

# Kraftmessung mit Messunterlagsscheiben

Typ 9001A ... 9051A

Piezoelektrische Messunterlagsscheiben zeichnen sich insbesondere durch folgende Eigenschaften aus: Beispiel Typ 9031A.

- Extrem kleine Abmessungen. Typ 9031A hat einen Kraftbereich von 60 kN (6 Tonnen Gewichtskraft) bei einem Durchmesser von nur 28,5 mm und einer Bauhöhe von 11 mm
- Sehr grosse Messdynamik. Mit einem max. Bereich von 60 kN können auch Kräfte von 1 N in genügender Qualität gemessen werden. Die entsprechende Bereichswahl am Ladungsverstärker ermöglicht ein volles Ausgangssignal für jede Messsignalgröße
- Sehr hohe Steifigkeit. Typ 9031A deformiert sich bei voller Belastung nur 10 Mikrometer (0,01 mm). Ein Sensor mit hoher Steifigkeit ermöglicht einen Messaufbau mit hoher Eigenfrequenz und verändert die mechanischen Eigenschaften des Maschinenteils nicht wesentlich
- Praktisch unbegrenzte Lebensdauer. Ohne Veränderung der spezifizierten technischen Daten

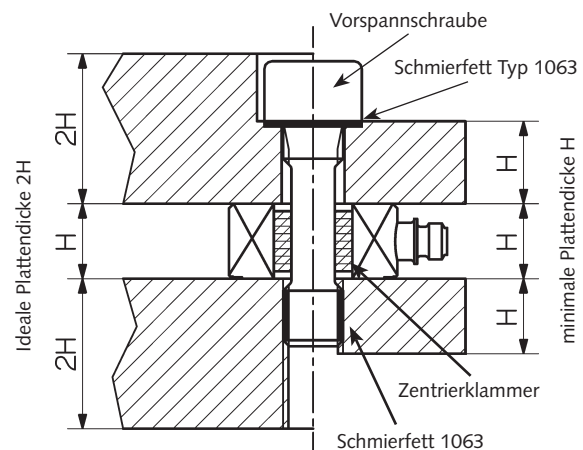
## Montage

Richtig eingebaut zeigen die Messunterlagsscheiben präzise Resultate mit hoher Wiederholgenauigkeit. In der Praxis werden die Sensoren beim Einbau mechanisch vorgespannt. Gründe dafür sind:

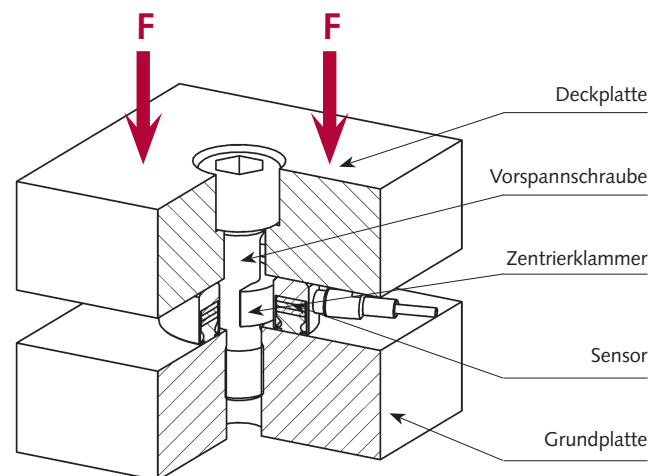
- Es lassen sich sowohl Druck- als auch Zugkräfte messen
- Biegemomente und Seitenkräfte werden aufgenommen aber nicht gemessen
- Mikrospalten werden geschlossen, was eine hohe Steifigkeit und damit einen weiten Frequenzbereich sichert

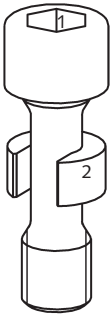
Die Auflageflächen müssen eben und steif sein. Dies erreicht man am besten durch Schleifen. Grund- und Deckplatte müssen genügend dick sein, um unerwünschte Deformationen zu vermeiden.

Eine Plattendicke von zweimal der Höhe des Sensors hat sich in der Praxis bewährt. Eine Plattendicke kleiner als die Höhe des Sensors darf nicht gewählt werden, wenn der ganze Messbereich vom Sensor ausgenutzt werden soll.



Vor dem Einschrauben der Vorspannschraube ist dieselbe an der Auflagefläche unter dem Schraubenkopf sowie das Gewinde des Schraubenbolzens einzufetten.





1 Vorspannschraube  
 2 Zentrierklammer

Sensor Typ	Vorspannschraube Abmessung Typ 9422A...	maximale Vorspannkraft kN	Montagehilfe Anziehdrehmoment pro 1 kN Vorspannkraft N·m / kN	Montagehilfe max. Anziehdrehmoment N·m
9001A	...A01/M3x16	2,5	0,548	1,37
9011A	...A11/M5x20	5	0,83	4,16
9021A	...A21/M8x30	10	1,4	14
9031A	...A31/M10x35	20	1,7	34
9041A	...A41/M12x40	30	2,0	60
9051A	...A51/M14x45	40	2,3	93

Messunterlagsscheiben werden am einfachsten mit einer Schraubverbindung montiert. Dabei werden Grund- und Deckplatte auf die beiden ringförmigen Kontaktflächen des Sensors gepresst. Die Grösse der Schrauben-Vorspannkraft richtet sich nach den zu erwarteten Kräften. Es entsteht zwischen Sensor und Grund- und Deckplatte eine reibschlüssige Verbindung. Messunterlagsscheiben der Typen 9001A ... 9051A werden mit einer passenden Vorspannschraube und Zentrierklammer geliefert. Die Zentrierklammer dient zum Zentrieren des Sensors mit der Schraube.

Mit der Schraube kann der Sensor bis ca. 30 % seines Kraftbereiches vorgespannt werden. Die Vorspannkraft wird mit Vorteil direkt mit der Unterlagsscheibe gemessen. Der Empfindlichkeitswert ist auf dem Kalibrierschein aufgeführt. Es ist der Wert des nicht vorgespannten Sensors zu verwenden.

Treten Seitenkräfte auf (diese werden von der Messunterlagsscheibe nicht gemessen) müssen dieselben trotzdem vom Sensor aufgenommen werden. Damit die Sensormontage nicht rutscht, muss die Schraubenvorspannung mindestens 10 Mal grösser als die angreifende Seitenkraft gewählt werden.

Seitenkräfte erzeugen in der Regel auch ein Biegemoment auf die Messunterlagsscheibe. Die im Datenblatt spezifizierten Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden.

Im montierten Zustand bildet die Vorspannschraube aber auch eine zusätzliche mechanische Verbindung zwischen Grund- und Deckplatte. Somit fliesst auch ein Teil der zu messenden Kraft durch die Schraube und wird vom Sensor nicht gemessen.

Diese "Kraftverteilung" erfolgt proportional dem Verhältnis der Steifigkeit von Sensor und Vorspannschraube. Mit ausgedehnten Versuchen wurde der prozentuale Anteil des Kraftnebenflusses durch die Vorspannschraube ermittelt. Die Werte

für die verschiedenen Schrauben für die Sensoren Typ 9001A ... 9051A liegen zwischen 7 und 9 %.

#### Beispiel:

Ein Sensor Typ 9021A soll mit 8 kN vorgespannt werden. Hierfür gibt es 2 Möglichkeiten:

1. Falls ein Ladungsverstärker, z.B. Typ 5015A zur Verfügung steht, muss die berechnete Empfindlichkeit für eine Standardvorspannung z.B.  $-3,846 \text{ pC/N}$  (siehe Kalibrierschein Seite 3) so am Verstärker eingestellt werden, dass die gewünschte Vorspannkraft möglichst genau mit dem Drehmomentschlüssel eingestellt werden kann
2. Falls kein Ladungsverstärker zur Verfügung steht, muss am Drehmomentschlüssel folgendes Drehmoment eingestellt werden:  $8 \text{ kN} \times 1,4 \text{ N}\cdot\text{m/kN} = 11,2 \text{ N}\cdot\text{m}$  (siehe Tabelle)

#### Kalibrierung

Die Werkskalibrierung der Messunterlagsscheibe bei Kistler erfolgt am nicht vorgespannten Sensor und wird in  $\text{pC/N}$  für den Vollbereich FSO und den Teilbereich 10 % von FSO ausgewiesen.

Wird die Unterlagsscheibe bei der Montage vorgespannt, so ändert sich die Empfindlichkeit der Messeinrichtung. Diese wird wegen des Kraftnebenschlusses der Schraube kleiner.

Auf dem Kalibrierschein ist auch die Empfindlichkeit ( $\text{pC/N}$ ) des Sensors mit Vorspannung ausgewiesen.

Erfolgt die Sensormontage mit der mitgelieferten Vorspannschraube, so gilt für den vorgespannten Sensor dieser kleinere Empfindlichkeitswert. Es darf mit einer Genauigkeitstoleranz von  $\pm 1 \%$  gerechnet werden.

Für viele Messaufgaben erübrigt sich somit eine aufwändige Nachkalibrierung vor Ort.

## Kalibrierschein Calibration Certificate

Type Kistler 9011A

Serial No. 4440249

<b>Kalibriert durch</b> Calibration Technician	<b>Datum</b> Date	
G. Barilli	05. Jul. 2013	
<b>Referenzgeräte</b> Reference Equipment	<b>Typ</b> Type	<b>Serien-Nr.</b> Serial No.
Gebrauchsnorm Working Standard	Kistler 9331BU	3195150
Ladungskalibrator Charge Calibrator	Kistler 5395A	4183238
<b>Umgebungstemperatur</b> Ambient Temperature	<b>Relative Feuchte</b> Relative Humidity	
°C	%	
25	53	

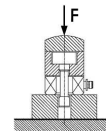
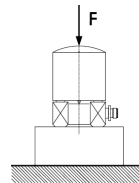
### Messergebnisse Results of Measurement

Kalibrierter Bereich <sup>1)</sup> Calibrated Range	Empfindlichkeit Sensitivity	Lin inkl. Hyst Lin incl. Hyst
kN	pC / N	$\leq \pm$ %FSO
0 ... 12	-4,057	0,27
0 ... 1,2	-4,010	0,04

1) mit einer Vorlast von 3kN  
with a preload of 3kN

**Berechnete Empfindlichkeit für eine Standardvorspannung 3 ... 5 kN mit Typ 9422A11**  
Calculated Sensitivity for a Standard Pretension 3 ... 5 kN with Type 9422A11

pC / N
-3,760



Kistler betreibt die SCS Kalibrierstelle Nr. 049, akkreditiert nach ISO 17025. SCS Kalibrierzertifikate sind auf Bestellung erhältlich.

Kistler operates the SCS Calibration Laboratory No. 049, which is accredited per ISO 17025. SCS Calibration Certificates are available on request.

### Bestätigung Confirmation

Das oben durch die Seriennummer identifizierte Gerät entspricht der Vereinbarung der Bestellung und hält die Herstelltoleranzen gemäß den Spezifikationen der Datenblätter ein. Dieses Dokument erfüllt die Anforderungen von EN 10204 Abnahmeprüfzeugnis "3.1". Alle Messmittel sind auf nationale Normale rückverfolgbar. Das Kistler Qualitätsmanagement System ist nach ISO 9001 zertifiziert. Dieses Dokument ist ohne Unterschrift gültig.

The equipment mentioned above and identified by Serial Number complies with the agreement of the order and meets the manufacturing tolerances specified in the data sheets. This document fulfils the requirements of EN 10204 Inspection Certificate "3.1". All measuring devices are traceable to national standards. The Kistler Quality Management System is certified per ISO 9001. This document is valid without a signature.

#### Kistler Instrumente AG

Eulachstrasse 22  
PO Box  
CH-8408 Winterthur

Tel. +41 52 224 11 11  
Fax +41 52 224 14 14  
info@kistler.com

ZKB Winterthur BC 732  
Swift: ZKBKCHZZ80A  
Account: 1132-0374.628

IBAN: CH67 0070 0113 2003 7462 8  
VAT: 229 713  
ISO 9001 certified

[www.kistler.com](http://www.kistler.com)

Seite page 1 / 1

IN9001A\_000-182d-07.13