

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
- Betriebstemperaturbereich $-70 \dots 200^\circ\text{C}$
- Keine Alterung, unbegrenzte Lebensdauer

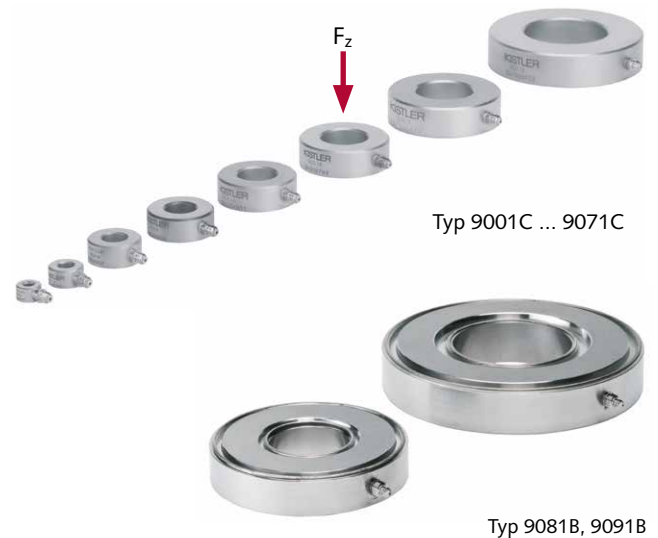
Beschreibung

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, 9081B, 9091B



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 Wechselfestigkeitskräfte
- Schnitt- und Umformkräfte
- Brems- und Aufprallkräfte

Technische Daten

Typ		9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C	9081B	9091B
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		
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
Kalibrierbereich 3	kN									0 ... 650	0 ... 1 200
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.)	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
Biegemomentempfindlichkeit Zulässiges Biegemoment ³⁾ (Mz = 0), calc.	N·m	±5.3	±15	±61	±130	±244	±390	±800	± 2 443	±4 430	±13 260
Temperaturempfindlichkeit Empfindlichkeitsänderung (-70°C ... 200°C, Tref = 25°C)	%	±2,5									
Betriebstemperaturbereich Sensor	°C	-70 ... 200								-40 ... 120	
Isolationswiderstand bei Raumtemperatur (@23 °C)	Ω	≥1*10 ¹⁴						≥1*10 ¹³		≥1*10 ¹²	
Kapazität Sensor	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	
Gewicht Sensor	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⁾ Mit einer Vorspannung von 50 % der **Nennkraft**

Abmessungen Typ 9001C ... 9071C

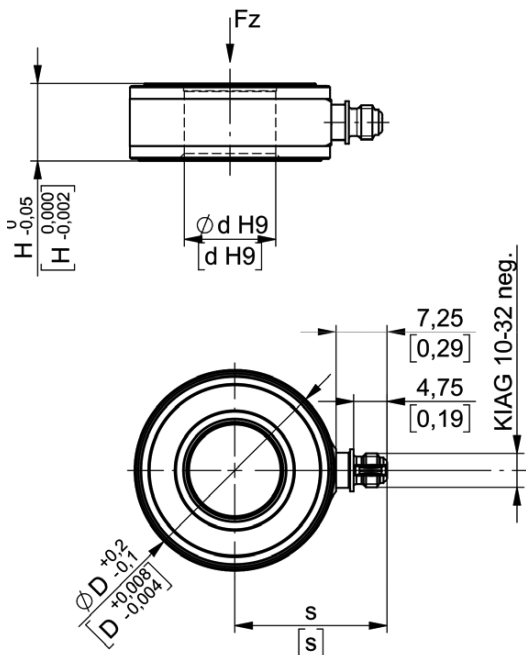


Abb. 1: Abmessungen Typ 9001C ... 9071C

Abmessungen

Typ	d	D	H	s
9001C	4,1	10,3	6,5	12,75
9011C	6,5	14,5	8	14,85
9021C	10,5	22,5	10	18,6
9031C	13	28,5	11	21,65
9041C	17	34,5	12	24,65
9051C	21	40,5	13	27,65
9061C	26,5	52,5	15	33,65
9071C	40,5	77,2	17	45

Abmessungen Typ 9081B und 9091B

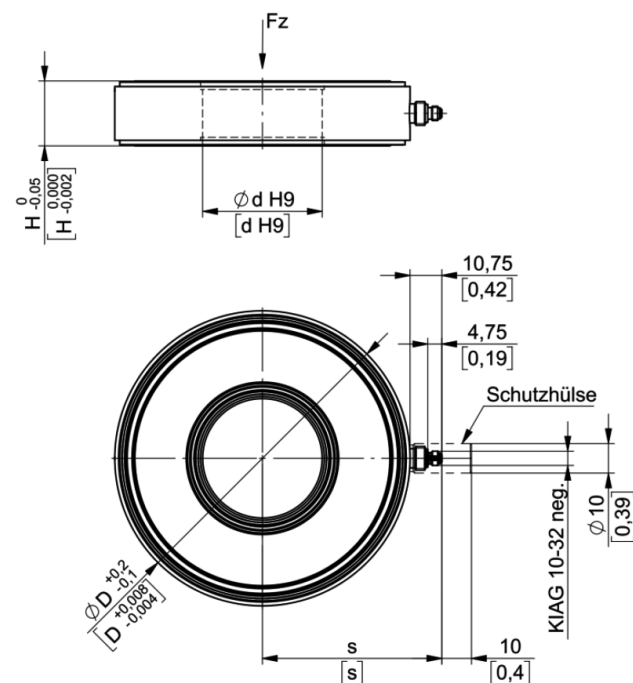


Abb. 2: Abmessungen Typ 9081B und 9091B

Abmessungen

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

9001C_003-421d-08.20

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.

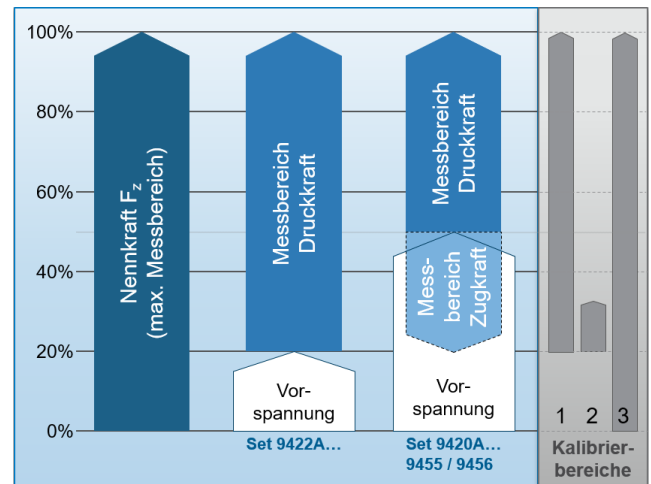


Abb. 3: Mess- und Kalibrierbereiche

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).

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

Messung direkt im Kraftfluss oder als Kraftnebenschluss

Kraftmessringe kommen entweder direkt im Kraftfluss eines aufgetrennten Bauteils oder im Kraftnebenschluss, eingebettet in einer Maschinenstruktur, zum Einsatz. Während bei direkter Kraftmessung der größte Teil der Prozesskraft durch den Sensor fließt, wird dieser bei Kraftnebenschlussmessungen nur mit einem geringen Teil der Prozeßkraft belastet.

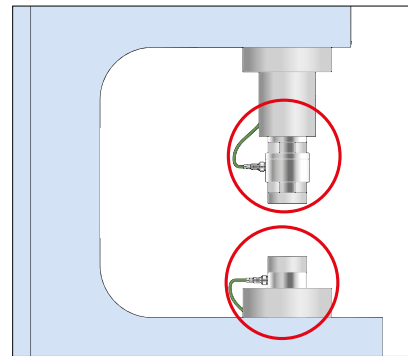


Abb. 4: Direkt im Kraftfluss

Eingebaut im Kraftnebenschluss, können mit den Piezo Kraftsensoren die vielfältigsten Messprobleme gelöst werden. Durch diesen Aufbau ist es möglich Prozeßkräfte zu messen, welche die angegebene Nennlast um ein Vielfaches überschreiten, da nur noch ein Teil der Kraft durch den Sensor selbst geführt wird. Damit kann der Messbereich markant erweitert werden, allerdings bei reduzierter Empfindlichkeit und somit geringerer Genauigkeit der Messung. Die Einbauvorschriften bleiben grundsätzlich dieselben wie im direkten Kraftfluss, allerdings müssen die Höhentoleranzen sehr genau eingehalten werden. Zudem muß der Sensor im eingebauten Zustand zwingend kalibriert werden!

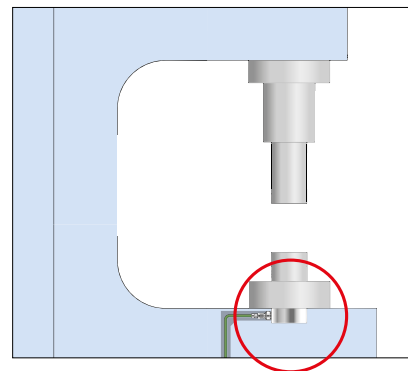


Abb. 5: Kraftnebenschluss

Biegemoment, Torsionsmoment, Scherkraft

Scherkräfte $F_{x,y}$, Biegemomente $M_{x,y}$ und Torsionsmomente M_z reduzieren durch die zusätzliche Belastung den Messbereich des Sensors deutlich und führen im ungünstigsten Fall zu dessen Zerstörung.

Oft können diese Kräfte nicht vollständig vermieden werden, weshalb sie bei der Auslegung des Messaufbaus zwingend berücksichtigt werden müssen.

Torsion und Scherung sind etwas weniger kritisch: Je höher die Druckkraft F_z , desto mehr Scher- und Torsionskraft können kompensiert werden, üblicherweise in einem Verhältnis 10:1. Bei Falschauslegung liefert der Sensor unkorrekte Messwerte. Das Biegemoment jedoch führt zu einer einseitigen Zusatzbelastung des Sensors. Dadurch kann er bereits im normalen Messbereich von F_z beschädigt werden.

Das höchste zulässige Biegemoment wird genau bei der Hälfte der Nennbelastung erreicht.

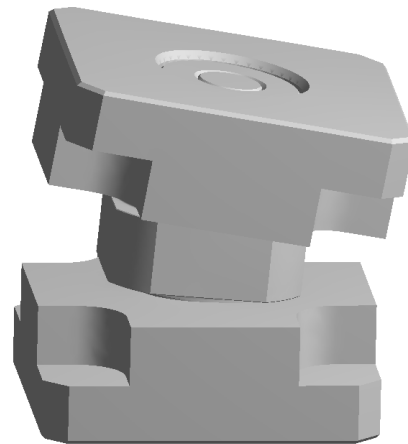


Abb. 6: Biegemoment

Achtung:

Für genauere Angaben und Berechnungsbeispiele konsultieren Sie bitte die Betriebsanleitung des entsprechenden Sensors auf unserer Homepage www.kistler.com.

9001C_003-421d-08.20

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.

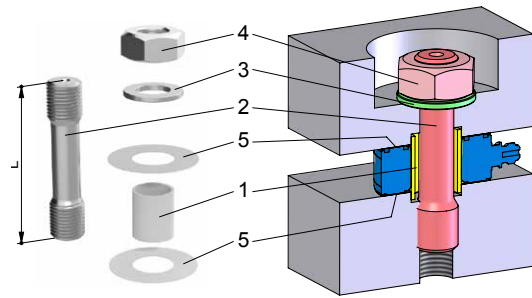


Abb. 7: Einbau Vorspannsatz Typ 9420Ax1

- 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.

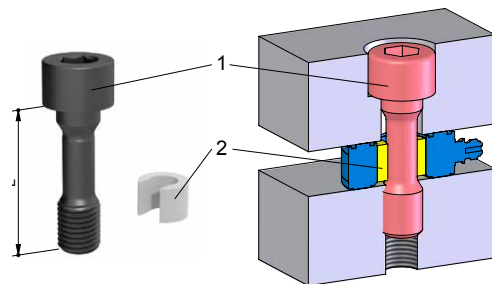


Abb. 8: Einbau Vorspannschraube Typ 9422Ax1

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Vorspannsatz	Typ	9422...	9422...	9422...	9422...	9422...	9422...	-	-
Kraftnebenschluss	%	≈7	≈8	≈9	≈9	≈9	≈9		
Gewinde		M3x0,5	M5x0,8	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M14x2		

Vorspannsatz Typ 9455 und Typ 9456

Mit den Vorspannelementen des Typs 9455 und 9456 erlauben eine Vorspannkraft von 400 kN (Typ 9081B) respektive 600 kN (Typ 9091B). So hohe Kräfte werden üblicherweise hydraulisch aufgebracht und können bei Bedarf als Dienstleistung im Stammwerk Winterthur, Schweiz durchgeführt werden.

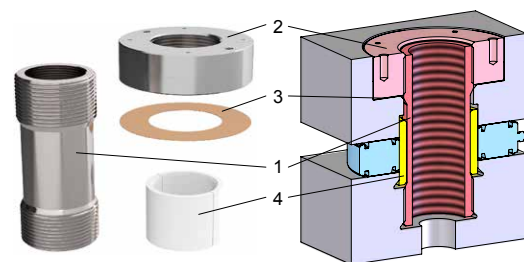


Abb. 9: Einbau Vorspannsatz Typ 9455/9456

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

9001C_003-421d-08.20

Zubehör

Druckverteilring 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.

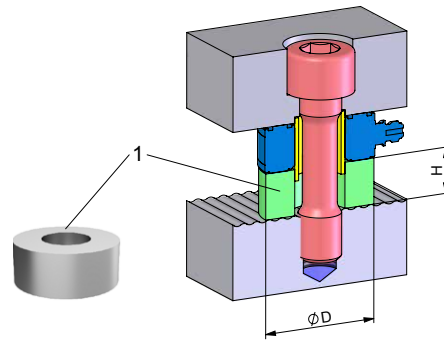


Abb. 10: Einbau Druckverteilring Typ 95x5

	Typ	9001C	9011C	9021C	9031C	9041C	9051C	9061C	9071C
Druckverteilring	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

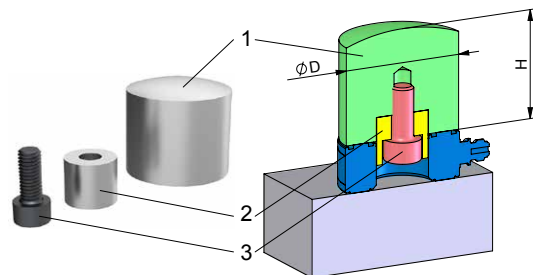


Abb. 11: Einbau Druckkappe Typ 95x9

	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

9001C_003-421d-08.20

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

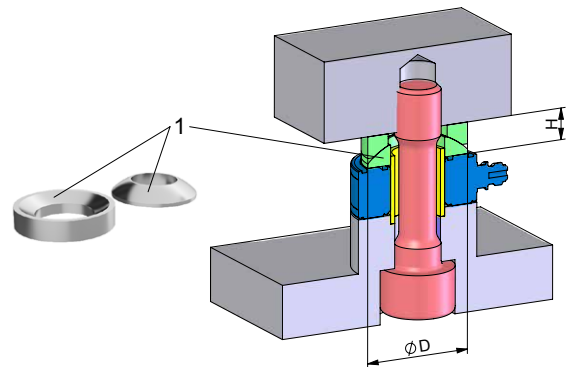


Abb. 12: Einbau Kugelscheibe Typ 95x3

	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. 13: 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						

Messkette

Messen

Verbinden

Verstärken



Abb. 14: 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	5073A...	5074A...	5077B...	5015A...	5018A...	5080A...	5165A...	5167A...		4, ... 5	
1631C...	PFA	0.1	100	-55...200°C	Stecker geschraubt IP65	KIAG 10-32 pos.	BNC pos.	IP40	IP65	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
1641B...	PFA	0.1	100			KIAG 10-32 pos. 90°	BNC pos.		IP65	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1633C...	PFA	0.1	50			KIAG 10-32 pos.	TNC pos.		IP65	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1635C...	PFA	0.1	15			KIAG 10-32 pos.	KIAG 10-32 pos.		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
1957A...	PFA mit Stahlgeflecht	0.1	10	-40...200°C	Stecker geschraubt IP67	KIAG 10-32 pos. 6kt	BNC pos.	IP40	IP65	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1900A23A12..	PFA hochflexibel, schleppkettentauglich	0.3	20			KIAG 10-32 pos. 6kt	KIAG 10-32 pos. 6kt		IP67	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	
1900A21A120x	FPM mit flexiblem Metallschlauch	0.4	20			KIAG 10-32 pos. 6kt	BNC pos.		IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
1900A21A110x						KIAG 10-32 pos. 6kt	KIAG 10-32 pos. 6kt		IP67	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
1983AD...	FPM	0.1	5	-20...200°C	Stecker verschweisst ¹ IP68	KIAG 10-32 pos. int.	BNC pos.	IP40	IP65	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
1939A...	PFA	0.1	20			KIAG 10-32 pos. int.	BNC pos.		IP40	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
1941A...	PFA	0.1	20			KIAG 10-32 pos. int.	TNC pos.		IP65	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	
1921...	PFA	0.1	20			KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos.			IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
1969A...	PFA mit Stahlgeflecht	0.5	10	-55...200°C	Stecker verschweisst ¹ IP67	KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos. int. ²	IP65	IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-		
1967A...	PFA mit Stahlgeflecht, isoliert	0.5	10			KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos. int. ²		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	
1983AC...	FPM	0.1	5			KIAG 10-32 pos. int.	KIAG 10-32 pos. int. ²		IP65	✓	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	

¹ geschraubt: IP65

² verschweisst: IP67

9001C_003-421d-08.20

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. 15: 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. 16: 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. 17: Industrier Verstärker Typ 5073A und 5074A (v.l.) Rechts der maXYmos BL Typ 5867B...

Mitgeliefertes Zubehör

- | | |
|---|---------------------------|
| • Spezi­alschmier­fett | Typ 1063 |
| • Vorspannschraube für Vorspannung von 20 % der Nennkraft, inkl. Zentrierklammer (nur bei Sensoren Typ 9001C ... 9051C) | 9422A01
...
9422A51 |

Zubehör (optional)

- | | |
|---|---------------------------|
| • Vorspannelement für Vorspannung von bis zu 50 % der Nennkraft, inkl. Einbauszubehör | 9420A01
...
9420A71 |
| • Vorspannelemente für Big Force Sensoren Typ 9081 und 9091 | 9455, 9456 |

Einbauszubehör für Piezo Kraftsensoren (optional)

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

Kabel (optional)

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

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

Typ 90 C



Piezo-Kraftsensor

Bereich 0 ... 650 kN	81
Bereich 0 ... 1 200 kN	91

Typ 90 B

