⁾ (Mz = 0), calc.	N·m	±5.3	±15	±61	±130	±244	±390	±800	±2 443	± 4 430	±13 260
Max. Abweichung der Empfindlichkeit Tref = 25°C	%/K	-0,01									
Betriebstemperaturbereich	°C	-70 ... 200								-40 ... 100 (für C-Typ)	
Isolationswiderstand (@23 °C)	Ω	≥1*10 ¹⁴							≥1*10 ¹³	≥1*10 ¹²	
Kapazität	pF	14	17	33	52	70	93	149	303	750	890
Steckertyp		KIAG 10-32 neg.									
Schutzart (IEC 60529)	IP	siehe Tabelle Seite 9									
Sensormaterial											
Platten		1,4821									1,4460
Mäntel		1,4542									1,4057
ewicht	g	3	7	20	36	70	80	157	370	910	2 180

¹⁾ Bandbreite bezogen auf die Kalibrierbereiche

²⁾ Im nicht eingebauten Zustand (nicht vorgespannt), Eigenfrequenz wird durch die Einbauverhältnisse reduziert

³⁾ Widerstand des Sensors gegen Scher- und Biegeverformung. (Theoretische) Annahme: Der Sensor ist an der Unterseite fixiert, die Scherkraft wirkt an der Oberseite, so dass die Hebellänge gleich der gesamten Sensorhöhe ist.

⁴⁾ Mit einer Vorspannung von 50 % der **Nennkraft**

Abmessungen Typ 9001C ... 9071C

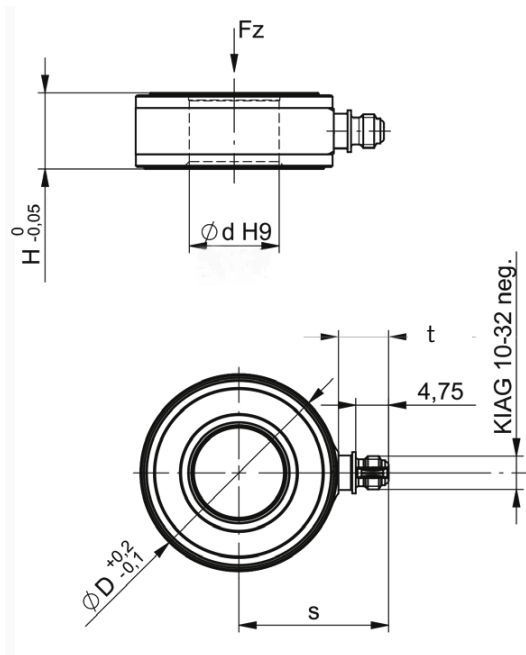


Abb. 1: Abmessungen Typ 9001C ... 9071C

Abmessungen

Type	d	D	H	s	t
9001C	4,1	10,3	6,5	12,75	7,25
9011C	6,5	14,5	8	14,85	7,25
9021C	10,5	22,5	10	18,6	7,25
9031C	13	28,5	11	21,65	7,25
9041C	17	34,5	12	24,65	7,25
9051C	21	40,5	13	27,65	7,25
9061C	26,5	52,5	15	33,65	7,25
9071C	40,5	77,25	17	45	6,75

Abmessungen Typ 9081C und 9091C

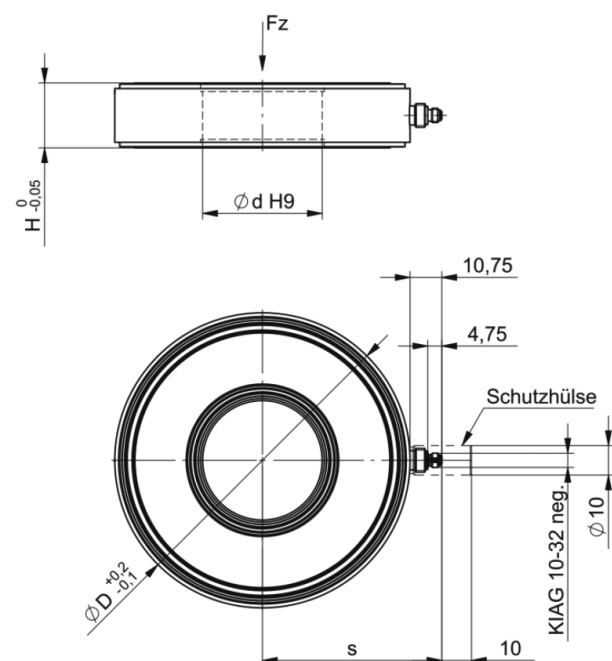


Abb. 2: Abmessungen Typ 9081C und 9091C

Abmessungen

Typ	d	D	H	s
9081C	40,5	100	22	60,75
9091C	72	145	28	83,25

90X1C_003-421d-04.25

Vorspannung

Piezoelektrische Kraftsensoren werden immer vorgespannt in einer Einbaustruktur verwendet. Generell wird eine Vorspannkraft von mindestens 20 % der Nennkraft empfohlen. Damit erhält man den empfohlenen, effektiven Messbereich und die konstruktionsbedingten Nichtlinearitäten im untersten Lastbereich werden eliminiert.

Gründe für die Vorspannung:

- Höchstmaß an Linearität und Stabilität des Messsignals.
- Messung von Zug- und Druckkräften, je nach Größe der Vorspannung (s.Bild)
- Ausnutzung der hohen Sensorsteifigkeit für einen großen Frequenzbereich
- Ideale Kraftverteilung

Die Vorspannung muß so gewählt werden, dass die Summe von Vorspannkraft (F_v) und auftretender Prozeßkraft ($\pm F_z$) jederzeit innerhalb des Messbereichs des Sensors liegt (s. Grafik). Sofern es prozeßtechnisch möglich ist, sollte die durchschnittliche Belastung des Sensors bei 50 % der Nennkraft liegen. An diesem Arbeitspunkt ist die Toleranz gegenüber Biegemomenten am größten (s.u. „Biegemomente“).

Beim Vorspannen muß die Kraft mit dem Sensor selbst gemessen werden. Dabei ist die in den technischen Daten angegebene Empfindlichkeit zu verwenden. Die Montageflächen müssen eben, steif und wenn möglich geschliffen sein. Ein Montagekit Typ 9422A ist im Lieferumfang enthalten.

Sensormontage

Die Kraftsensoren Typ 90x1C müssen grundsätzlich auf planen, steifen und parallelen Ebenen unter Vorspannung eingebaut werden, wobei die Kraft gleichmäßig verteilt sein sollte. Um das für verschiedenste Anwendung gewährleisten zu können, bietet Kistler ein umfangreiches Sortiment an Einbauzubehör an.

Kraftmessdosen/Kraftaufnehmer

Die Messunterlagsscheiben Typen 9001C ... 9071C sind auch einbaufertig als bereits kalibrierte Kraftmessdosen erhältlich (Typen 9301C ... 9371C). Sie sind ideal zum Messen von Druck- und Zugkräften und eine Neukalibrierung nach der Montage ist nicht mehr nötig.

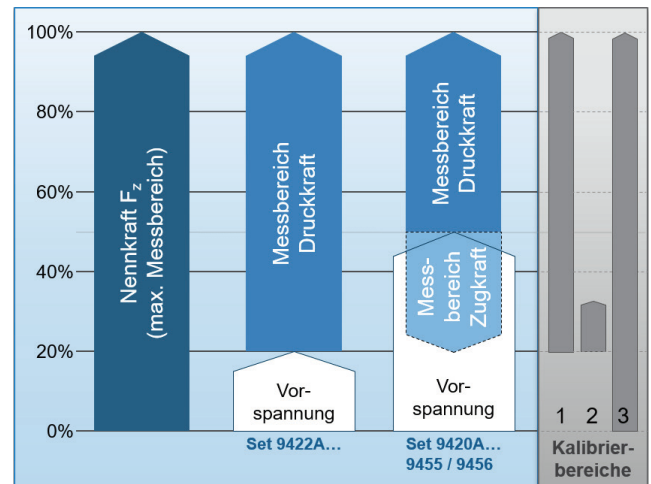


Abb. 3: Mess- und Kalibrierbereiche

Kalibrierung und Messbereiche

Die zu erwartenden Fehlerabweichungen eines Sensors sind direkt abhängig von der Größe des Messbereichs und der Wahl des Arbeitspunktes. Je kleiner der Messbereich, desto besser die Linearität und Hysterese. Typischerweise wird ein Sensor mit 20 % der Nennkraft vorbelastet, was die Qualität des Sensors deutlich verbessert. Die Sensoren der 90x1 Reihe werden je nach Größe in 2 unterschiedlichen Bereichen kalibriert (s.Grafik).

Messung direkt im Kraftfluss oder als Kraftnebenschluss

Piezoelektrische Kraftsensoren werden entweder direkt im Kraftfluss oder im Kraftnebenschluss, eingebettet in eine Maschinenstruktur, eingesetzt.

Direkte Kraftmessungen erreichen die höchste Genauigkeit und Auflösung, da der größte Teil der Prozesskraft direkt durch den Sensor fließt. Bei Kraftnebenschlussmessungen hingegen werden die Sensoren nur mit einem Bruchteil der Prozesskraft belastet und erreichen wesentlich höhere Messbereiche, allerdings bei reduzierter Empfindlichkeit.

Eine detaillierte Betriebsanleitung mit weiterführenden Erklärungen zu Einbau, Dimensionierung und Verkabelung befindet sich im Downloadbereich unserer Homepage www.kistler.com.

Biegemoment

Biegemomente M_B ($M_x + M_y$) erhöhen die Spannung auf einer Seite des Sensors und verringern sie auf der anderen Seite. Dadurch entsteht eine ungleichmässige Verteilung der Axialkraft auf den Sensor, was bei einem übermässigen Biegemoment eine Verfälschung der Messergebnisse zur Folge hat. Im Extremfall kann dies zu einer einseitigen Überbelastung des Sensors oder zum Verlust des Reibschlusses führen, was dessen Zerstörung oder ein Verrutschen der Struktur bedeutet. Letztlich hängt es von der Axialkraft F_z ab, welcher der beiden Fälle bei einer unzulässig hohen Biegung zuerst eintritt.

Maximal mögliches Biegemoment

Typ	Grenzkraft F_z [kN]	max. Biegemoment M_B [N·m]
9001C...	7,5	5,3
9011C...	15	15
9021C...	35	61
9031C...	60	130
9041C...	90	244
9051C...	120	390
9061C...	200	800
9071C...	400	2 443
9081C...	650	4 430
9091C...	1 200	13 260

Wir verwenden eine normierte Formel zur Berechnung des zulässigen Biegemoments:

$$M_B[\%] \leq 100\% - 2x |50\% - F_z[\%]|$$

F_z ist die gesamte Axialkraft auf den Sensor, also die Summe aus der Vorspannung F_V und der Prozesskraft F_P .

Biegemomentkurve

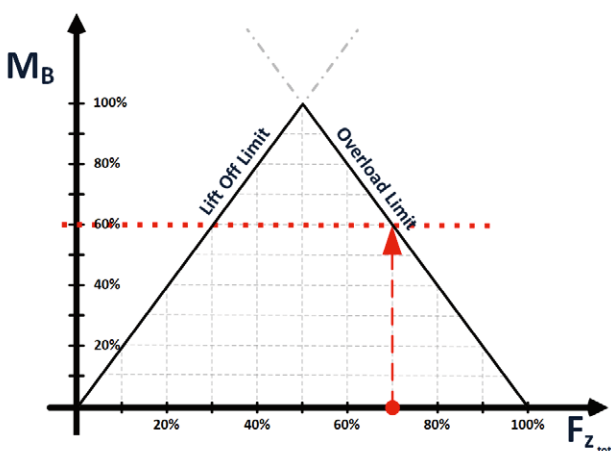


Abb. 4: Biegemoment in Abhängigkeit der Axialkraft F_z

Beispiel

Ein Kraftmessring Typ 9031C... wird mit $F_V = 17$ kN vorbelastet. Wie hoch ist das zulässige Biegemoment bei Prozesskräften im Bereich $F_P = 0 \dots 20$ kN?

$$F_V[\%] = \frac{17 \text{ kN}}{60 \text{ kN}} = 28\%$$

$$F_P[\%] = \frac{0 \text{ kN}}{60 \text{ kN}} \dots \frac{20 \text{ kN}}{60 \text{ kN}} = 0 \dots 33\%$$

$$F_z[\%] = F_V[\%] + F_P[\%] = 28 \dots 61\%$$

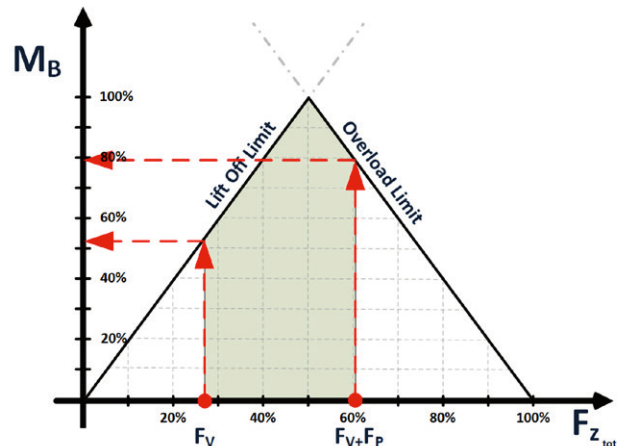


Abb. 5: max. Biegemoment in Abhängigkeit von Vorlast und Prozesskraft

$$M_B[28\%] = 100\% - 2x |50\% - 28\%| = 56\% \cong 72,8 \text{ Nm}$$

$$M_B[61\%] = 100\% - 2x |50\% - 61\%| = 78\% \cong 101,4 \text{ Nm}$$

Das zulässige Biegemoment ist abhängig von der aufgebrauchten Gesamtkraft F_z und erreicht sein absolutes Maximum bei 30 kN, der halben axialen Nennkraft. Im vorliegenden Fall wäre das bei einer Prozesskraft von 13 kN der Fall ($17 \text{ kN} + 13 \text{ kN} = 30 \text{ kN}$).

Wenn der Kraftverlauf im Prozess nicht bekannt ist, wird der niedrigste Wert als Referenz definiert: 72,8 Nm.

Achtung

Quer- respektive Scherkräfte $F_{x,y}$ und/oder ein Drehmoment M_z reduzieren den Messbereich zusätzlich. Falls Querlasten oder Drehmomente angenommen werden müssen und die Sicherheitsmargen bezüglich Biegemoment eher gering sind, setzen Sie sich vorgängig mit unserem Vertrieb vor Ort in Verbindung.

Zugkräfte

Zugkräfte sind nur applizierbar, solange die Vorlast höher ist als die negative Kraft: Sie reduzieren die (Vor-)Last auf den Sensor, was piezoelektrisch messbar ist.

90X1C_003-421d-04.25

Vorspannsatz Typ 9420Ax1

Der Vorspannsatz 9420Ax1 kann verwendet werden, um Druck- und Zugkräfte in einer Applikation zu messen. Das Set mit Zentrierhülse (1) und hochfestem Vorspannbolzen (2) lässt eine Vorspannung von bis zu 50 % zu und ist für einen möglichst geringen Kraftnebenschluss und eine ideale Zentrierung konzipiert. Gleichzeitig sichert er eine optimale Krafteinleitung. Mit den beigelegten Isolierscheiben (5) kann der ganze Sensor elektrisch neutral verbaut werden.

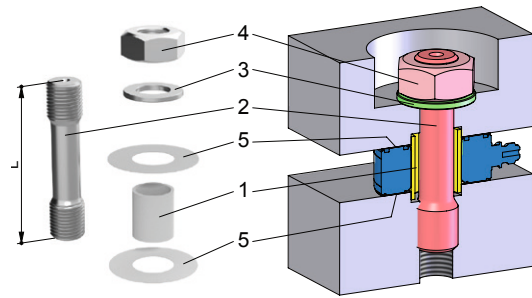


Abb. 6: Einbau Vorspannsatz Typ 9420Ax1

- 3) Unterlagscheibe
- 4) Sechskantmutter

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Vorspannsatz	Typ	9420A01	9420A11	9420A21	9420A31	9420A41	9420A51	9420A61	9420A71
Kraftnebenschluss	%	≈10	≈7	≈8	≈9	≈8	≈7	≈7	≈7
Gewinde		M4x0,5	M5x0,5	M8x1	M10x1	M12x1	M14x1,5	M20x1,5	M27x2

Vorspannschraube Typ 9422Ax1

Kunden, die nur positive Kräfte in Fz Richtung (Druckkräfte) messen, benötigen eine geringere Vorlast. Für sie bietet sich das Set 9422Ax1 bestehend aus Vorspannschraube (1) und Zentrierklammer (2) an. Die Schraube kann bis zu 30 % des Nennbereichs vorbelastet werden. Weiteres Zubehör wie z.B. Isolierscheiben können wenn nötig separat geordert werden.

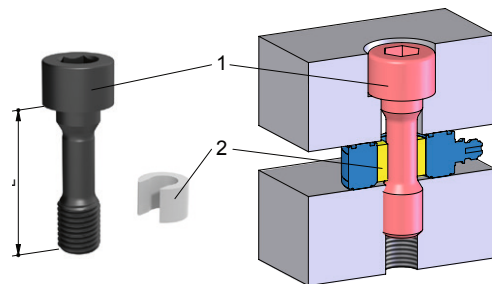


Abb. 7: Einbau Vorspannschraube Typ 9422Ax1

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Vorspannsatz	Typ	9422A01	9422A11	9422A21	9422A31	9422A41	9422A51	–	–
Kraftnebenschluss	%	≈7	≈8	≈9	≈9	≈9	≈9		
Gewinde		M3x0,5	M5x0,8	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M14x2		

Vorspannsatz Typ 9455S und Typ 9456S

Mit den Vorspannelementen des Typs 9455S und 9456S können Vorspannkräfte bis zu 730 kN ohne den Einsatz zusätzlicher Werkzeuge erreicht werden.

	Typ	9081C	9091C
Vorspannsatz	Typ	9455S	9456S
Kraftnebenschluss	%	≈9	≈9
Gewinde		M40x2,0	M64x3,0

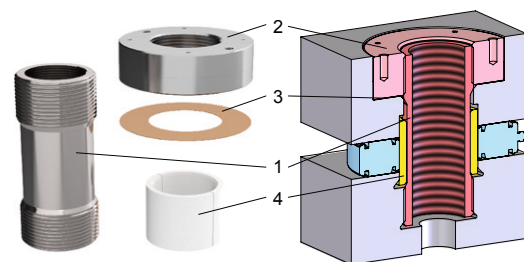


Abb. 8: Einbau Vorspannsatz Typ 9455S/9456S

Zubehör

Druckverteilung Typ 95x5

Auflageflächen müssen ebenso plan und steif sein wie die Kontaktflächen des Sensors selbst. Falls sie nicht feinbearbeitet werden können, müssen örtliche Überlastungen und Beschädigungen der Sensoroberfläche durch Einsetzen eines Druckverteilrings (1) vermieden werden.

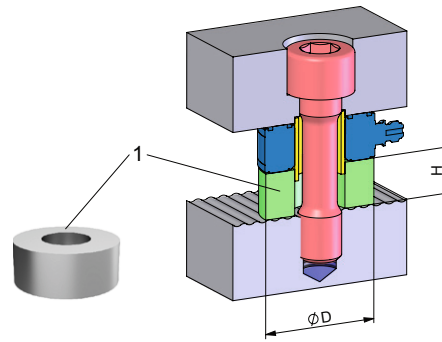


Abb. 9: Einbau Druckverteilung Typ 95x5

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Druckverteilung	Typ	9505	9515	9525	9535	9545	9555	9565	9575
D	mm	10	14	22	28	34	40	52	75
H	mm	6	8	10	11	12	13	15	17

Druckkappe Typ 95x9

Die zu messende Kraft muß gleichmäßig auf die Messunterlagsscheibe verteilt werden. Wenn ein punktförmig konzentrierter Kraftangriff nicht vermieden werden kann, sorgt eine auf den Sensor abgestimmte Druckkappe (1) für eine ideale Kraftverteilung.

- 2) Zentrierzapfen
- 3) Zylinderschraube

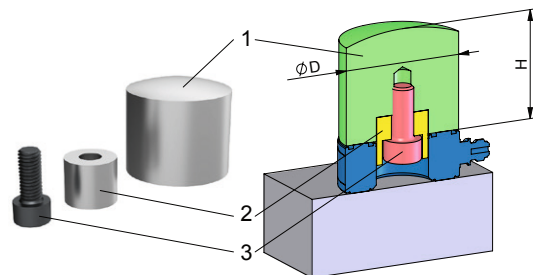


Abb. 10: Einbau Druckkappe Typ 95x9

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Druckkappe	Typ	9509	9519	9529	9539	9549	9559	9569	9579
D	mm	10	14	22	28	34	40	52	75
H	mm	10	15	20	25	30	40	50	60

Kugelscheibe Typ 95x3

Können keine genau parallelen Flächen bereitgestellt werden, muß eine Kugelscheibe (1) zum Ausgleich verwendet werden. Es bleibt aber die Voraussetzung bestehen, dass die Auflagefläche fein bearbeitet und eben sein muß.

H* = Höhe bei 0° Parallelität

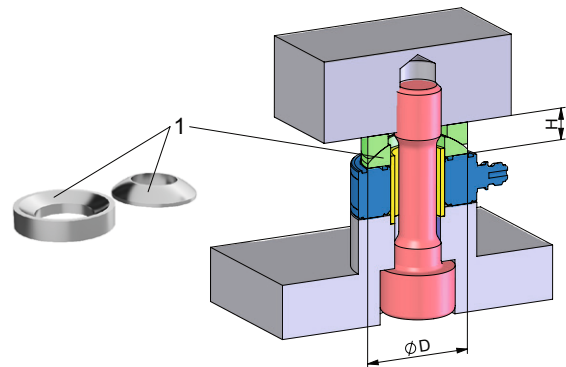


Abb. 11: Einbau Kugelscheibe Typ 95x3

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Kugelscheibe	Typ	–	9513	9523	9533	9543	9553	9563	9573
D	mm		12	21	24	30	36	52	75
H	mm		4	6	7	8	10	14	20

Isolierscheiben Typ 95x7

Bei Störungen durch Erdschleifen oder unterschiedlichem elektrischen Potential zwischen Messobjekt und Verstärker, muß der Sensor isoliert eingebaut werden. Die Isolierscheiben-Sets sorgen für eine saubere Potentialtrennung. Für eine einwandfreie Funktion sollten die Isolierscheiben nur einmal verwendet werden und nur auf fein bearbeiteten Auflageflächen zum Einsatz kommen.



Abb. 12: Isolierscheiben Typ 95x7

Achtung

Diese Isolierscheiben mit Kragen können nur dort eingesetzt werden, wo keine durchgehende Zentrierbuchse eingebaut ist.

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Isolierscheibe	Typ	–	9517	9527	9537	9547	9557	9567	9577
D	mm		14	22	28	34	40	52	75
H	mm		1,125						

90X1C_003-421d-04.25

Messkette

Messen

Verbinden

Verstärken



Abb. 13: Messkette

Verbindungskabel

Alle Sensoren des Typs 9001 ... 9091 verfügen über einen KIAG 10-32 neg. Anschluß und sind entsprechend mit allen Kabelstecker KIAG 10-32 pos. kompatibel. Als Anschlußkabel für piezoelektrische Sensoren dürfen ausschließlich hochisolierende Koaxialkabel mit geringer Kapazität verwendet werden, die beim Bewegen nur eine sehr geringe Reibungselektrizität erzeugen. Kistler verwendet hier Kabel aus hochwertigem PFA oder öldichtem FPM.

Die IP-Schutzklasse nach EN60529 ist sensorseitig grundsätzlich vom verwendeten Stecker abhängig. Für IP65 wird der normale Kabelstecker 10-32 KIAG mit Rändelmutter verwendet, bei erhöhten Anforderungen in rauer Umgebung kommt die industrietaugliche Version 10-32 KIAG pos. int. zum Einsatz, die bei Bedarf mit dem Sensorgehäuse dicht verschweißt werden kann und IP68 erreicht.

Kompatibilitäten von Kabeln und Ladungsverstärkern

Kabel	Kabeleigenschaften	Länge [m]		Temp. Bereich	IEC/EN 60529	Stecker Sensor	Stecker Verstärker	IEC/EN 60529	kanäle											
		min	max						Industrie Verstärker					Labor Verstärker					DAQ	
									5030A	5039A	5075A...	5074A...	5077B...	5015A...	5018A...	5080A...	5165A...	5167A...		KIDAQ
1631C...	PFA	0,1	100	-55...200°C	Stecker geschraubt IP65	KIAG 10-32 pos.	BNC pos.	IP40	IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1641B...	PFA	0,1	100			KIAG 10-32 pos. 90°	BNC pos.		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1633C...	PFA	0,1	50			KIAG 10-32 pos.	TNC pos.		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1635C...	PFA	0,1	15			KIAG 10-32 pos.	KIAG 10-32 pos.		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1957A...	PFA mit Stahlgeflecht	0,1	10			KIAG 10-32 pos.	KIAG 10-32 pos.		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1900A23A12..	PFA hochflexibel, schleppkettentauglich	0,3	20	-40...200°C	Stecker geschraubt IP67	KIAG 10-32 pos. 6kt	BNC pos.	IP40	IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1900A23A11..	PFA hochflexibel, schleppkettentauglich	0,3	20			KIAG 10-32 pos. 6kt	KIAG 10-32 pos. 6kt		IP67	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1900A21A12...	FPM mit flexiblem Metallschlauch	0,4	20			KIAG 10-32 pos. 6kt	BNC pos.		IP40	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1900A21A11...	FPM mit flexiblem Metallschlauch	0,4	20	-20...200°C	Stecker geschraubt IP67	KIAG 10-32 pos. 6kt	KIAG 10-32 pos. 6kt	IP67	IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1983AD...	FPM	0,1	20			KIAG 10-32 pos. 6kt	KIAG 10-32 pos. 6kt		IP67	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1983AD...	FPM	0,1	20			KIAG 10-32 pos. int.	BNC pos.		IP40	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1939A...	PFA	0,1	20	-55...200°C	Stecker verschweisst ¹ IP67	KIAG 10-32 pos. int.	BNC pos.	IP40	IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1941A...	PFA	0,1	20			KIAG 10-32 pos. int.	TNC pos.		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1969A...	PFA mit Stahlgeflecht	0,5	10			KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos. int. ²		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1967A...	PFA mit Stahlgeflecht, isoliert	0,5	10			KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos. int. ²		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1983AC...	FPM	0,1	5			KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos. int. ²		IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52
1700A29	Winkeladapter 90°			-55...200°C	IP65	KIAG 10-32 pos.	KIAG 10-32 pos.	IP65	IP65	1	1-4	1-4	IP67	IP53	IP20	IP40	IP40	IP20	IP20	4, ... 52

¹ geschraubt: IP65

² verschweisst: IP67

90X1C_003-421d-04.25

Ladungsverstärker

Ausschlaggebend für die Wahl des richtigen Ladungsverstärkers zur entsprechenden Applikation sind verschiedene Kriterien. Zu den wichtigsten gehören die Anzahl Kanäle, der Messbereich, die Messart oder der Frequenzbereich. An dieser

Stelle wird lediglich eine tabellarische Zusammenfassung dargestellt um eine Übersicht zu geben. Detailliertere Angaben und Erklärungen stehen im Produktkatalog Kraft oder in den jeweiligen Datenblättern auf www.kistler.com zur Verfügung.

Digitale Laborverstärker: LabAmp

Neueste Generation universeller Labor-Ladungsverstärker; mit integrierter Datenerfassung für dynamische oder quasi-statische Messungen; Netzwerkfähig mit Web-Interface.



Abb. 14: LabAmp Typ 5165A und Typ 5167A

Analoge Laborverstärker: Typ 5015A, 5018A und 5080A

Die bewährten analogen Ladungsverstärker für Labor und Forschung. Mit sehr breitem Messbereich und hoher Flexibilität (Type 5080A).



Abb. 15: Labor-Ladungsverstärker Typ 5015A und Typ 5080A

Industrielle Verstärker

Größen- und Funktionsoptimierte Verstärker für den Dauereinsatz im Alltag. Busfähig und teilweise mit weiteren Funktionen. (Bewertung von Kraftverläufen, etc.)



Abb. 16: Industrieverstärker Typ 5073A und 5074A (v.l.) Rechts der maXYmos BL Typ 5867B...

Mitgeliefertes Zubehör

- Spezienschmierfett **Typ** 1063
- Vorspannschraube für Vorspannung **Typ** 9422A01
zur Druckkraftmessung, inkl. Zentrierklammer (nur bei Sensoren **Typ** 9001C ... 9051C) ... 9422A51

Zubehör (optional)

- Vorspannelement für Vorspannung **Typ** 9420A01
zur Messung von Zug- und Druckkräften inkl. Einbauszubehör ... 9420A71
- Vorspannelemente für Big Force Sensoren **Typ** 9455S, 9456S
Typ 9081C und 9091C

Einbauszubehör für Piezo Kraftsensoren (optional)

- Druckverteilring 95x5
- Kugelscheibe 95x3
- Isolierscheibe 95x7
- Druckkappe 95x9

Kabel (optional)

- Anschluss- und Verlängerungskabel gemäss Datenblatt der Kabel für Kraft- und Drehmomentsensoren

Bestellschlüssel

Piezo-Kraftsensor

Bereich 0 ... 7,5 kN	01
Bereich 0 ... 15 kN	11
Bereich 0 ... 35 kN	21
Bereich 0 ... 60 kN	31
Bereich 0 ... 90 kN	41
Bereich 0 ... 120 kN	51
Bereich 0 ... 200 kN	61
Bereich 0 ... 400 kN	71
Bereich 0 ... 650 kN	81
Bereich 0 ... 1 200 kN	91

Typ 90 C

