

**3-Komponenten-Kraftsensor  $F_x, F_y, F_z$**   
**Capteur de force à 3 composantes  $F_x, F_y, F_z$**   
**3-Component Force Sensor  $F_x, F_y, F_z$**

**9047B, 9048B, 9046B4**

Quarz-Kraftsensor zum Messen der drei orthogonalen Komponenten einer beliebig gerichteten dynamischen oder quasistatischen Kraft.

Capteur de force à quartz pour mesurer les trois composantes orthogonales d'une force dynamique ou quasi-statique agissant dans une direction quelconque.

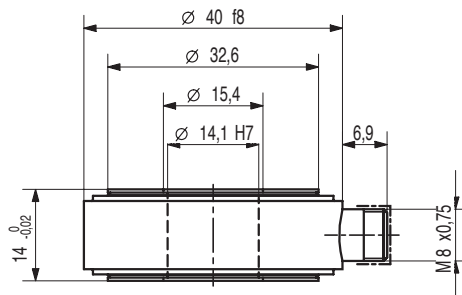
Quartz force sensor for measuring the three orthogonal components of a dynamic or quasi-static force acting in an arbitrary direction.

Sehr grosser Messbereich, hohe Steifheit und minimales Übersprechen.

Gamme de mesure très étendue, grande rigidité et cross talk minimal.

Very extended measuring range, high rigidity and minimal cross talk.

- Misst die 3 Komponenten einer Kraft  
Mesure les 3 composantes d'une force  
Measures the 3 components of a force
- Kompakt, trotz grossem Messbereich  
Compact, malgré une gamme étendue  
Compact, despite large measuring range
- Mehrpol-Steckeranschluss  
Connecteur multiple  
Multipol connector



**Technische Daten**

**Données techniques**

**Technical Data\***

Bereich	Gamme	Range			
<b>Überlast</b>	<b>Surcharge</b>	<b>Overload</b>	$F_x, F_y$	kN	-10 ... 10 1)
			$F_z$	kN	-20 ... 20 1)
			$F_z$	kN	0 ... 80 2)
<b>Ansprechschwelle</b>	<b>Seuil de réponse</b>	<b>Threshold</b>		N	<0,01
<b>Empfindlichkeit</b>	<b>Sensibilité</b>	<b>Sensitivity</b>	$F_x, F_y$	pC/N	≈ -8,1 1)
			$F_z$	pC/N	≈ -3,7 1)
<b>Linearität, jede Achse</b>	<b>Linéarité, chaque axe</b>	<b>Linearity, each axis</b>		% FSO	≤ ±1 1)
<b>Hysteresese, jede Achse</b>	<b>Hystérésis, chaque axe</b>	<b>Hysteresis, each axis</b>		% FSO	≤ 0,5 1)
<b>Übersprechen</b>	<b>Cross talk</b>	<b>Cross talk</b>	$F_z \rightarrow F_x, F_y$	%	≤ ±1 1)
			$F_x \leftrightarrow F_y$	%	≤ ±1 1)
			$F_x, F_y \rightarrow F_z$	%	≤ ±4 1) 3)
<b>Steifheit</b>	<b>Rigidité</b>	<b>Rigidity</b>	$c_x, c_y$	N/μm	≈ 600
			$c_z$	N/μm	≈ 1400
<b>Max. Momentbelastung</b>	<b>Moment max.</b>	<b>Max. moments</b>	$M_x, M_y$	Nm	-200/200 1)
			$M_z$	Nm	-120/120 1)
<b>Betriebstemperaturbereich</b>	<b>Gamme de tempér. d'utilisation</b>	<b>Operating temperature range</b>		°C	-50 ... 120
<b>Isolationswiderstand</b>	<b>Résistance d'isolement</b>	<b>Insulation resistance</b>		TΩ	≥ 10
<b>Masseisolation</b>	<b>Isolé à la masse</b>	<b>Ground insulation</b>		TΩ	>0,0001
<b>Kapazität, jeder Kanal</b>	<b>Capacité, chaque canal</b>	<b>Capacitance, each channel</b>		pF	≈ 5 0
<b>Anschlussstecker</b>	<b>Connecteur</b>	<b>Connector</b>			3 pole M8x0,75
<b>Gewicht</b>	<b>Poids</b>	<b>Weight</b>		g	237

1) Standard einbau mit 60 kN Vorspannung  
 2) Ohne Vorspannung  
 3) Übersprechen  $F_x, F_y \rightarrow F_z$  ist  $\pm 2\%$ , wenn z.B. vier Sensoren in einem Dynamometer eingebaut werden.

1) Montage standard avec précontrainte de 60 kN  
 2) Sans précontrainte  
 3) Cross talk  $F_x, F_y \rightarrow F_z$  est  $\pm 2\%$  si p.ex. quatre capteurs sont assemblés dans un dynamomètre.

1) Standard mounting with preload of 60 kN  
 2) Without preload  
 3) Cross talk  $F_x, F_y \rightarrow F_z$  is  $\pm 2\%$  if e.g. four sensors are assembled into one dynamometer.

1 N (Newton) = 1 kg·m·s<sup>-2</sup> = 0,1019... kp = 0,2248... lbf; 1 kp = 1 kgf = 9,80665 N; 1 inch = 25,4 mm; 1 kg = 2,2046... lb; 1 Nm = 0,73756... lbft

\* In all Kistler documents, the decimal sign is a comma on the line (ISO 31-0:1992).

## Beschreibung

Der Kraftsensor enthält 3 Quarzringpaare, welche zwischen zwei Stahlplatten im Sensorgehäuse eingebaut sind.

Zwei Schubquarzpaare messen die Kraftkomponenten  $F_x$  und  $F_y$  und ein Druckquarzpaar die Kraftkomponente  $F_z$  einer auf den Sensor wirkenden Kraft. Die den einzelnen Kraftkomponenten proportionalen elektrischen Ladungen werden über Elektroden auf die entsprechenden Steckeranschlüsse geführt.

Das Quarzpaket wird durch das rostfreie, dicht verschweisste Sensorgehäuse geschützt.

## Typen 9047B und 9048B

Die Sensoren Typen 9047B und 9048B unterscheiden sich nur in der Lage des Koordinatensystems in bezug auf das Sensorgehäuse (siehe Fig.1). Die technischen Daten beider Typen sind identisch. Durch die Kombination der Typen 9047B und 9048B z.B. in einem Dynamometer mit vier Sensoren lässt sich die Lage des Koordinatensystems in bezug auf die Stecker beliebig wählen (siehe auch Fig. 2.).

## Typ 9046B4

### Satz bestehend aus vier ausgewählten 3-Komponenten-Kraftsensoren

Der 4er Satz Typ 9046B4 besteht aus je zwei ausgewählten 3-Komponenten-Kraftsensoren des Typs 9047B und 9048B. Die gemeinsam auf gleiche Dicke überschlifften 3-Komponenten-Kraftsensoren werden für den Einbau in Mehrkomponenten-Dynamometern und -Messplattenformen verwendet.

Die Stecker der vier Sensoren sind alle nach innen gerichtet (siehe Fig.2).

Die vier Kraftsensoren sind so ausgewählt, dass sie – eingebaut in einem Dynamometer – optimale Spezifikationen in bezug auf Empfindlichkeitskonstanz und minimales Übersprechen aufweisen.

Diese Anordnung ermöglicht einen sehr kompakten Einbau z.B. in einem Dynamometer.

## Description

Le capteur de force contient 3 paires de rondelles en quartz, qui sont montées entre deux plaques en acier dans le boîtier du capteur.

Deux paires de quartz sensibles au cisaillement mesurent les composantes de force  $F_x$  et  $F_y$  tandis qu'une paire sensible à la pression mesure la composante  $F_z$  d'une force agissant sur le capteur. Les charges électriques proportionnelles aux composantes sont amenées par l'intermédiaire d'électrodes sur les connecteurs correspondants.

Le paquet des quartz est protégé par le boîtier du capteur inoxydable et soudé étanche.

## Types 9047B et 9048B

Les capteurs des types 9047B et 9048B se distinguent seulement quant à la position du système de coordonnées par rapport au boîtier du capteur (voir Fig.1). Les données techniques des deux types sont identiques. En combinant les types 9047B et 9048B dans un dynamomètre à quatre capteurs, la position du système de coordonnées peut être choisie librement par rapport aux connecteurs (voir aussi Fig. 2).

## Type 9046B4

### Jeux de quatre capteurs de force sélectionnés à 3 composantes

Ces jeux de quatre capteurs, type 9046B4, se compose de quatre capteurs de force sélectionnés, dont deux de chaque type 9047B et 9048B. Rectifiés ensemble sur la même épaisseur, ils sont utilisés dans la construction de dynamomètres à plusieurs composantes et de plates-formes de mesure.

Tous les connecteurs des quatre capteurs sont orientés vers l'intérieur, (voir Fig.2).

Les quatre capteurs de force sont sélectionnés de manière à posséder des spécifications optimales quant à la constance de la sensibilité et un cross talk minimum quand ils sont incorporés dans un dynamomètre.

Cette disposition permet un montage très compact, p.ex. dans un dynamomètre.

## Description

The force sensor contains 3 pairs of quartz rings which are mounted between two steel plates in the sensor housing.

Two quartz pairs are sensitive to shear and measure the force components  $F_x$  and  $F_y$ , while one quartz pair sensitive to pressure measures the component  $F_z$  of a force acting on the sensor. The electrical charges proportional to the different components are led via electrodes to the corresponding connectors.

The quartz packet is protected by the stainless, tightly welded sensor housing.

## Types 9047B and 9048B

The sensors Types 9047B and 9048B differ only in the position of the coordinate system relative to the sensor case (see Fig. 1). The technical data of both types are identical. When combining the Types 9047B and 9048B in a dynamometer with four sensors, the position of the coordinate system relative to the connectors can be chosen as desired (see also Fig. 2).

## Type 9046B4

### Sets consisting of four selected 3-Component Force Sensors

These sets, Type 9046B4, consist of four selected three-component force sensors two of each Type 9047B and 9048B. Commonly ground to the same thickness, they are used for mounting into multicomponent dynamometers and force plates.

All connectors of the four sensors are oriented toward the inside, (see Fig.2).

The four force sensors are selected in a way to possess optimal specifications of constant sensitivity and minimal cross talk when they are mounted into a dynamometer.

This configuration permits a very compact mounting, e.g. in a dynamometer.

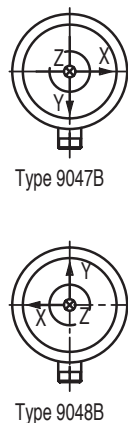


Fig. 1

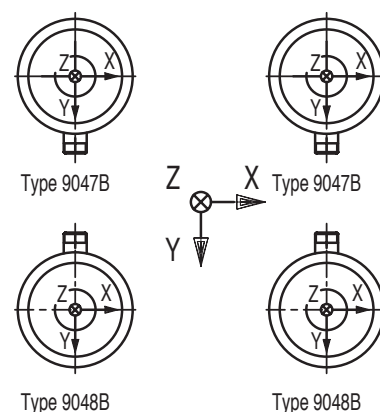


Fig. 2

Type 9046B4

## Montage

Der Kraftsensor muss unter Vorspannung eingebaut werden, da die Schubkräfte  $F_x$  und  $F_y$  durch Haftreibung von der Grund- und Deckplatte auf die Oberflächen des Kraftsensors übertragen werden müssen. Die notwendige Vorspannung richtet sich nach den zu übertragenden Schubkräften.

Die in den technischen Daten angegebenen Messbereiche gelten für die Standardvorspannung von 60 kN.

Der Sensor wird durch einen zentralen Vorspannbolzen zentrisch vorgespannt. Zum Ausrichten des Sensors und somit des Koordinatensystems dient der Steckeranschluss.

## Montage

Le capteur de force doit être monté sous précontrainte puisque les forces de cisaillement  $F_x$  et  $F_y$  doivent être transmises par frottement statique de la plaque inférieure et supérieure aux surfaces du capteur de force. La précontrainte nécessaire dépend des forces de cisaillement à transmettre.

Les gammes de mesure indiquées dans les données techniques sont valables pour la précontrainte standard de 60 kN.

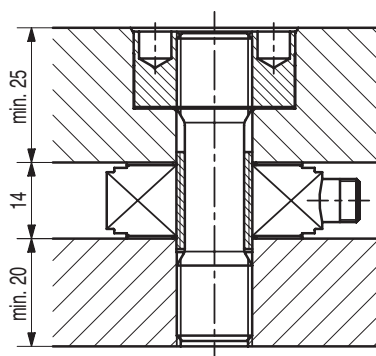
Le capteur est précontraint au moyen d'un boulon de précontrainte centré et à tige allégée. La sortie du câble sert à orienter la capteur.

## Mounting

The force sensor must be mounted under preload because the shear forces  $F_x$  and  $F_y$  are to be transmitted through static friction from the base and cover plate to the faces of the force sensor. The necessary preload depends on the shear forces to be transmitted.

The measuring ranges indicated in the technical data are valid for the standard preload of 60 kN.

The sensor is preloaded with a centered preloading bolt. The cable outlet serves to orient the sensor.



**Fig. 3:** Standardvorspannung mit Vorspannsatz Typ 9465 oder 9465sp.

Diese Vorspannung ermöglicht einen sehr kompakten Aufbau von Dynamometern. Durch den versenkten Einbau der Ringmutter wird eine minimale Bauhöhe erreicht.

Weitere Informationen siehe Datenblatt 7.9465.

**Fig. 3:** Précontrainte nominale avec jeu d'outils de précontrainte, type 9465A ou 9465sp.

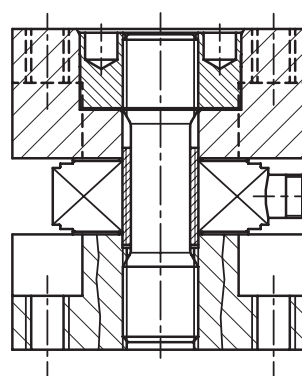
Cette méthode de précontrainte rend possible un montage très compact de dynamomètres. Un encombrement en hauteur minimal est obtenu grâce au montage encastré de l'écrou à l'anneau.

D'autres informations voir notice technique 7.9465.

**Fig. 3:** Standard preloading with preloading set Type 9465A or 9465sp.

This preloading method allows a very compact mounting of dynamometers. A minimum overall height is obtained by recessed mounting of the ring nut.

Further information see data sheet 7.9465.



**Fig. 4:** Kraftmesselemente

Die Kraftsensoren Typen 9047B und 9048B sind auch fertig eingebaut als bereits kalibrierte Kraftmesselemente erhältlich (siehe Datenblatt 6.9347B).

**Fig. 4:** Éléments de mesure de force

Les capteurs de force types 9047B et 9048B sont disponibles déjà montées et étalonnées en forme d'éléments de mesure de force (voir notice technique 6.9347B).

**Fig. 4:** Force Links

The force sensors types 9047B and 9048B are available already mounted and calibrated in the form of a force link (see data sheet 6.9347B).

## Anwendung

Mit Quarz-Kraftsensoren können die 3 orthogonalen Kraftkomponenten einfach, direkt und sehr genau erfasst werden, da diese Sensoren inhärent ein sehr geringes Übersprechen aufweisen.

Dank der grossen Steifheit haben die Sensoren einen grossen Frequenzbereich.

## Anwendungsbeispiele

- Schnittkräfte
- Aufprallkräfte
- Rückstosskräfte von Raketen
- Dynamische Kräfte auf Rütteltischen
- Bestimmen von Reibungskoeffizienten

## Lieferbare Ausführungen

### Typ 9047B

3-Komponenten-Kraftsensor mit Standard-Koordinatensystem (siehe Fig. 1)

### Typ 9048B

3-Komponenten-Kraftsensor wie Typ 9047B, aber mit um 180° um z-Achse gedrehtem Koordinatensystem (siehe Fig. 1)

### Typ 9046B4

Satz bestehend aus je zwei 3-Komponenten-Kraftsensoren Typ 9047B und 9048B, ausgewählt und gemeinsam überschliffen (siehe Fig. 2)

## Lieferumfang

Die Vorspannelemente sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden.

Siehe Datenblatt 7.9465.

## Zubehör

	Typ
• Vorspannsatz	9465 9465sp
• Schlüsseleinsatz	9472
• Anschlusskabel	1693A... 1694A... 1695A...

## Parallelschaltung

Mehrere Quarzsensoren gleicher Empfindlichkeit können direkt parallel geschaltet werden. Der angeschlossene Ladungsverstärker gibt dann eine Ausgangsspannung, welche der Summe aller wirkenden Kräfte entspricht.

Dies ist vor allem beim Bau von Messplattformen und Dynamometern, mit denen nur die 3 Komponenten der resultierenden Kraft gemessen werden müssen, ein grosser Vorteil.

## Elektronik

Ausser den Kraftsensoren werden zu einer 3-Komponenten-Kraftmessanlage noch 3 Ladungsverstärker benötigt, welche die Ladungssignale der Sensoren in Spannungen umwandeln, die exakt proportional zu den drei Komponenten  $F_x$ ,  $F_y$  und  $F_z$  der wirkenden Kraft sind.

Für den Aufbau von Mehrkomponenten-Dynamometern zum Messen von drei Kräften und drei Momenten sind spezielle Mehrkanal-Ladungsverstärker erhältlich.

## Mehrkomponenten-Messanlage

Einzelheiten betreffend Kabelkonzept siehe Datenblatt IN6.9017/47/67/77

## Application

Les capteurs de force à quartz peuvent mesurer d'une manière simple, directe et précise les 3 composantes orthogonales d'une force, parce que ces capteurs ont un cross talk inhérent très faible.

Grâce à leur grande rigidité, ils ont une gamme de fréquence très étendue.

## Exemples d'application

- Efforts de coupe
- Forces d'impact
- Forces de réaction dans des fusées
- Forces dynamiques sur des tables vibrantes
- Détermination des coefficients de friction

## Versions livrables

### Type 9047B

Capteur de force à 3 composantes avec système de coordonnées standard (voir Fig. 1)

### Type 9048B

Capteur de force à 3 composantes comme type 9047B, mais avec le système de coordonnées tourné de 180° autour de l'axe z (voir Fig. 1)

### Type 9046B4

Jeu de quatre capteurs de force à 3 composantes, dont deux de chaque type 9047B et 9048B, sélectionnés et rectifiés ensemble (voir Fig. 2)

## Etendue de la fourniture

Les éléments de précontrainte ne sont pas inclus dans la fourniture; ils doivent être commandés séparément.

Voir notice technique 7.9465.

## Accessoires

	Type
• Jeu de précontrainte	9465 9465sp
• Raccord pour clé	9472
• Câble de connexion	1693A... 1694A... 1695A...

## Branchement en parallèle

Des capteurs à quartz de sensibilités identiques peuvent être branchés directement en parallèle. L'amplificateur connecté donne alors une tension de sortie qui correspond à la somme de toutes les forces qui agissent.

Ceci est un grand avantage, surtout pour la construction des plates-formes et dynamomètres avec lesquels il ne faut mesurer que les 3 composantes de la force résultante.

## Electronique

Outre les capteurs de force, un système pour la mesure de 3 composantes nécessite encore 3 amplificateurs de charge, qui transforment les signaux des charges électriques des capteurs en tension exactement proportionnelles aux trois composantes  $F_x$ ,  $F_y$  et  $F_z$  de la force agissante.

Pour la construction de dynamomètres à plusieurs composantes mesurant trois forces et trois moments, des amplificateurs de charge à plusieurs canaux sont disponibles.

## Systèmes pour mesurer à Plusieurs composantes

Informations concernant voir notice technique IN6.9017/47/67/77

## Application

The quartz force sensors can measure the 3 orthogonal force components easily, directly and precisely, because these sensors feature an inherently low cross talk.

Thanks to their high rigidity they cover a wide frequency range.

## Application examples

- Cutting forces
- Impact forces
- Reaction forces in rockets
- Dynamic forces on shakers
- Determination of coefficients of friction

## Available versions

### Type 9047B

3-Component Force Sensor with standard coordinate system (see Fig. 1)

### Type 9048B

3-Component Force Sensor like Type 9047B, but with coordinate system rotated 180° about z-axis (see Fig. 1)

### Type 9046B4

Set of four matched 3-Component Force Sensors ground together, two of each Type 9047B and 9048B (see Fig. 2)

## Scope of delivery

The preloading elements are not included in the delivery; they must be ordered separately.

See data sheet 7.9465.

## Accessories

	Type
• Preloading set	9465 9465sp
• Wrench adapter	9472
• Connecting cable	1693A... 1694A... 1695A...

## Parallel Switching

Several quartz sensors of identical sensitivities can be paralleled directly. The charge amplifier connected then gives an output voltage which corresponds to the sum of all forces acting.

This is a great advantage when building force plates and dynamometers with which only the 3 components of the resulting force must be measured.

## Electronics

Besides the force sensors, a 3-component force measuring system also requires 3 charge amplifiers, which convert the electrical charge signals of the sensor into voltages exactly proportional to the three components  $F_x$ ,  $F_y$  and  $F_z$  of the acting force.

In order to construct multicomponent dynamometers for measuring three forces and three moments, special multichannel charge amplifiers are available.

## Systems for Multicomponent Measurements

Information concerning cable concept see Data sheet IN6.9017/47/67/77