

ENGLISH    DEUTSCH    FRANÇAIS    ITALIANO    中文

**Mounting Instructions**  
**Montageanleitung**  
**Notice de montage**  
**Istruzioni per il montaggio**  
**安装说明书**



**U15**

Hottinger Brüel & Kjaer GmbH  
Im Tiefen See 45  
D-64293 Darmstadt  
Tel. +49 6151 803-0  
Fax +49 6151 803-9100  
info@hbkworld.com  
www.hbkworld.com

Mat.: 7-2001.2100  
DVS: A02100 05 YCI 07  
06.2022

© Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

Subject to modifications.  
All product descriptions are for general information only. They are not to be understood as a guarantee of quality or durability.

Änderungen vorbehalten.  
Alle Angaben beschreiben unsere Produkte in allgemeiner Form. Sie stellen keine Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie dar.

Sous réserve de modifications.  
Les caractéristiques indiquées ne décrivent nos produits que sous une forme générale. Elles n'impliquent aucune garantie de qualité ou de durabilité.

Con riserva di modifica.  
Tutti i dati descrivono i nostri prodotti in forma generica e non implicano alcuna garanzia di qualità o di durata dei prodotti stessi.

保留变更的权利。  
所有信息都是对我们产品的一般性描述。在性能或者耐久性方面它们并不提供任何保证。

ENGLISH    DEUTSCH    FRANÇAIS    ITALIANO    中文

## Mounting Instructions



# U15

# TABLE OF CONTENTS

---

<b>1</b>	<b>Safety instructions</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Markings used</b> .....	<b>7</b>
2.1	The markings used in this document .....	7
<b>3</b>	<b>Scope of supply and equipment variants</b> .....	<b>8</b>
3.1	Scope of supply .....	8
3.2	Accessories .....	8
3.3	Equipment variants .....	10
<b>4</b>	<b>General application instructions</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Structure and mode of operation</b> .....	<b>13</b>
5.1	Force transducer operation .....	13
5.2	SG covering agent .....	13
<b>6</b>	<b>Conditions on site</b> .....	<b>14</b>
6.1	Ambient temperature .....	14
6.2	Moisture and corrosion protection .....	14
6.3	Deposits .....	14
<b>7</b>	<b>Mechanical installation</b> .....	<b>15</b>
7.1	Important precautions during installation .....	15
7.2	General installation guidelines .....	15
7.3	Mounting with pre-stress .....	17
7.4	Mounting with knuckle eyes .....	18
7.5	Using the U15 with a thrust piece .....	22
7.6	Use with the ZKM tensile force application part .....	23
<b>8</b>	<b>Electrical connection</b> .....	<b>24</b>
8.1	Connection in a six-wire configuration .....	25
8.2	Cable shortening or extension .....	25
8.3	Connection in a four-wire configuration .....	26
8.4	EMC protection .....	26

<b>9</b>	<b>TEDS transducer identification</b> .....	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Versions and ordering numbers</b> .....	<b>28</b>
<b>11</b>	<b>Specifications (VDI/VDE 2638, and/or ISO376)</b> .....	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>Dimensions of U15</b> .....	<b>34</b>

# 1 SAFETY INSTRUCTIONS

---

## **Intended use**

Force transducers in type series U15 are solely designed for measuring static and dynamic tensile and/or compressive forces within the load limits detailed in the specifications for the respective maximum capacities. Any other use is not appropriate.

To ensure safe operation, the regulations in the mounting instructions, together with the following safety rules and regulations, and the data specified in the technical data sheets, must be complied with. It is also essential to observe the applicable legal and safety regulations for the application concerned.

The force transducers are not intended for use as safety components. Please also refer to the "Additional safety precautions" section. Proper and safe operation of force transducers requires proper transportation, correct storage, setup and mounting, and careful operation.

## **Load carrying capacity limits**

The information in the technical data sheets must be complied with when using force transducers. The respective specified maximum loads in particular must never be exceeded. The following limits set out in the technical data sheets must not be exceeded:

- Limit forces
- Lateral limit forces
- Bending moment limits
- Torque limits
- Breaking forces
- Permissible dynamic loads
- Temperature limits
- Limits of electrical load-carrying capacity

Please note that when several force transducers are interconnected, the load/force distribution is not always uniform, so an individual force transducer may be overloaded even though the cumulative signal has yet to reach the sum of the nominal (rated) forces of the sensors connected in parallel.

## **Use as a machine element**

Force transducers can be used as machine elements. When used in this manner, it must be noted that, to favor greater sensitivity, the force transducers were not designed with the safety factors usual in mechanical engineering. Please refer here to the section "Load-carrying capacity limits", and to the specifications.

## **Accident prevention**

The prevailing accident prevention regulations must be taken into account, even though the breaking force is well in excess of the full scale value. This applies in particular to transportation and mounting.

## **Additional safety precautions**

Force transducers cannot (as passive transducers) implement any (safety-relevant) cut-offs. This requires additional components and constructive measures, for which the installer and operator of the plant is responsible.

In cases where a breakage or malfunction of the force transducer would cause injury to persons or damage to property, the user must take appropriate additional safety precautions that meet at least the requirements of applicable safety and accident prevention regulations (e.g. automatic emergency shutdown, overload protection, catch straps or chains, or other fall protection).

The electronics conditioning the measurement signal should be designed so that measurement signal failure does not subsequently cause damage.

## **General dangers of failing to follow the safety instructions**

Force transducers are state-of-the-art and failsafe. There may be dangers involved if the transducers are mounted, set up, installed and operated inappropriately, or by untrained personnel. Every person involved with setting up, starting-up, operating or repairing a force transducer must have read and understood the mounting instructions and in particular the technical safety instructions.

The force transducers can be damaged or destroyed by non-designated use of the force transducer or by non-compliance with the mounting and operating instructions, these safety instructions or any other applicable safety regulations (BG safety and accident prevention regulations) when using the force transducers. Force transducers can break, particularly if overloaded. The breakage of a force transducer can also cause damage to property or injury to persons in the vicinity of the force transducer.

If the force transducers are not installed as intended, or if the safety instructions or stipulations in the mounting and operating instructions are ignored, it is also possible that the force transducers may fail or malfunction. This could result in damage to people or property (caused by the loads acting on or being monitored by the force transducers).

The scope of supply and performance of the transducer covers only a small area of force measurement technology, as measurements with (resistive) strain gage sensors presuppose the use of electronic signal processing. In addition, equipment planners, installers and operators should plan, implement and respond to the safety engineering considerations of force measurement technology in such a way as to minimize residual dangers. Pertinent national and local regulations must be complied with.

## **Conversions and modifications**

The design or safety engineering of the transducer must not be modified without our express permission. Any modification shall exclude all liability on our part for any damage resulting therefrom.

## **Maintenance**

U15 force transducers are maintenance-free.

## **Disposal**

In accordance with national and local environmental protection, material recovery and recycling regulations, old transducers that can no longer be used must be disposed of separately and not with normal household waste.

If you need more information about disposal, please contact your local authorities or the dealer from whom you purchased the product.

## **Qualified personnel**

Qualified personnel are persons entrusted with the setup, mounting, startup, operation and dismantling of the product, who have the appropriate qualifications for their function. This includes people who meet at least one of the three following requirements:

1. Knowledge of the safety concepts of automation technology is a requirement and as project personnel, you must be familiar with these concepts.
2. As automation plant operating personnel, you have been instructed how to handle the machinery. You are familiar with the operation of the equipment and technologies described in this documentation.
3. As commissioning engineers or service engineers, you have successfully completed the training to repair the automation systems. You are also authorized to operate, ground and label circuits and equipment in accordance with safety engineering standards.

It is also essential to comply with the legal and safety requirements for the application concerned during use. The same also applies to the use of accessories.






The force transducer may only be installed by qualified personnel, strictly in accordance with the technical data and safety requirements and regulations.



## 2 MARKINGS USED

### 2.1 The markings used in this document

Important instructions for your safety are specifically identified. It is essential to follow these instructions in order to prevent accidents and damage to property.

Symbol	Significance
 <b>WARNING</b>	This marking warns of a <i>potentially</i> dangerous situation in which failure to comply with safety requirements <i>can</i> result in death or serious physical injury.
 <b>CAUTION</b>	This marking warns of a <i>potentially</i> dangerous situation in which failure to comply with safety requirements <i>can</i> result in slight or moderate physical injury.
<b>Notice</b>	This marking draws your attention to a situation in which failure to comply with safety requirements <i>can</i> lead to damage to property.
 <b>Important</b>	This marking draws your attention to <i>important</i> information about the product or about handling the product.
 <b>Tip</b>	This marking indicates application tips or other information that is useful to you.
 <b>Information</b>	This marking draws your attention to information about the product or about handling the product.
<i>Emphasis</i> See ...	Italics are used to emphasize and highlight text and identify references to sections, diagrams, or external documents and files.

## 3 SCOPE OF SUPPLY AND EQUIPMENT VARIANTS

### 3.1 Scope of supply

- U15 force transducer
- U15 mounting instructions
- Test report
- Machine handles for manipulation in the 500 kN and 1 MN versions

### 3.2 Accessories

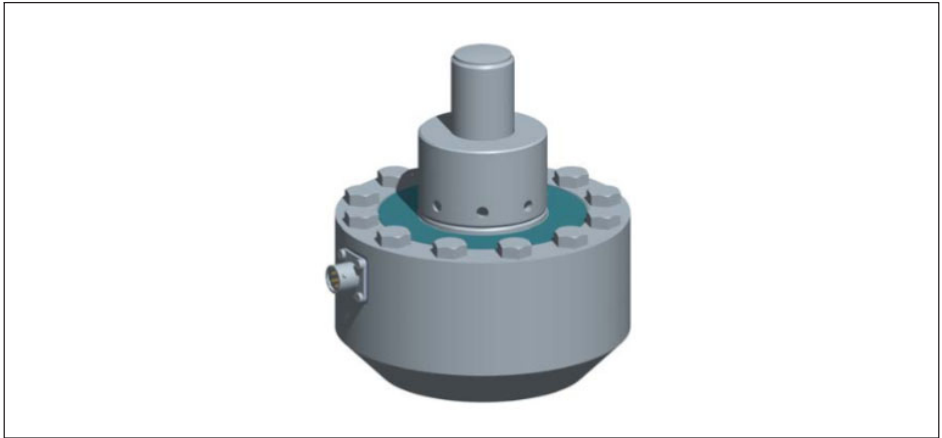
The accessories are not included among the items supplied.

Ordering number	Description
K-CAB-F	Configurable connection cable for connecting the force transducer to the bridge amplifier. Different lengths are available. The relevant plug for an HBK amplifier can be fitted on request.
1-KAB157-3	Connection cable KAB157-3; IP67 (with bayonet locking); 3 m long, TPE outer sheath; 6 x 0.25 mm <sup>2</sup> ; free ends, shielded, outside diameter 6.5 mm
1-KAB158-3	Connection cable KAB158-3; IP54 (with screw locking); 3 m long, TPE outer sheath; 6 x 0.25 mm <sup>2</sup> ; free ends, shielded, outside diameter 6.5 mm
3-3312.0382	Loose cable socket (bayonet connection)
1-EEK4	Ground cable 400 mm long
1-EEK6	Ground cable 600 mm long
1-EEK8	Ground cable 800 mm long
1-Z4/20KN/ZGUW	Knuckle eye, M16 external thread
1-ZGAM33F	Knuckle eye, M33 x 2 external thread
1-ZGAM42F	Knuckle eye, M42 x 2 external thread
1-ZGAM72F	Knuckle eye, M72 x 2 external thread
1-Z4/20KN/ZGOW	Knuckle eye, M16 internal thread
1-ZGIM33F	Knuckle eye, M33 x 2 internal thread
1-ZGIM42F	Knuckle eye, M42 x 2 internal thread
1-ZGIM72F	Knuckle eye, M72 x 2 internal thread

Ordering number	Description
1-Z4/20kN/ZKM	Tensile force application to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) forces up to 50 kN
1-U15/250kN/ZKM	Tensile force application to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) forces 100 kN and 250 kN
1-U15/500kN/ZKM	Tensile force application to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) force 500 kN
1-U15/1MN/ZKM	Tensile force application to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) force 1 MN
1-U15/2.5MN/ZKM	Tensile force application to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) force 2.5 MN
1-EDO4/20kN	Thrust piece to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) forces up to 50 kN
1-U15/250kN/EDO	Thrust piece to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) forces 100 kN and 250 kN
1-U15/500 kN/EDO	Thrust piece to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) force 500 kN
1-EDO4/500kN	Thrust piece to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) force 1 MN
1-EDO4/2.5MN	Thrust piece to ISO376, suitable for U15 with nominal (rated) force 2.5 MN

### 3.3 Equipment variants

The U15 force transducer always comes supplied with an adapter (lower force application) and load application bolts (upper load application).



*Fig. 3.1 Condition of U15 at the time of delivery with load application bolts and foot adapter*

The force transducer is available in different versions. The following options are available:

1. Nominal (rated) force

You can purchase force transducers with nominal (rated) forces between 2.5 kN and 2.5 MN. The nominal (rated) force is the force at which the sensor provides the rated output specified on the type plate as the output signal.

2. Number of measuring bridges

You can purchase the force transducer with a single bridge (SB), and then the U15 comes supplied with one measuring bridge. The double-bridge version (DB) is available as an option. The U15 then comes supplied with two electrically isolated bridge circuits.

3. Transducer identification

You can purchase the force transducer with transducer identification ("TEDS"). TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) allows you to store the transducer data (rated outputs) in a chip, that can be read out by a connected measuring device. In the double-bridge version, each measuring bridge has its own TEDS *also see Chapter 9 "TEDS transducer identification", page 27.*

4. Plug protection

On request, we can fit plug protection, consisting of a strong square tube (round tube for nominal (rated) force 2.5 MN), so that the plug is protected against mechanical damage.

## 5. Plug version

The standard version of the force transducer is delivered with a bayonet connector. A threaded connector can be supplied instead, if required.

## 6. Sensitivity adjustment

The exact sensitivity is always stated on the type plate and on the enclosed manufacturing certificate. On request, the transducer can be adjusted at the factory to a sensitivity of 2 mV/V (all force transducers with nominal (rated) forces up to and including 10 kN) or 3 mV/V (all force transducers with nominal (rated) forces greater than 10 kN). The rated output range of a transducer that has not been adjusted lies between 2 and 3 mV/V (all force transducers with nominal (rated) forces up to and including 10 kN) or between 4 and 4.8 mV/V (all force transducers with nominal (rated) forces greater than 10 kN). Please note the input range for your amplifier.

## 4 GENERAL APPLICATION INSTRUCTIONS

---

The force transducers are suitable for measuring tensile and compressive forces. They provide highly accurate static and dynamic force measurements and must therefore be handled very carefully. Particular care must be taken when transporting and installing the devices. Dropping or knocking the transducer may cause permanent damage.

The permissible limits for mechanical, thermal and electrical stress are listed in *Chapter 11 "Specifications (VDI/VDE 2638, and/or ISO376)", page 30*. It is essential that these are taken into account when planning the measuring set-up, during installation and, ultimately, during operation.

## 5 STRUCTURE AND MODE OF OPERATION

---

### 5.1 Force transducer operation

The measuring body is a spring element made of steel (for nominal (rated) forces from 25 kN) or high-strength aluminum (for nominal (rated) forces up to 10 kN), to which strain gages (SG) are attached. The SGs for each measuring circuit are installed so that four extend and four shorten when a force acts on the transducer.

Each strain gage changes its ohmic resistance in proportion to its change in length and so misaligns the Wheatstone bridge. If there is an excitation voltage, the circuit produces an output signal proportional to the change in resistance and thus also proportional to the applied force. The arrangement of the SGs is selected so that parasitic forces or torques and temperature effects are compensated as much as possible.

### 5.2 SG covering agent

To protect the SGs, the force transducers have thin cover plates that are welded (steel versions, nominal (rated) forces from 25 kN) or glued (aluminum versions, nominal (rated) forces up to and including 10 kN) top and bottom. This procedure provides the SG with a high level of protection against environmental influences. In order to retain the protective effect, these plates must not be damaged in any way.

Protect the transducer from weather conditions such as rain, snow, ice, and salt water.

### 6.1 Ambient temperature

The effects of temperature on zero signal and sensitivity are compensated.

To obtain optimum measurement results, you must comply with the nominal (rated) temperature range. Because of its structure, the arrangement of the SGs is particularly insensitive to temperature gradients. Despite this, temperatures that are constant and at best slowly changing have a favorable effect on accuracy. A radiation shield and all-round thermal insulation produce noticeable improvements. They must not be allowed to set up a force shunt.

### 6.2 Moisture and corrosion protection

The force transducers are hermetically encapsulated and are therefore very insensitive to moisture.

The protection class of the sensors depends on the choice of electrical connection. In the standard version with a bayonet connector, the sensor achieves degree of protection IP67 as per DIN EN 60259 (test conditions: 0.5 hours under 1 m water column). This applies when the plug is connected.

Degree of protection IP64 is achieved in the “threaded connector” version.

With stainless steel force transducers, please note that acids and all materials which release ions will also attack stainless steels and their seam welds. Any resulting corrosion could cause the force transducer to fail. In this case, appropriate means of protection must be provided.



#### Information

*We recommend protecting the transducer against long-term exposure to moisture and weather conditions.*

### 6.3 Deposits

Dust, dirt and other foreign matter must not be allowed to accumulate sufficiently to divert some of the measuring force, thus invalidating the measured value (force shunt).



### 7.1 Important precautions during installation

- Handle the transducer with care.
- Note the requirements for the force application parts in accordance with the subsequent chapters of this document.
- Welding currents must not be allowed to flow over the transducer. If there is a risk that this might happen, you must provide a suitable low-ohm connection to electrically bypass the transducer. HBK provides the highly flexible EEK ground cable for this purpose, for example, that is screwed on above and below the transducer.
- Make sure that the transducer cannot be overloaded.

#### WARNING

*There is a danger of the transducer breaking if it is overloaded. This could endanger the operating personnel of the equipment in which the transducer is installed. Implement appropriate safety measures to avoid a force overshoot or to protect against resulting dangers. The maximum possible mechanical loads, especially the breaking force, are noted in the specifications (see Chapter 11 "Specifications (VDI/VDE 2638, and/or ISO376)", page 30). When installing and operating the transducer, please note the maximum parasitic forces - lateral forces, bending and torsional moments - and the maximum permissible loading capacity of the force application parts used.*

---

### 7.2 General installation guidelines

The forces to be measured must act on the transducer as accurately as possible in the direction of measurement. Torques and bending moments, eccentric loading and lateral forces may produce measurement errors and destroy the transducer, if limit values are exceeded.

The customer's own structural elements must meet the following conditions:

- The upper and lower force application parts must be aligned as accurately as possible in one axis. Installation is made easier by centering aids on the underside. The centering diameter corresponds to dimension P, the effective centering depth is 3 mm.
- The anti-screw-through device attached to the interior thread of the adapter must not be removed.
- The (customer side) external thread for connection to the sensor's lower internal thread must comply with a thread tolerance of 6g.
- The threads must be cleaned of any deposits and soaked with graphite-free grease before being screwed in.

- Make sure that the maximum lateral forces, bending moments and force limits are not exceeded during mounting and in operation. Eccentric load applications cause bending moments.

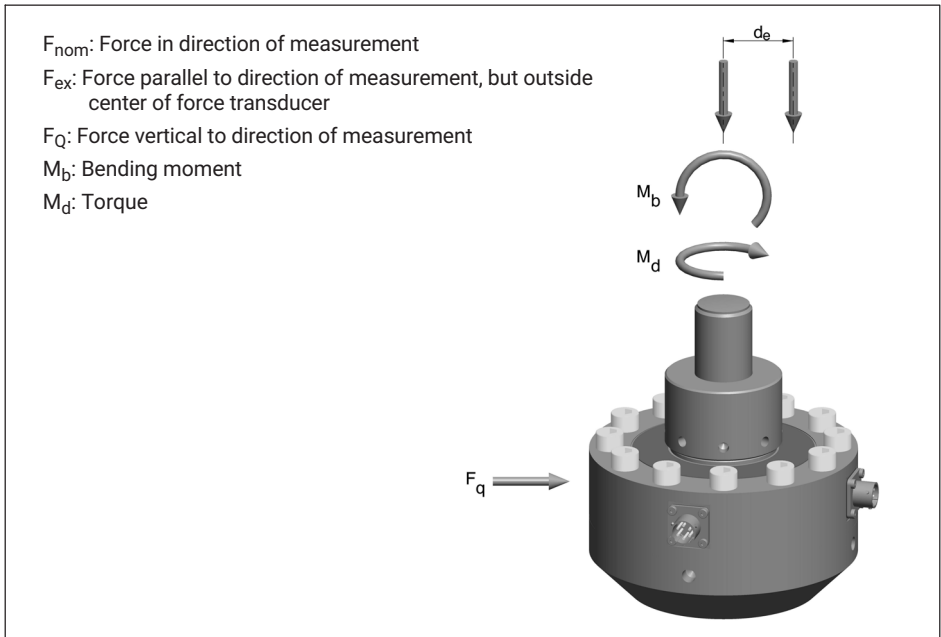


Fig. 7.1 Parasitic loads

The U15 is a high-quality transfer standard. It is advisable to always have the sensor calibrated with the loading fittings with which it is planned to use the sensor. An order for measurement chain calibration will achieve minimal uncertainty.

The following applies to steel force transducers (nominal (rated) forces from 25 kN): To achieve the full endurance strength, a material with sufficient tensile strength (min.  $R_p, 0.2 = 900 \text{ N/mm}^2$ ) and hardness (min. 40 HRC) must be used. We recommend the use of threads rolled after heat treatment for nominal (rated) forces between 500 kN and 2.5 MN.

### **i** Information

*If you want to use the sensor to measure alternating dynamic loads, we advise you to pre-stress the threads (see Section 7.3). Pre-stressing only serves to protect the thread, which could be damaged by a long-term, alternating dynamic load in a mounting that has not been pre-stressed. If only a few alternating loads are to be measured, you can use the sensor without pre-stressing without reducing accuracy. There is no need for pre-stressing if measurements are only in the tensile range or in the compressive range.*

### 7.3 Mounting with pre-stress

If the U15 are being used to measure alternating dynamic loads (tensile and compressive forces) over the long term, we recommend mounting the threaded connector with a pre-stress that exceeds the greatest force to be measured by at least 10%.

There are two ways to do this:

#### 1. Pre-stressing with defined tightening torque

This method can be applied to all sensors up to a nominal (rated) force of 50 kN.

- ▶ Screw the force application part onto the upper load application bolt as far as the retainer, or into the lower internal thread of the adapter.
- ▶ Unscrew the force application parts two revolutions.
- ▶ Pre-stress the force application part with defined tightening torque.

Nominal (rated) force in kN	Tightening torque $M_A$ in N·m	Depth of engagement in the internal thread of the adapter in mm
2.5	17	26.4
5	35	26.4
10	68	26.4
25	135	26.4
50	135	26.4

#### 2. Pre-stressing with tensile forces

Force transducers with any nominal (rated) force can be mounted using this method. The procedure should always be used in dynamic sustained loading for force transducers from 100 kN, as the torsional moments required for the locknut would be too high in *method 1*.

- ▶ Screw the locknuts onto the load application part, for connection to the internal thread in the lower adapter, or to the load application bolt on the upper side of the U15. Screw the load application part in as far as possible (up to the retainer).
- ▶ Unscrew the force application part two revolutions.
- ▶ Load the force transducer in the tensile direction to no more than 120% of the maximum operating force. The following table shows the tensile forces to be applied when the transducer is subsequently loaded with the nominal (rated) force. Correspondingly smaller tensile forces can be used for applications in small force ranges. The force transducer that is being mounted can be used to measure the pre-stress force.

Nominal (rated) force	Tensile force to be applied
2.5kN	3 KN
5 kN	6 kN
10 kN	12 kN
25 kN	30 kN
50 kN	60 kN
100 kN	120 kN
250 kN	300 kN
500 kN	600 kN
1 MN	1.2 MN
2.5 MN	3 MN

- ▶ Tighten the two locknuts by hand.
- ▶ Relieve the force transducer

## 7.4 Mounting with knuckle eyes

Knuckle eyes are used in this mounting variant. These mounting aids prevent the application to the transducer of torsional moments and, where two knuckle eyes are used, bending moments, as well as lateral and oblique loads.

Pre-stressing the knuckle eyes is not possible. Knuckle eyes do not have high endurance when the full oscillation bandwidth is used. The design of the U15 allows knuckle eyes to be used without loss of accuracy.

We recommend mounting the knuckle eyes offset by 90 degrees, to keep bending moments from any direction away from the sensor.

Mount the knuckle eyes as follows:

- ▶ Screw the knuckle eye in as far as the retainer.
- ▶ Unscrew the knuckle eye about two revolutions

The dimensions of the knuckle eyes and of the U15 with knuckle eyes can be found in the specifications (*Chapter 11 "Specifications (VDI/VDE 2638, and/or ISO376)", page 30*).

### Notes on mounting with knuckle eyes

#### 1. Shaft diameter

When using a sensor with knuckle eyes mounted on one or both sides, make sure that the shaft is the right size.

You will find the diameters of the knuckle eyes, suitable shafts and their recommended tolerances in the tables below.

### Knuckle eye with internal thread

Knuckle eyes	Nominal diameter	Hole fitting size	Recommended shaft fitting size
1-Z4/20kN/ZGOW	16	H7	g6
1-ZGIM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0.012 \end{matrix}$	f7
1-ZGIM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	
1-ZGIM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0.02 \end{matrix}$	

Tab. 7.1 Recommended fitting sizes/tolerances for shaft and hole – knuckle eye with internal thread

### Knuckle eye with external thread

Knuckle eyes	Nominal diameter	Hole fitting size	Recommended shaft fitting size
1-Z4/20kN/ZGUW	16	H7	g6
1-ZGAM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0.012 \end{matrix}$	f7
1-ZGAM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	
1-ZGAM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0.02 \end{matrix}$	

Tab. 7.2 Recommended fitting sizes/tolerances for shaft and hole – knuckle eye with external thread

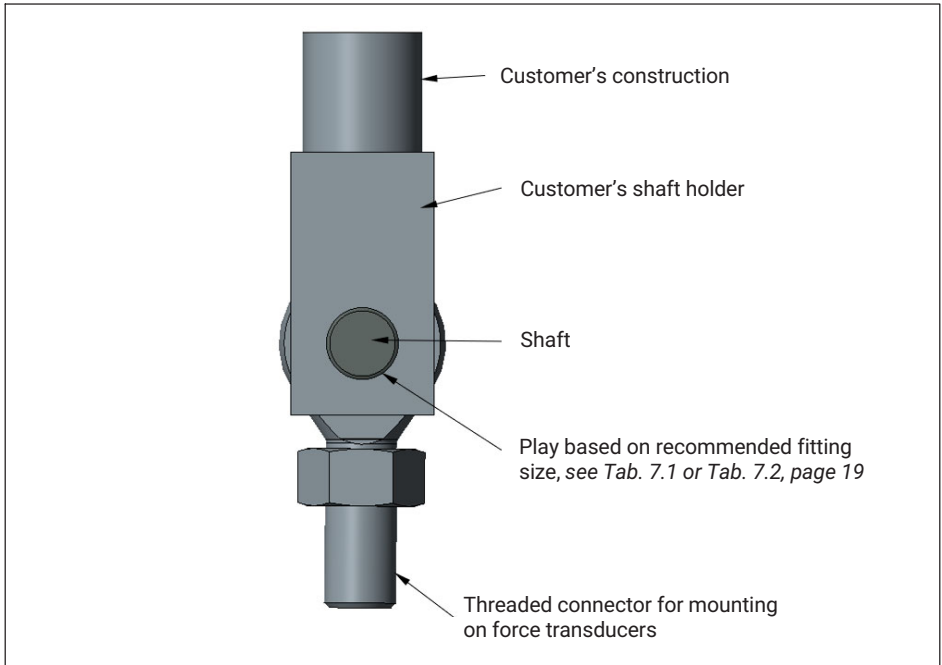


Fig. 7.2 Example diagram of installation with knuckle eye

**⚠ CAUTION**

*If a shaft with an overly small diameter is used, the bearing of the knuckle eye will be subjected to linear load. This subjects the inner bearing shell to excessive load, which can lead to damage and, if forces are high, can cause the knuckle eye bearing to break. Select the shaft as recommended in the mounting instructions.*

2. Distance between knuckle eye and shaft bearing

The shaft support must allow for suitable play between the knuckle eye and the shaft bearing.

**⚠ CAUTION**

If there is too much distance between the knuckle eye and the shaft bearing, this generates bending moments in the shaft, causing it to deform.

This deformation puts strain on points of the edges of the inner bearing shell, which can cause the knuckle eye or shaft to suffer damage or break.

Select the play as recommended in the mounting instructions.

---

To determine the play between the knuckle eye and the shaft bearing, you can apply the following rule of thumb:

Shaft diameter	Play between knuckle eye and bearing
≤30 mm	1/10 of the nominal diameter
>30 mm	1/20 of the nominal diameter

Tab. 7.3 Rule of thumb for determining play between knuckle eye and shaft bearing

Based on this, recommendations for the play between the knuckle eye and shaft bearing are as follows:

Knuckle eye	Play between knuckle eye and shaft bearing
1-Z4/20kN/ZGOW	1.6 mm
1-Z4/20kN/ZGUW	
1-ZGIM33F	2.5 mm
1-ZGAM33F	
1-ZGIM42F	3 mm
1-ZGAM42F	
1-ZGIM72F	4.5 mm
1-ZGAM72F	

Tab. 7.4 Recommendations for play between knuckle eye and shaft bearing

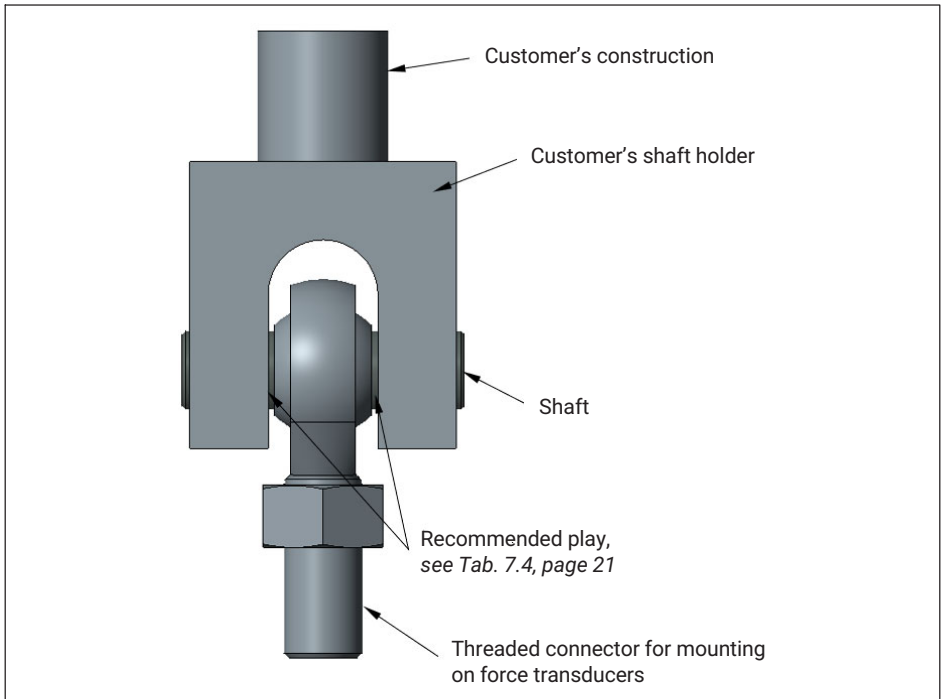


Fig. 7.3 Example diagram of installation with knuckle eye

### 3. Shaft surface quality and hardness

The recommended surface roughness is  $\leq 10 \mu\text{m}$ .

The shaft must have a minimum hardness of 50 HRC.

## 7.5 Using the U15 with a thrust piece

Thrust pieces prevent torsional moments being applied, can adjust slight misalignments, and make sure that the compressive forces are applied centrally.

The upper load application bolt is given a convex load application surface. Relevant thrust pieces are available. The thrust piece is simply placed onto the load application bolt, the sensor put onto a surface that is sufficiently hard and flat.

The ordering numbers for suitable thrust pieces for your U15 can be found in *Chapter 3 "Scope of supply and equipment variants"*, page 8. All thrust pieces provided as U15 accessories by HBK comply with the recommendations of ISO376.



## 7.6 Use with the ZKM tensile force application part

ZKM tensile force application parts prevent torsional moments being applied to the transducer, bending moments and misalignment are not applied either.

Installation is the same as when mounting knuckle eyes:

- ▶ Screw the ZKM tensile force application part into the transducer or adapter as far as the retainer.
- ▶ Unscrew the ZKM two revolutions.

The ordering numbers for the suitable ZKM tensile force application part for your U15 can be found in *Chapter 3 "Scope of supply and equipment variants", page 8*.

All tensile force application parts provided as U15 accessories by HBK comply with the recommendations of ISO376.

## 8 ELECTRICAL CONNECTION

---

Amplifiers designed for strain gage measuring systems can be used for measurement signal conditioning. Both carrier frequency and DC amplifiers can be connected.



### Tip

*Please note the high output signal of the U15 when choosing your amplifier system. Select the “adjusted rated output” option if your amplifier system is not designed for sensors with an output signal of more than 3 mV/V.*

U15 force transducers are delivered in a six-wire configuration and are available with the following electrical connections:

- Bayonet connector: plug-compatible with the MIL-C-26482 series 1 connection (PT02E10-6P); IP67 (standard version)
- Threaded male connector: plug-compatible with the MIL-C-26482 series 1 connection (PC02E10-6P); IP64

## 8.1 Connection in a six-wire configuration

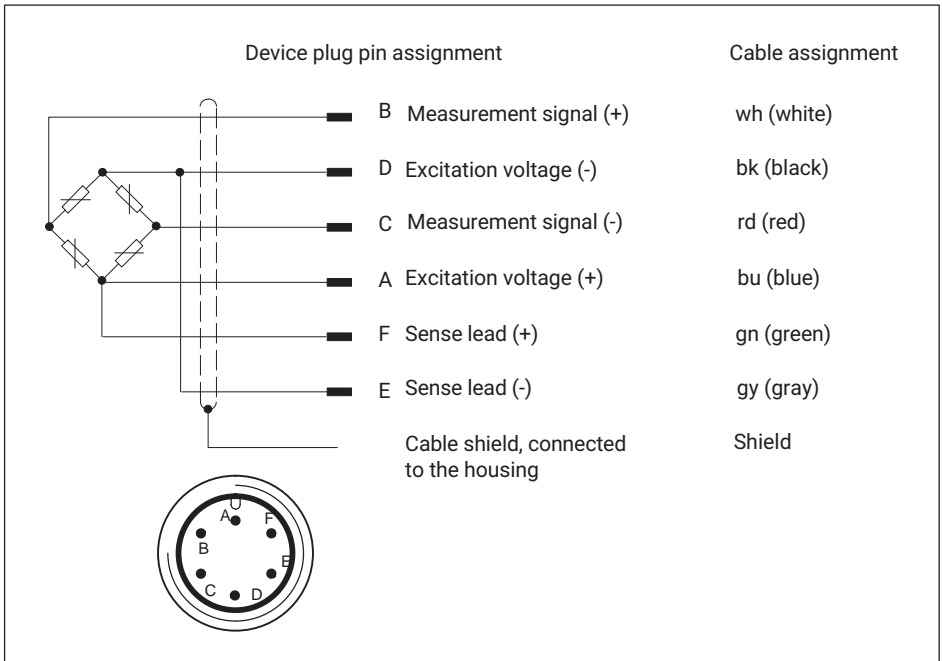


Fig. 8.1 Pin assignment in a six-wire circuit

With this cable assignment, the output voltage at the measuring amplifier is positive in the tensile direction when the transducer is loaded.

The cable shield is connected with the transducer housing. This produces a Faraday cage which covers the sensor, the cable and – provided it is correctly wired – the plug to the amplifier, thus ensuring optimum safety, even in the critical EMC environment.

Only use plugs that meet EMC guidelines. The shielding must be extensively connected. With other connection techniques, a good EMC shield must be provided in the stranded area, where the shielding is also extensively connected.

## 8.2 Cable shortening or extension

The U15 has one plug, it is advisable to use a cable that has no interruptions. If cable extension is unavoidable, make sure that the shield is extensively connected and that the contacts are low-ohm and mechanically secure.

### 8.3 Connection in a four-wire configuration

When transducers in a six-wire configuration are connected to amplifiers in a four-wire configuration, the sense leads of the transducers must be connected to the corresponding excitation voltage leads: marking (+) with (+) and marking (-) with (-), see *Fig. 8.1*.

This measure also reduces the cable resistance of the excitation voltage leads. If you use an amplifier with a 4-wire circuit, the output signal and the temperature dependence of the output signal (TCS) depend on the length of the cable and the temperature. If you use the 4-wire circuit as described above, this will result in slightly higher measurement errors. An amplifier system working with a 6-wire circuit ensures perfect compensation for these effects.

If you are using the sensor with a 4-wire configuration, it is essential to consider this in the calibration.

### 8.4 EMC protection

Electrical and magnetic fields can often induce interference voltages in the measuring circuit. Therefore please note the following:

- Use shielded, low-capacitance measurement cables only (HBK cables fulfill both conditions).
- Do not route the measurement cables parallel to power lines and control circuits. If this is not possible, protect the measurement cable with steel conduits, for example.
- Avoid stray fields from transformers, motors and contact switches.
- Connect all the devices in the measurement chain to the same protective conductor.
- Always connect the cable shield extensively to the connector housing.

## 9 TEDS TRANSDUCER IDENTIFICATION

---

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) allows you to store the sensor characteristic values in a chip as per the IEEE 1451.4 standard. The U15 can be delivered with TEDS, which is then fitted in the transducer housing, connected and supplied with data by HBK before delivery.

The force transducer is always delivered with a manufacturing certificate.

If the sensor is ordered from HBK without additional calibration, the results from the manufacturing certificate are stored in the TEDS chip; if an additional DAkkS (national accreditation body for the Federal Republic of Germany) is ordered, the calibration results are stored in the TEDS chip.

The chip content can be edited and modified with suitable hardware and software. This can be implemented with HBK's Quantum Assistant or DAQ software CATMAN, for instance. Please follow the operating manuals of these products.

## 10 VERSIONS AND ORDERING NUMBERS

### Order codes and measuring ranges

Code	Nominal (rated) force
<b>2k50</b>	2.5 kN
<b>5k00</b>	5 kN
<b>10k0</b>	10 kN
<b>25k0</b>	25 kN
<b>50k0</b>	50 kN
<b>100k</b>	100 kN
<b>250k</b>	250 kN
<b>500k</b>	500 kN
<b>1M00</b>	1 MN
<b>2M50</b>	2.5 MN

No. of meas. bridges	Transducer identification	Plug protection	El. connection Bridge A	El. connection Bridge B	Rated output
Single bridge <b>SB</b>	Without TEDS <b>S</b>	Without plug protection <b>U</b>	Bayonet connector <b>B</b>	Bayonet connector <b>B</b>	Adjusted <b>J</b>
Double bridge <b>DB</b>	With TEDS <b>T</b>	With plug protection <b>P</b>	Threaded connector <b>G</b>	Threaded connector <b>G</b>	Not adjusted <b>U</b>

Ordering example:

<b>K-U15-</b>	<b>2M50-</b>	<b>SB-</b>	<b>S-</b>	<b>U-</b>	<b>B-</b>	<b>U</b>
---------------	--------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------

The ordering example is for a U15 with a nominal (rated) force of 2.5 MN with one measuring bridge (single bridge), without transducer identification (TEDS), bayonet connector and without adjusting the rated output.

<b>Number of measuring bridges</b>	For reasons of redundancy, it is necessary in devices relevant to safety to check the plausibility of the measurement signal with a second measuring bridge. The signals are independently conditioned and evaluated using two separate measuring amplifiers. So the option is also available to connect two amplifiers with different characteristics.
<b>Transducer identification</b>	With this option, you can order an integrated TEDS (Transducer Electronic Data Sheet), installed in the U15. Assuming the relevant amplifier electronics are present, the amplifier system reads out this chip and automatically sets the parameters.
<b>Plug protection</b>	Mechanical protection by fitting an additional, strong square profile (tubular profile for nominal (rated) force 2.5 MN) around the plug - the standard version is the device plug with bayonet connection (PT02E 10-6P-compatible). You also have the option of ordering a device plug with a screw thread (PC02E 10-6P-compatible).
<b>Electrical connection Bridge A</b>	The standard version is the device plug with a bayonet connection (PT02E 10-6P-compatible). You also have the option of ordering a device plug with a screw thread (PC02E 10-6P-compatible).
<b>Electrical connection Bridge B</b>	The standard version is the device plug with a bayonet connection (PT02E 10-6P-compatible). You also have the option of ordering a device plug with a screw thread (PC02E 10-6P-compatible).
<b>Rated output</b>	The standard version is a non-adjusted (calibrated) rated output. In all sensors with nominal (rated) forces greater than 10 kN, the output signal at nominal (rated) force is between 4 and 4.8 mV/V. In all force transducers with nominal (rated) forces up to and including 10 kN, the output signal is between 2 and 3 mV/V. If you choose the 'adjusted rated output' option, the rated output will be adjusted to 3 mV/V (all transducers greater than 10 kN) or 2 mV/V (all transducers up to and including 10 kN). Please note the input range of your amplifier.

# 11 SPECIFICATIONS (VDI/VDE 2638, AND/OR ISO376)

Nominal (rated) force	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2.5
<b>Accuracy values per ISO376</b>												
<b>Class accuracy per ISO376 in force measurement range 10% ... 100%</b>			0.5									
<b>Reproducibility (20% - 100% of F<sub>nom</sub>)</b>	b	%	0.05									0.1
<b>Reproducibility at 10% of F<sub>nom</sub></b>	b	%	0.1									
<b>Repeatability (20% - 100% of F<sub>nom</sub>)</b>	b`	%	0.02									
<b>Repeatability at 10% of F<sub>nom</sub></b>	b`	%	0.05									
<b>Deviation from the fitting curve (10% - 100%)</b>	f <sub>c</sub>	%	0.01	0.04						0.05		
<b>Zero error</b>	f <sub>0</sub>	%	0.01									0.02
<b>Hysteresis error (10% - 100%)</b>	v	%	0.07	0.09	0.1				0.15			
<b>Creep</b>	c	%	0.01									0.02
<b>Accuracy per VDI/VDE 2638</b>												
<b>HBK accuracy class</b>			0.02	0.03	0.035				0.05			
<b>Relative reproducibility and repeatability errors with unchanging mounting position</b>	b <sub>rg</sub>	%	0.02									

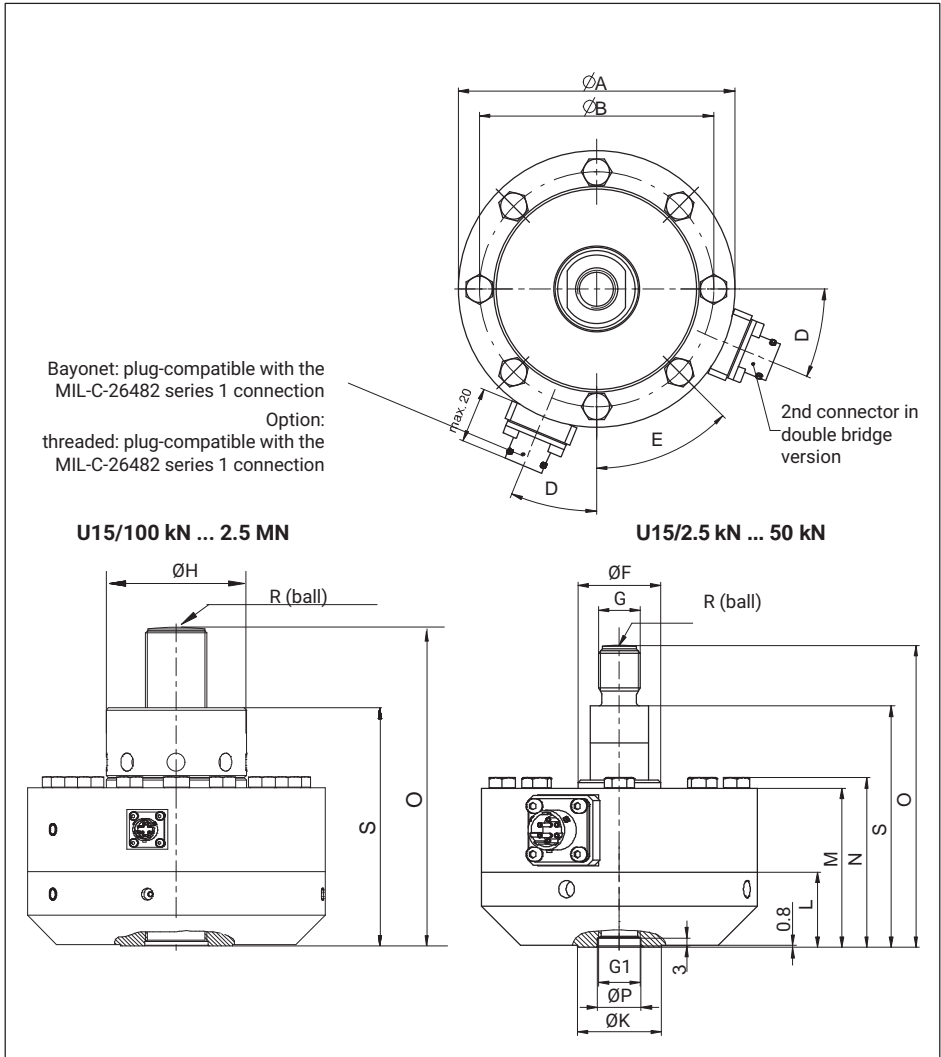


Nominal (rated) force	$F_{nom}$	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2.5
Rel. reversibility error (hysteresis) at 0.4 $F_{nom}$ (related to the full scale value)	$v_{0.4}$	%	0.015			0.03		0.03			0.05	
Non-linearity	$d_{lin}$	%	0.02			0.025		0.035			0.05	
Rel. zero point return		%	0.01						0.02			
Relative creep	$d_{crf+E}$	%	0.01									0.02
Effect of the bending moment at 10% $F_{nom}$ * 10mm	$d_{Mb}$	%							0.01			
Effect of lateral forces (lateral force = 10% of $F_{nom}$ )	$d_Q$	%							0.01			
Temperature coefficient of sensitivity	$TC_S$	% / 10K							0.015			
Temperature coefficient of zero signal	$TC_0$								0.0075			
<b>Rated electrical outputs</b>												
Rated output range	C	mV/V	2...3			4...4.8						
Nominal sensitivity (with optional "adjusted rated output" option)	$C_{nom}$		2			3						
Sensitivity error, with "adjusted rated output" option only	$d_c$	%							0.1			
Relative zero signal error	$d_{s,0}$	%							1			
Tension/compression sensitivity variation	$d_{zd}$	%							0.2			

Nominal (rated) force	$F_{nom}$	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2.5
Input resistance	$R_e$	$\Omega$	>345									
Output resistance	$R_a$	$\Omega$	220...360									
Output resistance with "adjusted rated output" option	$R_a$	$\Omega$	365±0.5									220...360
Insulation resistance	$R_{is}$	G $\Omega$	>2									
Operating range of the excitation voltage	$B_{U,G}$	V	0.5...12									
Reference excitation voltage	$U_{ref}$	V	5									
Connection		6-wire circuit										
Temperature												
Reference temperature	$T_{ref}$	°C [°F]	23 [73.4]									
Nominal temperature range	$B_{T,nom}$		-10...+45 [14...113]									
Operating temperature range	$B_{T,g}$		-30...+85 [-22...+185]									
Storage temperature range	$B_{T,S}$		-30...+85 [-22...185]									
Characteristic mechanical quantities												
Maximum operating force	$F_G$	% of $F_{nom}$	120									
Force limit	$F_L$		120									
Breaking force	$F_B$		>200									
Torque limit	$M_{G,max}$	N*m	15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
Bending moment limit	$M_{b,max}$		15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
Static lateral force limit	$F_q$	% of $F_{nom}$	50									

Nominal (rated) force	$F_{nom}$	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2.5	
Nominal (rated) displacement	$s_{nom}$	mm	0.04			0.06			0.08	0.1	0.12	0.18	
Fundamental frequency	$f_G$	kHz	2.7	3.8	5.6	5.3	7.5	4.3	5.8	4.9	4	2.82	
Relative permissible oscillatory stress	$f_{rb}$	% of $F_{nom}$	100										
Rigidity	$C_{ax}$	$10^5$ N/mm	0.625	1.25	2.5	4.17	8.33	16.7	31.3	50	83.3	139	
<b>General information</b>													
Degree of protection as per EN 60529, with bayonet connector (standard version), socket connected to sensor			IP67										
Degree of protection as per EN 60529, with "threaded connector" option			IP64										
Spring element material			Aluminum				Stainless steel						
Measuring point protection			Tightly glued measuring element				Hermetically sealed measuring element						
<b>Mechanical shock resistance per IEC 60068-2-6</b>													
Number		n	1000										
Duration		ms	3										
Acceleration		m/s <sup>2</sup>	1000										
<b>Vibrational stress per IEC 60068-2-27</b>													
Frequency range		Hz	5...65										
Duration		min	30										
Acceleration		m/s <sup>2</sup>	150										
Weight	m	kg	1.4			3.3		10.5		27	73	226	
	m	lbs	3.1			7.3		23.1		59.5	161	498	

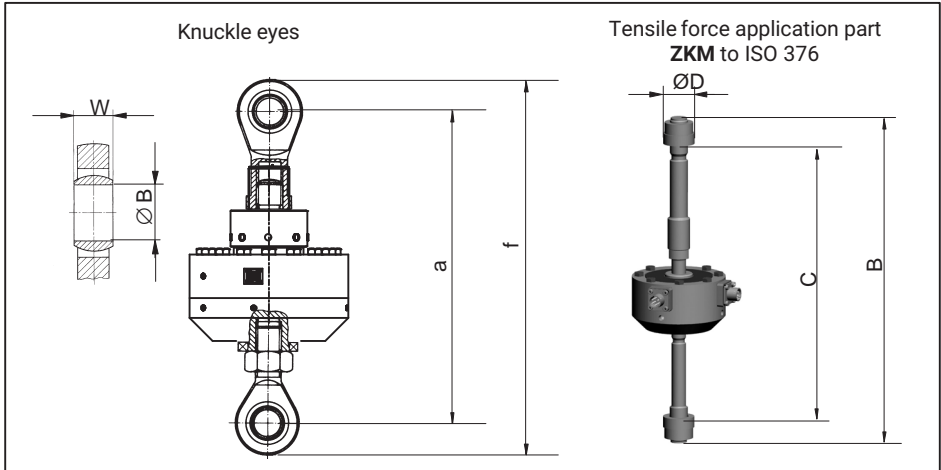
## 12 DIMENSIONS OF U15



Nominal (rated) force	ØA	ØB	D	E	ØF	G	G1	ØH	ØK	L
2.5 kN - 10 kN	104.8	88.9	22.5°	45°	30.4	M16x2-6 g	M16x2-4H 22.1 deep	-	31.8	28.6
25 kN - 50 kN	104.8	88.9	22.5°	45°	31.5	M16x2-6 g	M16x2-4H 22.1 deep	-	31.8	28.6
100 kN - 250 kN	153.9	130.3	15°	30°	-	M33x2-6 g	M33x2-4H 35.6 deep	67.3	57.2	44.5
500 kN	203.2	165.1	11.25°	22.5°	-	M42x2-6 g	M42x2-4H 44.5 deep	95.5	76.2	50.8
1 MN	279	229	11.25°	22.5°	-	M72x2-6 g	M72x2-4H 69.8 deep	135	114	76.2
2.5 MN	390	322	7.5°	15°	-	M120x4-4H		190	190	127

Nominal (rated) force	M	N	S	ØPH <sup>8</sup>	R	O
2.5 kN - 10 kN	60.3	64.3	91.5	16.5	60	114.5
25 kN - 50 kN	60.3	64.3	91.5	16.5	60	114.5
100 kN - 250 kN	85.9	95.9	131.5	33.5	160	174.5
500 kN	108	120	162.3	43	160	217.3
1 MN	152.4	168.4	230.1	73	400	307.3
2.5 MN	239	261	351.5	123	600	465.3

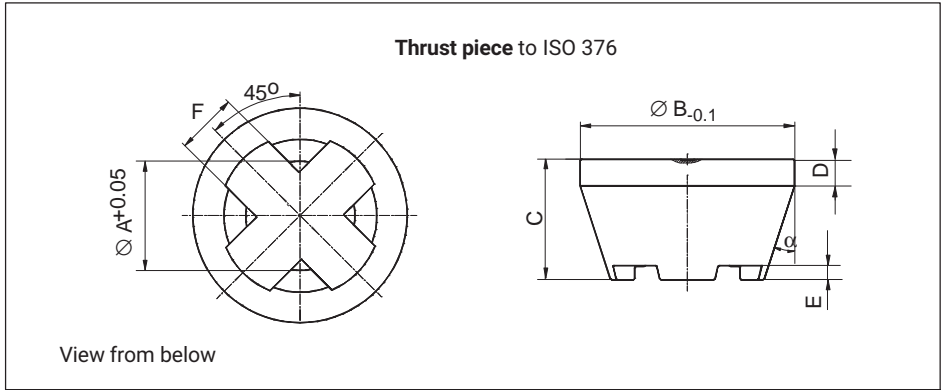
## Force application parts for tensile loading



Type	ZKM ordering number	B	C		ØD
			min.	max.	
U15/2.5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZKM	approx. 372	approx. 277	approx. 313	35
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/ZKM	approx. 478	approx. 364	approx. 404	64
U15/500kN	1-U15/500kN/ZKM	approx. 650	approx. 447	approx. 539	90
U15/1 MN	1-U15/1MN/ZKM	approx. 833	approx. 549	approx. 679	120
U15/2.5MN	1-U15/2.5MN/ZKM	approx. 1429	approx. 987	approx. 1129	235

Type	Upper/lower knuckle eye ordering number	a	f	W	ØB
U15/2.5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZGOW / 1-Z4/20kN/ZGUW	approx. 209	approx. 246	21	16
U15/100kN-250kN	1-ZGIM33F / 1-ZGAM33F	approx. 362	approx. 488	35	50
U15/500kN	1-ZGIM42F / 1-ZGAM42F	approx. 418	approx. 554	44	60
U15/1 MN	1-ZGIM72F / 1-ZGAM72F	approx. 588	approx. 792	60	90

## Force application parts for compressive loading



Type	Thrust piece ordering number	Weight (kg)	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	D	E	F	$\alpha$
U15/2.5kN-50kN	1-EDO4/20kN	approx. 0.34	16.2	48	29	8	5	8	18°
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/EDO	approx. 1.3	33.2	80	45	10	5	23	18°
U15/500kN	1-U15/500 kN/EDO	approx. 1.3	42.2	80	45	10	5	23	18°
U15/1MN	1-EDO4/500kN	approx. 3.5	72.4	112	68	15	12	30	15°
U15/2.5MN	1-EDO4/2.5MN	approx. 15	120.3	180	104	25	14	54	18°





ENGLISH    DEUTSCH    FRANÇAIS    ITALIANO    中文

## Montageanleitung



# U15

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>1</b>	<b>Sicherheitshinweise</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Kennzeichnungen</b> .....	<b>7</b>
2.1	In dieser Anleitung verwendete Kennzeichnungen .....	7
<b>3</b>	<b>Lieferumfang und Ausstattungsvarianten</b> .....	<b>8</b>
3.1	Lieferumfang .....	8
3.2	Zubehör .....	8
3.3	Ausstattungsvarianten .....	10
<b>4</b>	<b>Allgemeine Anwendungshinweise</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise</b> .....	<b>13</b>
5.1	Funktionsweise der Kraftaufnehmer .....	13
5.2	DMS-Abdeckung .....	13
<b>6</b>	<b>Bedingungen am Einsatzort</b> .....	<b>14</b>
6.1	Umgebungstemperatur .....	14
6.2	Feuchtigkeits- und Korrosionsschutz .....	14
6.3	Ablagerungen .....	14
<b>7</b>	<b>Mechanischer Einbau</b> .....	<b>15</b>
7.1	Wichtige Vorkehrungen beim Einbau .....	15
7.2	Allgemeine Einbaurichtlinien .....	15
7.3	Montage mit Vorspannung .....	17
7.4	Montage mit Gelenkösen .....	18
7.5	Verwendung der U15 mit Druckstück .....	22
7.6	Verwendung mit Zugkrafteinleitung ZKM .....	23
<b>8</b>	<b>Elektrischer Anschluss</b> .....	<b>24</b>
8.1	Anschluss in Sechsheiter-Technik .....	25
8.2	Kabelkürzung oder -verlängerung .....	25
8.3	Anschluss in Vierleiter-Technik .....	26
8.4	EMV-Schutz .....	26

<b>9</b>	<b>Aufnehmer-Identifikation TEDS .....</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Ausführungen und Bestellnummern .....</b>	<b>28</b>
<b>11</b>	<b>Technische Daten (VDI/VDE 2638, bzw. ISO376) .....</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>Abmessungen U15 .....</b>	<b>34</b>

## **Bestimmungsgemäßer Gebrauch**

Die Kraftaufnehmer der Typenreihe U15 sind ausschließlich für die Messung statischer und dynamischer Zug-und/oder Druckkräfte im Rahmen der durch die technischen Daten spezifizierten Belastungsgrenzen konzipiert. Jeder andere Gebrauch ist nicht bestimmungsgemäß.

Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes sind die Vorschriften der Montageanleitung sowie die nachfolgenden Sicherheitsbestimmungen und die in den technischen Datenblättern mitgeteilten Daten unbedingt zu beachten. Zusätzlich sind die für den jeweiligen Anwendungsfall zu beachtenden Rechts- und Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Die Kraftaufnehmer sind nicht zum Einsatz als Sicherheitsbauteile bestimmt. Bitte beachten Sie hierzu den Abschnitt „Zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen“. Der einwandfreie und sichere Betrieb der Kraftaufnehmer setzt sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie sorgfältige Bedienung voraus.

## **Belastbarkeitsgrenzen**

Beim Einsatz der Kraftaufnehmer sind die Angaben in den technischen Datenblättern unbedingt zu beachten. Insbesondere dürfen die jeweils angegebenen Maximalbelastungen keinesfalls überschritten werden. Nicht überschritten werden dürfen die in den technischen Datenblättern angegebenen

- Grenzkkräfte
- Grenzquerkräfte
- Grenzbiegemomente
- Grenzdrehmomente
- Bruchkräfte
- Zulässige dynamische Belastungen
- Temperaturgrenzen
- Grenzen der elektrischen Belastbarkeit

Beachten Sie bei der Zusammenschaltung mehrerer Kraftaufnehmer, dass die Last-/Kraftverteilung nicht immer gleichmäßig ist, so dass ein einzelner Kraftaufnehmer überlastet ist, obwohl das Summensignal noch nicht die Summe der Nennkräfte der parallelgeschalteten Sensoren erreicht hat.

## **Einsatz als Maschinenelemente**

Die Kraftaufnehmer können als Maschinenelemente eingesetzt werden. Bei dieser Verwendung ist zu beachten, dass die Kraftaufnehmer zu Gunsten einer hohen Messempfindlichkeit nicht mit den im Maschinenbau üblichen Sicherheitsfaktoren konstruiert wurden. Beachten Sie hierzu den Abschnitt „Belastbarkeitsgrenzen“ und die technischen Daten.

## **Unfallverhütung**

Obwohl die Bruchkraft ein Mehrfaches vom Messbereichsendwert beträgt, müssen die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften berücksichtigt werden. Die gilt insbesondere für den Transport und die Montage.

## **Zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen**

Die Kraftaufnehmer können (als passive Aufnehmer) keine (sicherheitsrelevanten) Abschaltungen vornehmen. Dafür bedarf es weiterer Komponenten und konstruktiver Vorkehrungen, für die der Errichter und Betreiber der Anlage Sorge zu tragen hat.

Wo bei Bruch oder Fehlfunktion der Kraftaufnehmer Menschen oder Sachen zu Schaden kommen können, müssen vom Anwender geeignete zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, die zumindest den Anforderungen der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften genügen (z.B. automatische Notabschaltungen, Überlastsicherungen, Fanglaschen oder -ketten oder andere Absturzsicherungen).

Die das Messsignal verarbeitende Elektronik ist so zu gestalten, dass bei Ausfall des Messsignals keine Folgeschäden auftreten können.

## **Allgemeine Gefahren bei Nichtbeachten der Sicherheitshinweise**

Die Kraftaufnehmer entsprechen dem Stand der Technik und sind betriebssicher. Von den Aufnehmern können Gefahren ausgehen, wenn sie von ungeschultem Personal oder unsachgemäß montiert, aufgestellt, eingesetzt und bedient werden. Jede Person, die mit Aufstellung, Inbetriebnahme, Betrieb oder Reparatur eines Kraftaufnehmers beauftragt ist, muss die Montageanleitung und insbesondere die sicherheitstechnischen Hinweise gelesen und verstanden haben.

Bei nicht bestimmungsgemäßigem Gebrauch der Kraftaufnehmer, bei Nichtbeachtung der Montage- und Bedienungsanleitung, dieser Sicherheitshinweise oder sonstiger einschlägiger Sicherheitsvorschriften (Unfallverhütungsvorschriften der BG) beim Umgang mit den Kraftaufnehmern, können die Kraftaufnehmer beschädigt oder zerstört werden. Insbesondere bei Überlastungen kann es zum Bruch von Kraftaufnehmern kommen. Durch den Bruch eines Kraftaufnehmers können darüber hinaus Sachen oder Personen in der Umgebung des Kraftaufnehmers zu Schaden kommen.

Werden Kraftaufnehmer nicht ihrer Bestimmung gemäß eingesetzt oder werden die Sicherheitshinweise oder die Vorgaben der Montage- oder Bedienungsanleitung außer Acht gelassen, kann es ferner zum Ausfall oder zu Fehlfunktionen der Kraftaufnehmer kommen. Die Folge wäre, dass (durch auf die Kraftaufnehmer einwirkende oder durch diese überwachte Lasten) Menschen oder Sachen zu Schaden kommen können.

Der Leistungs- und Lieferumfang des Aufnehmers deckt nur einen Teilbereich der Kraftmesstechnik ab, da Messungen mit (resistiven) DMS-Sensoren eine elektronische Signalverarbeitung voraussetzen. Sicherheitstechnische Belange der Kraftmesstechnik sind zusätzlich vom Anlagenplaner/Ausrüster/Betreiber so zu planen, zu realisieren und zu verantworten, dass Restgefahren minimiert werden. Die jeweils existierenden nationalen und örtlichen Vorschriften sind zu beachten.

## **Umbauten und Veränderungen**

Der Aufnehmer darf ohne unsere ausdrückliche Zustimmung weder konstruktiv noch sicherheitstechnisch verändert werden. Jede Veränderung schließt eine Haftung unsererseits für daraus resultierenden Schaden aus.

## **Wartung**

Die Kraftaufnehmer U15 sind wartungsfrei.

## **Entsorgung**

Nicht mehr gebrauchsfähige Aufnehmer sind gemäß den nationalen und örtlichen Vorschriften für Umweltschutz und Rohstoffrückgewinnung getrennt von regulärem Hausmüll zu entsorgen.

Falls Sie weitere Informationen zur Entsorgung benötigen, wenden Sie sich bitte an die örtlichen Behörden oder an den Händler, bei dem Sie das Produkt erworben haben.

## **Qualifiziertes Personal**

Qualifiziertes Personal sind Personen, die mit Aufstellung, Montage, Inbetriebsetzung, Betrieb und Demontage des Produktes vertraut sind und die über die ihrer Tätigkeit entsprechende Qualifikationen verfügen. Dazu zählen Personen, die mindestens eine der drei folgenden Voraussetzungen erfüllen:

1. Ihnen sind die Sicherheitskonzepte der Automatisierungstechnik bekannt und Sie sind als Projektpersonal damit vertraut.
2. Sie sind Bedienungspersonal der Automatisierungsanlagen und im Umgang mit den Anlagen unterwiesen. Sie sind mit der Bedienung der in dieser Dokumentation beschriebenen Geräten und Technologien vertraut.
3. Sie sind Inbetriebnehmer oder für den Service eingesetzt und haben eine Ausbildung absolviert, die Sie zur Reparatur der Automatisierungsanlagen befähigt. Außerdem haben Sie eine Berechtigung, Stromkreise und Geräte gemäß den Normen der Sicherheitstechnik in Betrieb zu nehmen, zu erden und zu kennzeichnen.






Bei der Verwendung sind zusätzlich die für den jeweiligen Anwendungsfall erforderlichen Rechts- und Sicherheitsvorschriften zu beachten. Sinngemäß gilt dies auch bei Verwendung von Zubehör.

Der Kraftaufnehmer darf nur von qualifiziertem Personal ausschließlich entsprechend der technischen Daten in Zusammenhang mit den Sicherheitsbestimmungen und Vorschriften eingesetzt werden.

## 2 VERWENDETE KENNZEICHNUNGEN

### 2.1 In dieser Anleitung verwendete Kennzeichnungen

Wichtige Hinweise für Ihre Sicherheit sind besonders gekennzeichnet. Beachten Sie diese Hinweise unbedingt, um Unfälle und Sachschaden zu vermeiden.

Symbol	Bedeutung
 <b>WARNUNG</b>	Diese Kennzeichnung weist auf eine <i>mögliche</i> gefährliche Situation hin, die – wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden – Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge <i>haben kann</i> .
 <b>VORSICHT</b>	Diese Kennzeichnung weist auf eine <i>mögliche</i> gefährliche Situation hin, die – wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden – leichte oder mittlere Körperverletzung zur Folge <i>haben kann</i> .
<b>Hinweis</b>	Diese Kennzeichnung weist auf eine Situation hin, die – wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden – Sachschäden zur Folge <i>haben kann</i> .
 <b>Wichtig</b>	Diese Kennzeichnung weist auf <i>wichtige</i> Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produktes hin.
 <b>Tipp</b>	Diese Kennzeichnung weist auf Anwendungstipps oder andere für Sie nützliche Informationen hin.
 <b>Information</b>	Diese Kennzeichnung weist auf Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produktes hin.
<i>Hervorhebung</i> <i>Siehe ...</i>	Kursive Schrift kennzeichnet Hervorhebungen im Text und kennzeichnet Verweise auf Kapitel, Bilder oder externe Dokumente und Dateien.

## 3 LIEFERUMFANG UND AUSSTATTUNGSVARIANTEN

### 3.1 Lieferumfang

- Kraftaufnehmer U15
- Montageanleitung U15
- Prüfprotokoll
- Ballengriffe zur Handhabung bei den Ausführungen 500 kN und 1 MN

### 3.2 Zubehör

Das Zubehör ist nicht im Lieferumfang enthalten.

Bestellnummer	Beschreibung
K-CAB-F	Konfigurierbares Anschlusskabel zur Verbindung des Kraftaufnehmers mit dem Brückenverstärker. Es stehen verschiedene Längen zur Verfügung, Auf Wunsch kann der zu einem HBK-Messverstärker passende Stecker montiert werden.
1-KAB157-3	Anschlusskabel KAB157-3; IP67 (mit Bajonettverschluss), 3 m lang, Außenmantel TPE; 6 x 0,25 mm <sup>2</sup> ; freie Enden, geschirmt, Außendurchmesser 6,5 mm
1-KAB158-3	Anschlusskabel KAB158-3; IP54 (mit Schraubverschluss), 3 m lang, Außenmantel TPE; 6 x 0,25 mm <sup>2</sup> ; freie Enden, geschirmt, Außendurchmesser 6,5 mm
3-3312.0382	Kabelbuchse lose (Bajonettanschluss)
1-EEK4	Erdungskabel 400 mm lang
1-EEK6	Erdungskabel 600 mm lang
1-EEK8	Erdungskabel 800 mm lang
1-Z4/20KN/ZGUW	Gelenköse, M16 Außengewinde
1-ZGAM33F	Gelenköse, M33 x 2 Außengewinde
1-ZGAM42F	Gelenköse, M42 x 2 Außengewinde
1-ZGAM72F	Gelenköse, M72 X 2, Außengewinde
1-Z4/20KN/ZGOW	Gelenköse, M16 Innengewinde
1-ZGIM33F	Gelenköse, M33 x 2 Innengewinde
1-ZGIM42F	Gelenköse, M42 x 2 Innengewinde
1-ZGIM72F	Gelenköse, M72 X 2, Innengewinde



Bestellnummer	Beschreibung
1-Z4/20kN/ZKM	Zugkrafteinleitung nach ISO376, passend für U15 mit Nennkräften bis 50 kN
1-U15/250kN/ZKM	Zugkrafteinleitung nach ISO376, passend für U15 mit Nennkräften 100 kN und 250 kN
1-U15/500kN/ZKM	Zugkrafteinleitung nach ISO376, passend für U15 mit Nennkraft 500 kN
1-U15/1MN/ZKM	Zugkrafteinleitung nach ISO376, passend für U15 mit Nennkraft 1 MN
1-U15/2.5MN/ZKM	Zugkrafteinleitung nach ISO376, passend für U15 mit Nennkraft 2.5 MN
1-EDO4/20kN	Druckstück nach ISO376, passend für U15 mit Nennkräften bis 50 kN
1-U15/250kN/EDO	Druckstück nach ISO376, passend für U15 mit Nennkräften 100 kN und 250 kN
1-U15/500kN/EDO	Druckstück nach ISO376, passend für U15 mit Nennkraft 500 kN
1-EDO4/500kN	Druckstück nach ISO376, passend für U15 mit Nennkraft 1 MN
1-EDO4/2.5MN	Druckstück nach ISO376, passend für U15 mit Nennkraft 2.5 MN

### 3.3 Ausstattungsvarianten

Der Kraftaufnehmer U15 wird immer mit Adapter (untere Lasteinleitung) und Last-einleitungsbolzen (obere Lasteinleitung) geliefert.

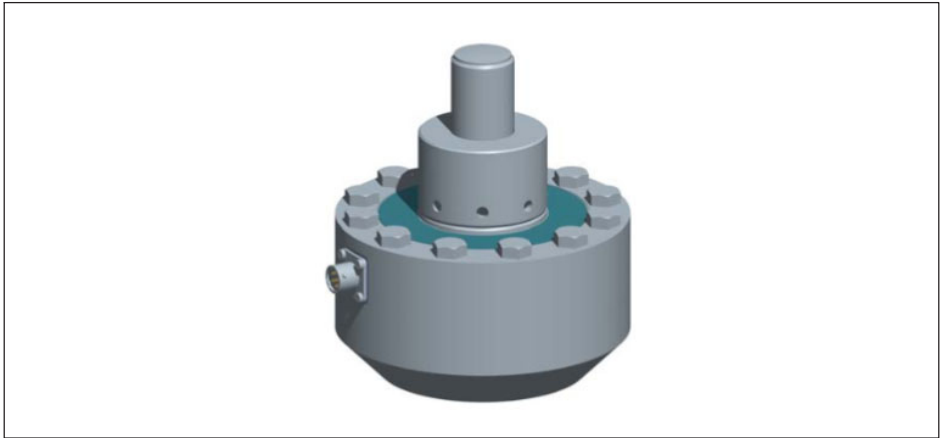


Abb. 3.1 Lieferzustand der U15 mit Lasteinleitungsbolzen und Fußadapter

Der Kraftaufnehmer ist in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

#### 1. Nennkraft

Sie können die Kraftaufnehmer in Nennkräften zwischen 2,5 kN und 2,5 MN beziehen. Die Nennkraft ist die Kraft, bei der der Sensor den auf dem Typenschild angegebenen Kennwert als Ausgangssignal zur Verfügung stellt.

#### 2. Anzahl der Messbrücken

Sie können den Kraftaufnehmer mit Einfachbrücke (SB) beziehen, dann wird die U15 mit einer Messbrücke geliefert. Optional steht die Doppelbrückenausführung (DB) zur Verfügung. Dann wird die U15 mit zwei galvanisch getrennten Brückenschaltungen geliefert.

#### 3. Aufnehmeridentifikation

Sie können den Kraftaufnehmer mit einer Aufnehmeridentifikation („TEDS“) beziehen. TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) ermöglicht Ihnen, die Aufnehmerdaten (Kennwerte) in einem Chip zu hinterlegen, der von einem angeschlossenen Messgerät ausgelesen werden kann. Bei der Doppelbrückenausführung erhält jede Messbrücke einen eigenen TEDS *siehe auch Kapitel 9 „Aufnehmer-Identifikation TEDS“, Seite 27.*

#### 4. Steckerschutz

Auf Wunsch montieren wir einen Steckerschutz, der aus einem massiven Vierkantröhr besteht (bei Nennkraft 2.5 MN Rundrohr), so dass der Stecker vor mechanischer Beschädigung geschützt ist.

## 5. Steckerausführung

Der Kraftaufnehmer wird in der Standardausführung mit einem Bajonettstecker ausgeliefert. Auf Wunsch ist stattdessen ein Gewindestecker erhältlich.

## 6. Kennwertjustage

Der exakte Kennwert ist auf dem Typenschild und im beiliegenden Prüfprotokoll angegeben. Der Aufnehmer kann ab Werk auf Wunsch mit einem Kennwert von 2 mV/V (alle Kraftaufnehmer mit Nennkräften bis einschließlich 10 kN) beziehungsweise 3 mV/V (alle Kraftaufnehmer mit Nennkräften größer als 10 kN) abgeglichen werden. Der Kennwertbereich eines nicht justierten Aufnehmers liegt zwischen 2 und 3 mV/V (Alle Kraftaufnehmer mit Nennkräften bis einschließlich 10 kN) bzw. zwischen 4 und 4,8 mV/V (alle Kraftaufnehmer mit Nennkräften größer als 10 kN). Bitte beachten Sie den Eingangsbereich Ihres Messverstärkers.

## 4 ALLGEMEINE ANWENDUNGSHINWEISE

---

Die Kraftaufnehmer sind für Messungen von Zug- und Druckkräften geeignet. Sie messen statische und dynamische Kräfte mit hoher Genauigkeit und verlangen daher eine umsichtige Handhabung. Besondere Aufmerksamkeit erfordern hierbei Transport und Einbau. Stöße oder Stürze können zu permanentem Schaden am Aufnehmer führen.

Die Grenzen für die zulässigen mechanischen, thermischen und elektrischen Beanspruchungen sind im *Kapitel 11 „Technische Daten (VDI/VDE 2638, bzw. ISO376)“*, Seite 30 aufgeführt. Bitte berücksichtigen Sie diese unbedingt bei der Planung der Messanordnung, beim Einbau und letztendlich im Betrieb.

### 5.1 Funktionsweise der Kraftaufnehmer

Der Messkörper ist ein Verformungskörper aus Stahl (für Nennkräfte ab 25 kN) oder hochfestem Aluminium (für Nennkräfte bis 10 kN), auf dem Dehnungsmessstreifen (DMS) angebracht sind. Für jeden Messkreis sind die DMS so angebracht, dass vier von ihnen gedehnt und vier gestaucht werden, wenn eine Kraft auf den Aufnehmer wirkt.

Die DMS ändern proportional zu ihrer Längenänderung ihren ohmschen Widerstand und verstimmen die Wheatstone-Brücke. Liegt eine Speisespannung an der Brücke an, liefert die Schaltung ein Ausgangssignal, das proportional zur Widerstandsänderung ist und somit auch proportional zur aufgebrachten Kraft. Die Anordnung der DMS ist so gewählt, dass parasitäre Kräfte oder Momente sowie Temperatureinflüsse weitestgehend kompensiert werden.

### 5.2 DMS-Abdeckung

Zum Schutz der DMS verfügen die Kraftaufnehmer über dünne Abdeckbleche, die am Boden und auf der Oberseite eingeschweißt (Stahlausführungen, Nennkräfte größer ab 25 kN) bzw. eingeklebt (Aluminiumausführungen, Nennkräfte bis einschließlich 10 kN) sind. Dieses Verfahren bietet einen hohen Schutz der DMS gegen Umwelteinflüsse. Um die Schutzwirkung nicht zu gefährden, dürfen diese Bleche keinesfalls entfernt oder beschädigt werden.

Schützen Sie den Aufnehmer vor Witterungseinflüssen wie beispielsweise Regen, Schnee, Eis und Salzwasser.

### 6.1 Umgebungstemperatur

Die Temperatureinflüsse auf das Nullsignal sowie auf den Kennwert sind kompensiert.

Um optimale Messergebnisse zu erzielen, müssen Sie den Nenntemperaturbereich einhalten. Die Anordnung der DMS bewirkt konstruktionsbedingt eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturgradienten. Trotzdem wirken sich konstante, sich allenfalls langsam ändernde Temperaturen günstig auf die Genauigkeit aus. Ein Strahlungsschild und allseitige Wärmedämmung bewirken merkliche Verbesserungen. Sie dürfen keinen Kraftnebenschluss bilden.

### 6.2 Feuchtigkeits- und Korrosionsschutz

Die Kraftaufnehmer sind hermetisch gekapselt und deshalb sehr unempfindlich gegen Feuchtigkeit.

Die Schutzklasse der Sensoren hängt von der Wahl des elektrischen Anschlusses ab. In der Standardausführung mit Bajonettstecker erreicht der Sensor die Schutzart IP67 nach DIN EN 60259 (Prüfbedingungen: 0,5 Stunden unter 1 m Wassersäule). Diese Angabe gilt, wenn der Stecker angeschlossen ist.

Mit der Ausführung „Gewindestecker“ wird die Schutzart IP64 erreicht.

Bei Kraftaufnehmern aus nichtrostendem Stahl ist zu beachten, dass Säuren und alle Stoffe, die Ionen freisetzen, auch nichtrostende Stähle und deren Schweißnähte angreifen. Die dadurch eventuell auftretende Korrosion kann zum Ausfall des Kraftaufnehmers führen. In diesem Fall sind entsprechende Schutzmaßnahmen vorzusehen.



#### Information

*Wir empfehlen, den Sensor vor dauerhafter Feuchteinwirkung und Witterung zu schützen.*

### 6.3 Ablagerungen

Staub, Schmutz und andere Fremdkörper dürfen sich nicht so ansammeln, dass sie einen Teil der Messkraft umleiten und dadurch den Messwert verfälschen (Kraftnebenschluss).

### 7.1 Wichtige Vorkehrungen beim Einbau

- Behandeln Sie den Aufnehmer schonend.
- Beachten Sie die Anforderungen an die Krafteinleitungsteile entsprechend den nachfolgenden Kapiteln dieser Anleitung.
- Es dürfen keine Schweißströme über den Aufnehmer fließen. Sollte diese Gefahr bestehen, so müssen Sie den Aufnehmer mit einer geeigneten niederohmigen Verbindung elektrisch überbrücken. Hierzu bietet HBK z.B. das hochflexible Erdungskabel EEK an, das oberhalb und unterhalb des Aufnehmers angeschraubt wird.
- Stellen Sie sicher, dass der Aufnehmer nicht überlastet werden kann.

#### **WARNUNG**

*Bei einer Überlastung des Aufnehmers besteht die Gefahr, dass der Aufnehmer bricht. Dadurch können Gefahren für das Bedienpersonal der Anlage auftreten, in die der Aufnehmer eingebaut ist.*

*Treffen Sie geeignete Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung einer Überlastung oder zur Sicherung gegen sich daraus ergebende Gefahren. Die maximalen möglichen mechanischen Belastungen, insbesondere die Bruchkraft, sind in den technischen Daten vermerkt (siehe Kapitel 11 „Technische Daten (VDI/VDE 2638, bzw. ISO376)“, Seite 30).*

*Beachten Sie beim Einbau und während des Betriebs des Aufnehmers die maximalen parasitären Kräfte - Querkräfte, Biege- und Drehmomente - und die maximal zulässige Belastbarkeit der verwendeten Krafteinleitungsteile.*

---

### 7.2 Allgemeine Einbaurichtlinien

Die zu messenden Kräfte müssen möglichst genau in Messrichtung auf den Aufnehmer wirken. Dreh- und Biegemomente, außermittige Belastungen und Querkräfte können zu Messfehlern führen und bei Überschreitung der Grenzwerte den Aufnehmer zerstören.

Die kundenseitigen Konstruktionselemente müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- Die obere und untere Krafteinleitung müssen möglichst genau in einer Achse angeordnet sein. Durch Zentrierhilfen an der Unterseite wird der Einbau erleichtert. Der Zentrierdurchmesser entspricht dem Maß P, die nutzbare Zentriertiefe beträgt 3 mm.
- Die im Innengewinde des Adapters angebrachte Durchschraubsicherung darf nicht entfernt werden.
- Das (kundenseitige) Außengewinde, zum Anschluss an das untere Innengewinde des Sensors, muss eine Gewindetoleranz von 6g einhalten.
- Die Gewinde müssen vor dem Einschrauben von Ablagerungen gesäubert und mit graphitfreiem Fett benetzt werden.

- Beachten Sie, dass während der Montage und im Betrieb die maximalen Querkräfte, Biegemomente und Grenzkkräfte nicht überschritten werden. Exzentrische Last-einleitungen führen zu Biegemomenten.

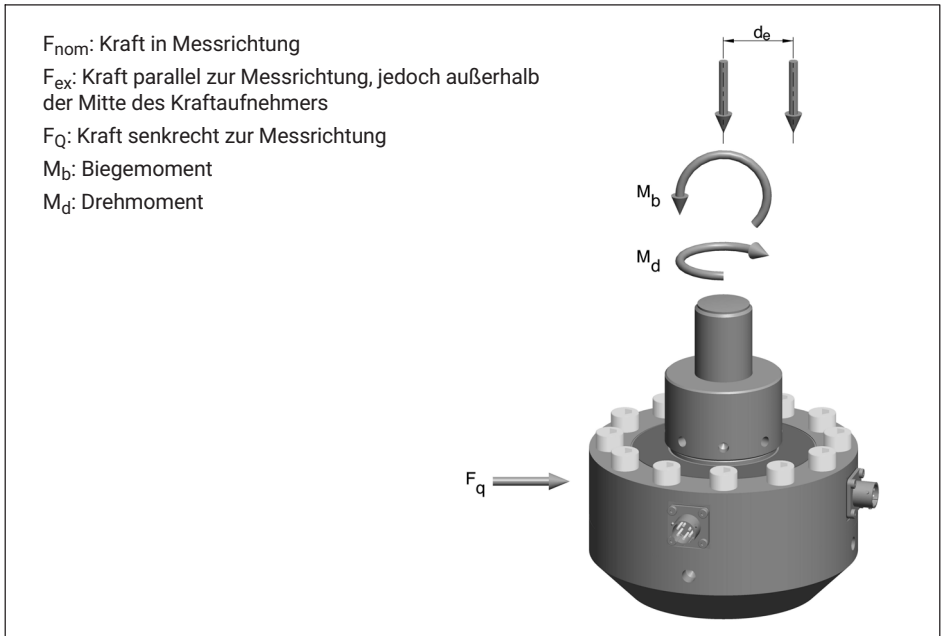


Abb. 7.1 Parasitäre Lasten

Die U15 ist ein Transfernnormal hoher Qualität. Es empfiehlt sich, die Kalibrierung des Sensors immer mit den Einbauteilen durchführen zu lassen, mit denen der Einsatz des Sensors geplant ist. Minimale Messunsicherheit wird erreicht, wenn Sie die Kalibrierung der Messkette in Auftrag geben.

Für Kraftaufnehmer aus Stahl (Nennkräfte ab 25 kN) gilt: Zur Erzielung der vollen Dauerfestigkeit muss ein Werkstoff mit ausreichender Zugfestigkeit (min.  $R_p, 0,2 = 900 \text{ N/mm}^2$ ) und Härte (min. 40 HRC) verwendet werden. Bei den Nennkräften 500 kN bis 2,5 MN empfehlen wir den Einsatz von schlussgerollten Gewinden.





## Information

Wollen Sie den Sensor zur Messung alternierender Wechsellasten benutzen, so empfehlen wir Ihnen, die Gewinde vorzuspannen. (siehe Kapitel 7.3) Die Vorspannung dient ausschließlich dem Schutz der Gewinde, die im nicht vorgespannten Einbau bei dauerhafter alternierender Wechsellast beschädigt werden können. Sie können den Sensor ohne Vorspannung ohne Einschränkung der Genauigkeit verwenden, wenn nur wenige alternierende Lasten gemessen werden sollen. Messen Sie nur im Zugbereich oder nur im Druckbereich, können Sie auf eine Vorspannung verzichten.

### 7.3 Montage mit Vorspannung

Soll die U15 dauerhaft für die Messung alternierender Wechsellasten eingesetzt werden (Zug- und Druckkräfte), so empfehlen wir, die Anschlussgewinde mit einer Vorspannkraft zu montieren, die die größte zu messende Kraft um mindestens 10% überschreitet.

Hierzu bieten sich zwei Methoden an:

#### 1. Vorspannung durch definiertes Anzugsmoment

Diese Methode kann für alle Sensoren bis zu einer Nennkraft von 50 kN angewendet werden.

- ▶ Krafteinleitungsteil bis zum Anschlag auf den oberen Lasteinleitungsbolzen aufschrauben bzw. in das untere Innengewinde des Adapters einschrauben.
- ▶ Krafteinleitungsteile zwei Umdrehungen zurückdrehen.
- ▶ Krafteinleitungsteil mit definiertem Anzugsmoment vorspannen.

Nennkraft in kN	Anzugsmoment $M_A$ in N·m	Einschraubtiefe in das Innengewinde des Adapters in mm
2,5	17	26,4
5	35	26,4
10	68	26,4
25	135	26,4
50	135	26,4

#### 2. Vorspannung durch Zugkräfte

Mit dieser Methode können Kraftaufnehmer mit beliebiger Nennkraft montiert werden. Die Vorgehensweise ist bei dynamischer Dauerbelastung für Kraftaufnehmer ab 100 kN immer anzuwenden, da bei der *Methode 1.* das für die Kontermutter benötigte Drehmoment zu groß werden würde.

- ▶ Kontermuttern auf das Lasteinleitungsteil, zum Anschluss an das Innengewinde im unteren Adapter bzw. auf den Lasteinleitungsbolzen an der oberen Seite der U15, schrauben. Lasteinleitung so weit wie möglich einschrauben (bis zum Anschlag).

- ▶ Krafteinleitungsteil zwei Umdrehungen zurückdrehen.
- ▶ Kraftaufnehmer auf maximal 120% der maximalen Betriebskraft in Zugrichtung belasten. Die nachfolgende Tabelle zeigt die aufzubringenden Zugkräfte, wenn der Aufnehmer später mit der Nennkraft belastet werden soll. Bei Einsatz im Teilkraftbereich können Sie entsprechend geringere Zugkräfte verwenden. Zur Messung der Vorspannkraft kann der Kraftaufnehmer verwendet werden, der montiert wird.

Nennkraft	Aufzubringende Zugkraft
2.5 kN	3 kN
5 kN	6 kN
10 kN	12 kN
25 kN	30 kN
50 kN	60 kN
100 kN	120 kN
250 kN	300 kN
500 kN	600 kN
1 MN	1.2 MN
2.5 MN	3 MN

- ▶ Beide Kontermuttern von Hand festziehen.
- ▶ Kraftaufnehmer entlasten

## 7.4 Montage mit Gelenkösen

Bei dieser Montagevariante werden Gelenkösen verwendet. Diese Einbauhilfen verhindern die Einleitung von Drehmomenten und - bei Verwendung von zwei Gelenkösen - auch von Biegemomenten sowie von Quer- und Schrägbelastungen in die Aufnehmer.

Eine Vorspannung der Gelenkösen ist nicht möglich. Gelenkösen sind bei Ausnutzung der vollen Schwingbreite nicht dauerfest. Durch die Ausführung der U15 lassen sich Gelenkösen ohne Genauigkeitsverlust verwenden.

Wir empfehlen, die Gelenkaugen um 90 Grad versetzt zu montieren, um Biegemomente aus beliebiger Richtung aus dem Sensor fern zu halten.

Montieren Sie die Gelenkösen, wie folgt:

- ▶ Gelenköse bis zum Anschlag einschrauben.
- ▶ Gelenköse ca. zwei Umdrehungen zurückschrauben

Die Abmessungen der Gelenkösen, sowie die Maße der U15 mit Gelenkösen finden Sie in den technischen Daten (*Kapitel 11 „Technische Daten (VDI/VDE 2638, bzw. ISO376)“*, Seite 30).

## Hinweise zur Montage mit Gelenkösen

### 1. Durchmesser der Welle

Bei der Verwendung des Sensors mit einseitig oder beidseitig montierten Gelenkösen ist auf die richtige Dimensionierung der Welle zu achten.

In den folgenden Tabellen finden Sie die Durchmesser der Gelenkaugen und der passenden Wellen mit ihren jeweils empfohlenen Toleranzen.

### Gelenköse mit Innengewinde

Gelenkösen	Nenndurchmesser	Passung Bohrung	Empfohlene Passung Welle
1-Z4/20kN/ZGOW	16	H7	g6
1-ZGIM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	f7
1-ZGIM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	
1-ZGIM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$	

Tab. 7.1 Empfohlene Passungen/Toleranzen für Welle und Bohrung – Gelenköse mit Innengewinde

### Gelenköse mit Außengewinde

Gelenkösen	Nenndurchmesser	Passung Bohrung	Empfohlene Passung Welle
1-Z4/20kN/ZGUW	16	H7	g6
1-ZGAM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	f7
1-ZGAM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	
1-ZGAM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$	

Tab. 7.2 Empfohlene Passungen/Toleranzen für Welle und Bohrung – Gelenköse mit Außengewinde

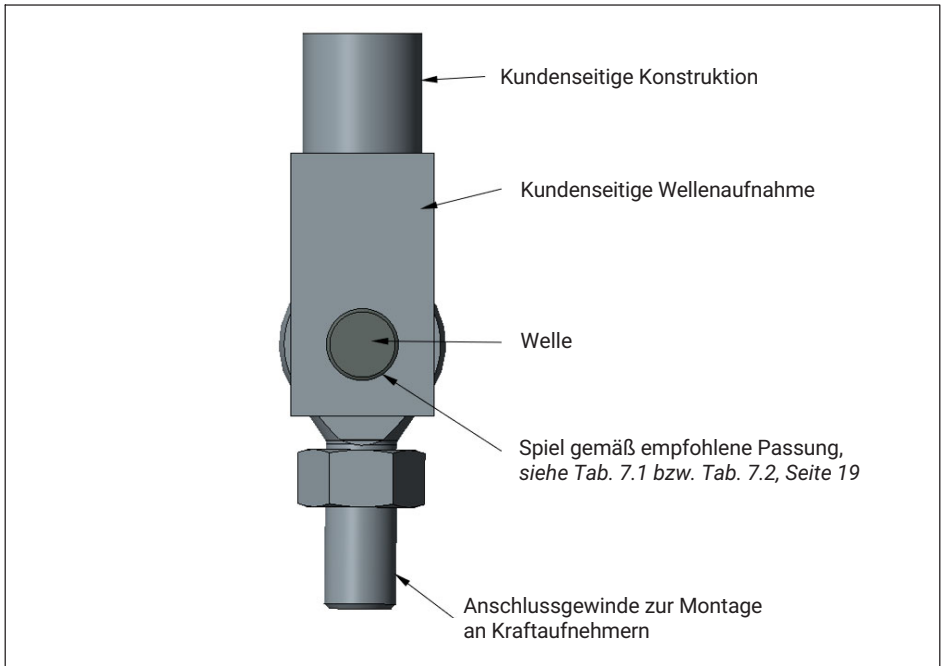


Abb. 7.2 Beispielhafte Darstellung Montage mit Gelenköse

**⚠ VORSICHT**

Wird eine Welle mit zu kleinem Durchmesser verwendet kommt es zu einer linienförmigen Belastung innerhalb des Lagers der Gelenköse. Damit ist die innere Lagerschale überlastet, was zu Beschädigungen und bei hohen Kräften zum Bruch des Gelenkösenlagers führen kann.

Wählen Sie die Welle entsprechend der Empfehlungen der Montageanleitung aus.

2. Abstand zwischen Gelenköse und Wellenlagerung

Die Welle muss mit geeignetem Spiel zwischen der Gelenköse und der Wellenlagerung gestützt werden.

**⚠ VORSICHT**

Ist der Abstand zwischen Gelenköse und Wellenlagerung zu groß, werden Biegemomente in der Welle erzeugt, was zu einer Verformung der Welle führt. Diese Verformung belastet die innere Lagerschale punktförmig am Rand, was zu Beschädigungen oder zum Bruch der Gelenköse oder der Welle führen kann. Wählen Sie das Spiel entsprechend den Empfehlungen der Montageanleitung aus.

---

Zur Bestimmung des Spiels zwischen Gelenköse und Wellenlagerung kann die folgende Faustregel verwendet werden:

Wellendurchmesser	Gelenkösen-Lager-Spiel
≤30 mm	1/10 des Nenndurchmessers
>30 mm	1/20 des Nenndurchmessers

Tab. 7.3 Faustregel zur Bestimmung des Gelenköse-Wellenlagerung-Spiels

Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen für das Spiel zwischen Gelenköse und Wellenlagerung:

Gelenköse	Gelenkösen-Wellenlagerung-Spiel
1-Z4/20kN/ZGOW	1,6 mm
1-Z4/20kN/ZGUW	
1-ZGIM33F	2,5 mm
1-ZGAM33F	
1-ZGIM42F	3 mm
1-ZGAM42F	
1-ZGIM72F	4,5 mm
1-ZGAM72F	

Tab. 7.4 Empfehlungen für Gelenkösen-Wellenlagerung-Spiel

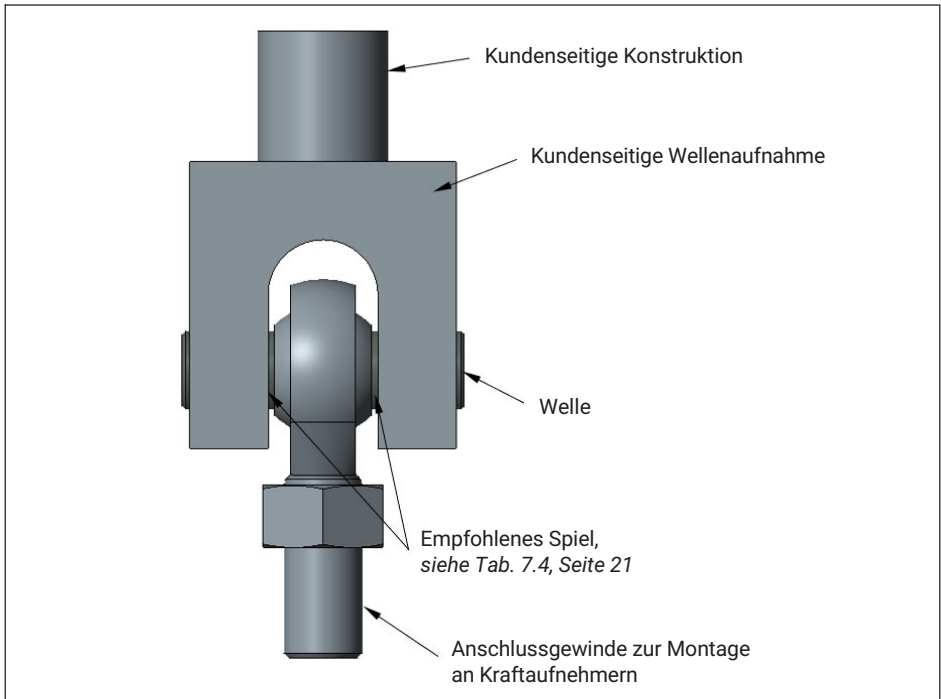


Abb. 7.3 Beispielhafte Darstellung Montage mit Gelenköse

### 3. Oberflächengüte und Härte der Welle

Es wird eine Oberflächenrauheit von  $\leq 10 \mu\text{m}$  empfohlen.

Die Härte der Welle muss mindestens 50 HRC betragen.

## 7.5 Verwendung der U15 mit Druckstück

Druckstücke verhindern die Einleitung von Drehmomenten, können kleine Schiefstellung ausgleichen, und tragen Sorge, dass Druckkräfte zentrisch eingeleitet werden.

Der obere Lasteinleitungsbolzen ist mit einer balligen Lasteinleitungsfläche versehen. Entsprechende Druckstücke stehen zur Verfügung. Das Druckstück wird einfach auf den Lasteinleitungsbolzen gelegt, der Sensor auf eine ausreichend harte und ebene Fläche gestellt.

Im Kapitel 3 „Lieferumfang und Ausstattungsvarianten“, Seite 8 finden Sie die Bestellnummern der für Ihre U15 passenden Druckstücke. Alle Druckstücke, die HBK zur als Zubehör zur U15 anbietet, entsprechen den Empfehlungen der ISO376.

## 7.6 Verwendung mit Zugkrafteinleitung ZKM

Die Zugkrafteinleitungen ZKM verhindern die Einleitung von Drehmomenten in den Aufnehmer, Biegemomente und Schiefstellung werden ebenfalls nicht eingeleitet.

Die Montage erfolgt sinngemäß wie die Montage der Gelenkösen:

- ▶ Zugkrafteinleitung ZKM bis zum Anschlag in den Aufnehmer bzw. Adapter einschrauben.
- ▶ ZKM zwei Umdrehungen zurückschrauben.

Im Kapitel 3 „Lieferumfang und Ausstattungsvarianten“, Seite 8, finden Sie die Bestellnummern der für Ihre U15 passenden Zugkrafteinleitung ZKM.

Alle Zugkrafteinleitungen ZKM, die HBK zur als Zubehör zur U15 anbietet, entsprechen den Empfehlungen der ISO376.

## 8 ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

---

Zur Messsignalverarbeitung können Messverstärker verwendet werden, die für DMS-Messsysteme ausgelegt sind. Es können sowohl Trägerfrequenz als auch Gleichspannungsverstärker angeschlossen werden.



### Tipp

*Beachten Sie bei der Auswahl Ihres Verstärkersystems das hohe Ausgangssignal der U15. Wählen Sie die Option „Kennwert justiert“, wenn ihr Verstärkersystem nicht für Sensoren mit einem Ausgangssignal von mehr als 3 mV/V ausgelegt ist.*

Die Kraftaufnehmer U15 werden in Sechsheiter-Technik ausgeliefert und sind mit folgenden elektrischen Anschlüssen erhältlich:

- Bajonettanschluss: steckkompatibel zu Anschluss MIL-C-26482 Serie 1 (PT02E10-6P); IP67 (Standardausführung)
- Stecker mit Gewinde: steckkompatibel zu Anschluss MIL-C-26482 Serie 1 (PC02E10-6P); IP64



## 8.1 Anschluss in Sechseiter-Technik

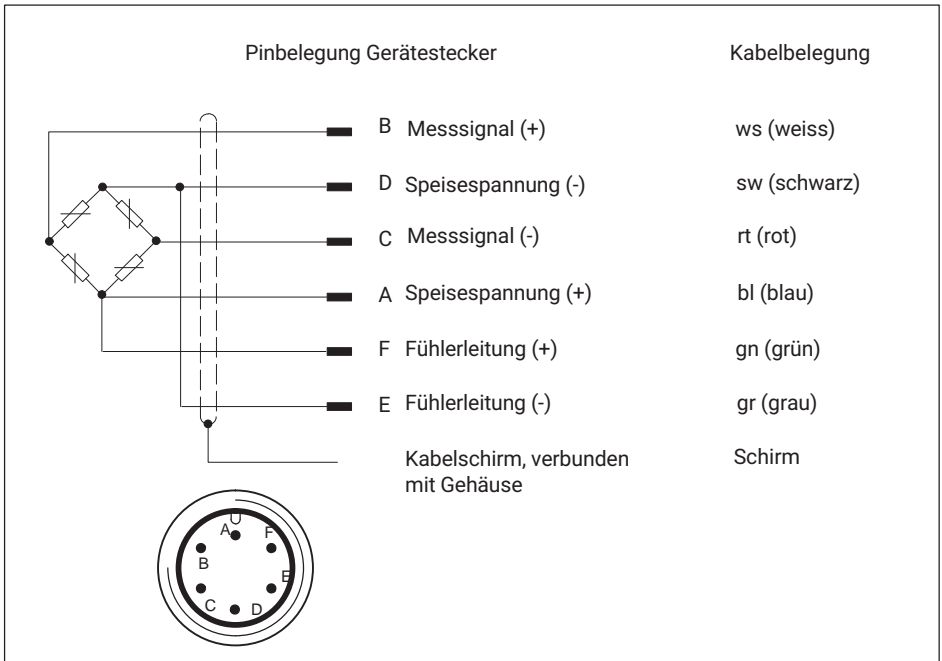


Abb. 8.1 Anschlussbelegung in Sechseiter-Schaltung

Bei dieser Kabelbelegung ist bei Belastung des Aufnehmers in Zugrichtung die Ausgangsspannung am Messverstärker positiv.

Der Kabelschirm ist mit dem Aufnehmergehäuse verbunden. Somit entsteht ein Faraday'scher Käfig, der den Sensor, das Kabel und – insofern richtig verkabelt – den Stecker zum Messverstärker umfasst und so optimale Betriebssicherheit auch im kritischen EMV-Umfeld garantiert.

Verwenden Sie ausschließlich Stecker, die den EMV-Richtlinien entsprechen. Die Schirmung ist dabei

flächlich aufzulegen. Bei anderen Anschlusstechniken ist im Litzenbereich eine EMV-feste Abschirmung vorzusehen, bei der ebenfalls die Schirmung flächlich aufzulegen ist.

## 8.2 Kabelkürzung oder -verlängerung

Die U15 verfügt über einen Stecker, es empfiehlt sich ein unterbrechungsfreies Kabel zu verwenden. Sollte eine Verlängerung unumgänglich sein, achten Sie auf flächige Schirmauflage und niederohmige, mechanisch sichere Kontaktierung.

### 8.3 Anschluss in Vierleiter-Technik

Wenn Sie Aufnehmer, die in Sechsheiter-Technik ausgeführt sind, an Verstärker mit Vierleiter-Technik anschließen, müssen Sie die Fühlerleitungen der Aufnehmer mit den entsprechenden Speisespannungsleitungen verbinden: Kennzeichnung (+) mit (+) und Kennzeichnung (-) mit (-), siehe Abb. 8.1.

Diese Maßnahme verkleinert unter anderem den Kabelwiderstand der Speisespannungsleitungen. Wenn Sie einen Verstärker mit 4-Leiterschaltung einsetzen, sind das Ausgangssignal und die Temperaturabhängigkeit des Ausgangssignals (TKC) von der Länge des Kabels und der Temperatur abhängig. Wenn Sie wie oben beschrieben die 4-Leiterschaltung anwenden, führt dies also zu leicht erhöhten Messfehlern. Ein Verstärkersystem, das mit der 6-Leiterschaltung arbeitet, kann diese Effekte perfekt kompensieren.

Sollten Sie den Sensor mit 4-Leitertechnik einsetzen, so ist dies bei der Kalibrierung unbedingt zu berücksichtigen.

### 8.4 EMV-Schutz

Elektrische und magnetische Felder können eine Einkopplung von Störspannungen in den Messkreis verursachen. Folgendes sollte deshalb beachtet werden:

- Verwenden Sie nur abgeschirmte, kapazitätsarme Messkabel (HBK-Kabel erfüllen diese Bedingungen).
- Legen Sie die Messkabel nicht parallel zu Starkstrom- und Steuerleitungen. Falls das nicht möglich ist, schützen Sie das Messkabel, z.B. durch Stahlpanzerrohre.
- Meiden Sie Streufelder von Trafos, Motoren und Schützen.
- Schließen Sie alle Geräte der Messkette an den gleichen Schutzleiter an.
- Den Kabelschirm immer flächig auf das Steckergehäuse legen.

## 9 AUFNEHMER-IDENTIFIKATION TEDS

---

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) ermöglichen es, die Kennwerte eines Sensors in einen Chip entsprechend der IEEE 1451.4 Norm zu schreiben. Die U15 kann mit TEDS ausgeliefert werden, der dann im Aufnehmergehäuse montiert und verschaltet ist und von HBK vor Auslieferung beschrieben wird.

Der Kraftaufnehmer wird immer mit Prüfprotokoll ausgeliefert.

Wird der Sensor ohne zusätzliche Kalibrierung bei HBK bestellt, so werden die Ergebnisse des Prüfprotokolls im TEDS-Chip hinterlegt, bei einer eventuellen zusätzlich bestellten DAkKS-Kalibrierung werden die Ergebnisse der Kalibrierung in den TEDS-Chip abgelegt.

Der Chip-Inhalt kann mit entsprechender Hard- und Software editiert und geändert werden. Hierzu kann z.B. der Quantum Assistent oder auch die DAQ Software CATMAN von HBK dienen. Bitte beachten Sie die Bedienungsanleitungen dieser Produkte.

## 10 AUSFÜHRUNGEN UND BESTELLNUMMERN

### Bestellcodes und Messbereiche

Code	Nennkraft
<b>2k50</b>	2,5 kN
<b>5k00</b>	5 kN
<b>10k0</b>	10 kN
<b>25k0</b>	25 kN
<b>50k0</b>	50 kN
<b>100k</b>	100 kN
<b>250k</b>	250 kN
<b>500k</b>	500 kN
<b>1M00</b>	1 MN
<b>2M50</b>	2,5 MN

Messbrückenanzahl	Aufnehmeridentifikation	Steckerschutz	Elektr. Anschlussbrücke A	Elektr. Anschlussbrücke B	Kennwert
Einfachbrücke <b>SB</b>	Ohne TEDS <b>S</b>	Ohne Steckerschutz <b>U</b>	Bajonettstecker <b>B</b>	Bajonettstecker <b>B</b>	Justiert <b>J</b>
Doppelbrücke <b>DB</b>	Mit TEDS <b>T</b>	Mit Steckerschutz <b>P</b>	Gewindestecker <b>G</b>	Gewindestecker <b>G</b>	Nicht justiert <b>U</b>

Bestellbeispiel:

<b>K-U15-</b>	<b>2M50-</b>	<b>SB-</b>	<b>S-</b>	<b>U-</b>	<b>B-</b>	<b>U</b>
---------------	--------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------

Das Bestellbeispiel zeigt eine U15 mit einer Nennkraft von 2,5 MN mit einer Messbrücke (Einfachbrücke), ohne Aufnehmeridentifikation (TEDS), Bajonettstecker und einem nicht abgeglichenem Kennwert.

<b>Messbrückenanzahl</b>	Aus Redundanzgründen ist es in sicherheitsrelevanten Einrichtungen nötig, die Plausibilität des Messsignals durch eine zweite Messbrücke zu überprüfen. Über zwei getrennte Messverstärker werden dann die Signale unabhängig voneinander aufbereitet und ausgewertet. So besteht auch die Möglichkeit, zwei Messverstärker mit verschiedenen Charakteristika anzuschließen.
<b>Aufnehmer-identifikation</b>	Mit dieser Option können sie einen integrierten TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) bestellen, der in der U15 eingebaut ist. Entsprechende Verstärkerelektronik vorausgesetzt, liest das Verstärkersystem diesen Chip aus und parametriert sich automatisch.
<b>Steckerschutz</b>	Mechanischer Schutz durch Montage eines zusätzlichen massiven Vierkantprofils (Bei Nennkraft 2,5 MN Rohrprofil) um den Stecker-Standardausführung ist der Gerätestecker mit Bajonettanschluss (PT02E 10-6P-kompatibel). Wahlweise können Sie auch einen schraubbaren Gerätestecker (PC02E 10-6P-kompatibel) bestellen.
<b>Elektrischer Anschluss Brücke A</b>	Standardausführung ist der Gerätestecker mit Bajonettanschluss (PT02E 10-6P-kompatibel). Wahlweise können Sie auch einen schraubbaren Gerätestecker (PC02E 10-6P-kompatibel) bestellen.
<b>Elektrischer Anschluss Brücke B</b>	Standardausführung ist der Gerätestecker mit Bajonettanschluss (PT02E 10-6P-kompatibel). Wahlweise können Sie auch einen schraubbaren Gerätestecker (PC02E 10-6P-kompatibel) bestellen
<b>Kennwert</b>	Standardausführung ist ein nicht justierter (abgeglicher) Kennwert. Bei allen Sensoren mit Nennkräften größer als 10 kN liegt das Ausgangssignal bei Nennkraft zwischen 4 und 4,8 mV/V. Bei allen Kraftaufnehmern mit Nennkräften bis einschließlich 10 kN liegt das Ausgangssignal zwischen 2 und 3 mV/V. Wenn Sie die Option 'Kennwert justiert' wählen, wird der Kennwert auf 3 mV/V (Alle Aufnehmer größer als 10 kN) bzw 2 mV/V (alle Aufnehmer bis einschließlich 10 kN) abgeglichen. Beachten Sie bitte den Eingangsbereich Ihres Verstärkers.

# 11 TECHNISCHE DATEN (VDI/VDE 2638, BZW. ISO376)

Nennkraft	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2,5
<b>Genauigkeitsangaben nach ISO376</b>												
<b>Klassengenauigkeit nach ISO376 im Kraftmessbereich 10 % - 100 %</b>			0,5									
<b>Vergleichspräzision (20 % - 100 % von F<sub>nom</sub>)</b>	b	%	0,05								0,1	
<b>Vergleichspräzision bei 10 % von F<sub>nom</sub></b>	b	%	0,1									
<b>Wiederholpräzision (20 % - 100 % von F<sub>nom</sub>)</b>	b`	%	0,02									
<b>Wiederholpräzision bei 10 % von F<sub>nom</sub></b>	b`	%	0,05									
<b>Interpolationsabweichung (10 % - 100 %)</b>	f <sub>c</sub>	%	0,01			0,04				0,05		
<b>Nullpunktabweichung</b>	f <sub>0</sub>	%	0,01								0,02	
<b>Umkehrspanne (10 % - 100 %)</b>	v	%	0,07			0,09		0,1			0,15	
<b>Kriechen</b>	c	%	0,01									0,02
<b>Genauigkeit nach VDI/VDE 2638</b>												
<b>HBK-Genauigkeitsklasse</b>			0,02			0,03		0,035			0,05	
<b>Relative Spannweite in unveränderter Einbaulage</b>	b <sub>rg</sub>	%	0,02									
<b>Rel. Umkehrspanne (Hysterese) bei 0,4 F<sub>nom</sub> (bezogen auf den Messbereichsendwert)</b>	v <sub>0,4</sub>	%	0,015			0,03		0,03			0,05	

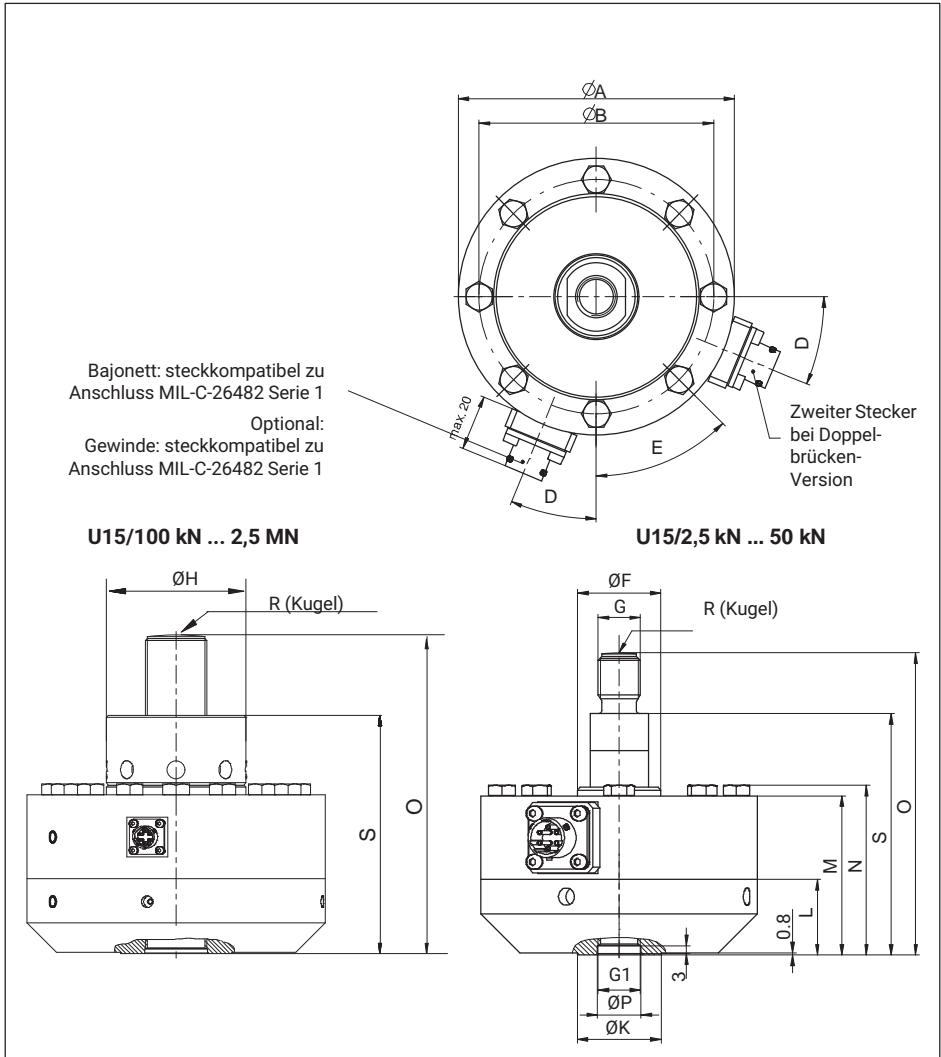
Nennkraft	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN										1	2,5
Linearitätsabweichung	d <sub>lin</sub>	%	0,02			0,025		0,035			0,05		
Rel. Nullpunktrückkehr		%	0,01								0,02		
Relatives Kriechen	d <sub>crf+E</sub>	%	0,01									0,02	
Biegemomenteinfluss bei 10% F <sub>nom</sub> * 10mm	d <sub>Mb</sub>	%	0,01										
Querkrafteinfluss (Querkraft = 10% v. F <sub>nom</sub> )	d <sub>Q</sub>	%	0,01										
Temperatureinfluss auf den Kennwert	TK <sub>C</sub>	%/10K	0,015										
Temperatureinfluss auf das Nullsignal	TK <sub>0</sub>		0,0075										
<b>Elektrische Kennwerte</b>													
Kennwertbereich	C	mV/V	2...3				4...4,8						
Nennkennwert (mit Option "Kennwert justiert")	C <sub>nom</sub>		2				3						
Kennwertabweichung, nur mit der Option "Kennwert justiert"	d <sub>c</sub>	%	0,1										
Relative Abweichung des Nullsignals	d <sub>s,0</sub>	%	1										
Kennwertunterschied Zug/Druck	d <sub>zd</sub>	%	0,2										
Eingangswiderstand	R <sub>e</sub>	Ω	>345										
Ausgangswiderstand	R <sub>a</sub>	Ω	220...360										

Nennkraft	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2,5
<b>Ausgangswiderstand mit Option "Kennwert justiert"</b>	R <sub>a</sub>	Ω	365±0,5									220... 360
<b>Isolationswiderstand</b>	R <sub>is</sub>	GΩ	>2									
<b>Gebrauchsbereich der Speisespannung</b>	B <sub>U,G</sub>	V	0,5...12									
<b>Referenzspeisespannung</b>	U <sub>ref</sub>	V	5									
<b>Anschluss</b>		6-Leiterschaltung										
<b>Temperatur</b>												
<b>Referenztemperatur</b>	T <sub>ref</sub>	°C [°F]	23 [73,4]									
<b>Nenntemperaturbereich</b>	B <sub>T,nom</sub>		-10...+45 [14...113]									
<b>Gebrauchstemperaturbereich</b>	B <sub>T,g</sub>		-30...+85 [-22...+185]									
<b>Lagertemperaturbereich</b>	B <sub>T,S</sub>		-30...+85 [-22...185]									
<b>Mechanische Kenngrößen</b>												
<b>Maximale Gebrauchskraft</b>	F <sub>G</sub>	% von F <sub>nom</sub>	120									
<b>Grenzkraft</b>	F <sub>L</sub>		120									
<b>Bruchkraft</b>	F <sub>B</sub>		>200									
<b>Grenzdrehmoment</b>	M <sub>G max</sub>	N*m	15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
<b>Grenzbiegemoment</b>	M <sub>b max</sub>		15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
<b>Statische Grenzquerkraft</b>	F <sub>q</sub>	% von F <sub>nom</sub>	50									
<b>Nennmessweg</b>	s <sub>nom</sub>	mm	0,04			0,06			0,08	0,1	0,12	0,18
<b>Grundresonanzfrequenz</b>	f <sub>G</sub>	kHz	2,7	3,8	5,6	5,3	7,5	4,3	5,8	4,9	4	2,82
<b>Relative zulässige Schwingbeanspruchung</b>	f <sub>rb</sub>	% von F <sub>nom</sub>	100									



Nennkraft	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2,5	
Steifigkeit	C <sub>ax</sub>	10 <sup>5</sup> N/ mm	0,625	1,25	2,5	4,17	8,33	16,7	31,3	50	83,3	139	
<b>Allgemeine Angaben</b>													
Schutzart nach EN 60529, mit Bajonettstecker (Standardausführung), Buchse am Sensor angeschlossen			IP67										
Schutzart nach EN 60529, mit Option "Gewindestecker"			IP64										
Federkörperwerkstoff			Aluminium				rostfreier Stahl						
Messstellenschutz			Messkörper dicht verklebt				hermetisch verschweißter Messkörper						
<b>Mechanische Schockbeständigkeit nach IEC 60068-2-6</b>													
Anzahl		n	1000										
Dauer		ms	3										
Beschleunigung		m/s <sup>2</sup>	1000										
<b>Schwingbeanspruchung nach IEC 60068-2-27</b>													
Frequenzbereich		Hz	5...65										
Dauer		min	30										
Beschleunigung		m/s <sup>2</sup>	150										
Gewicht	m	kg	1,4		3,3		10,5		27		73		226
	m	lbs	3,1		7,3		23,1		59,5		161		498

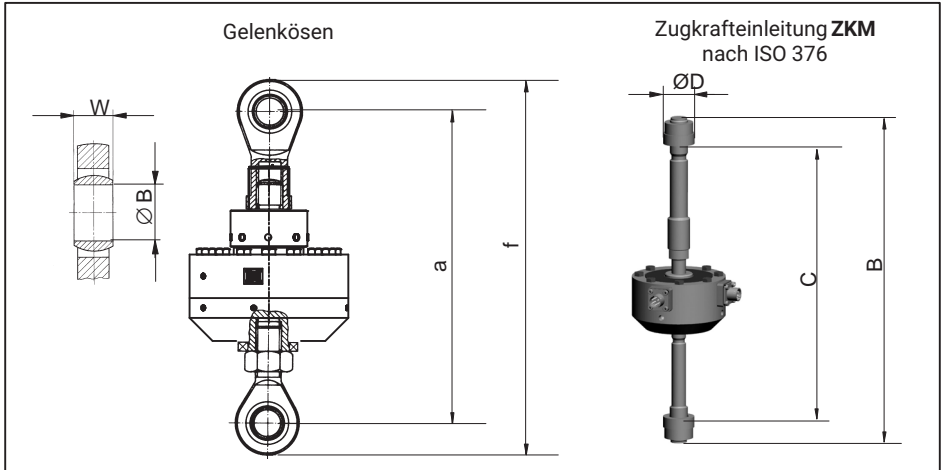
## 12 ABMESSUNGEN U15



Nennkraft	ØA	ØB	D	E	ØF	G	G1	ØH	ØK	L
2,5 kN - 10 kN	104,8	88,9	22,5°	45°	30,4	M16x2-6g	M16x2-4H 22,1 tief	-	31,8	28,6
25 kN - 50 kN	104,8	88,9	22,5°	45°	31,5	M16x2-6g	M16x2-4H 22,1 tief	-	31,8	28,6
100 kN - 250 kN	153,9	130,3	15°	30°	-	M33x2-6g	M33x2-4H 35,6 tief	67,3	57,2	44,5
500 kN	203,2	165,1	11,25°	22,5°	-	M42x2-6g	M42x2-4H 44,5 tief	95,5	76,2	50,8
1 MN	279	229	11,25°	22,5°	-	M72x2-6g	M72x2-4H 69,8 tief	135	114	76,2
2,5 MN	390	322	7,5°	15°	-	M120x4-4H		190	190	127

Nennkraft	M	N	S	ØPH <sup>8</sup>	R	O
2,5 kN - 10 kN	60,3	64,3	91,5	16,5	60	114,5
25 kN - 50 kN	60,3	64,3	91,5	16,5	60	114,5
100 kN- 250 kN	85,9	95,9	131,5	33,5	160	174,5
500 kN	108	120	162,3	43	160	217,3
1 MN	152,4	168,4	230,1	73	400	307,3
2,5 MN	239	261	351,5	123	600	465,3

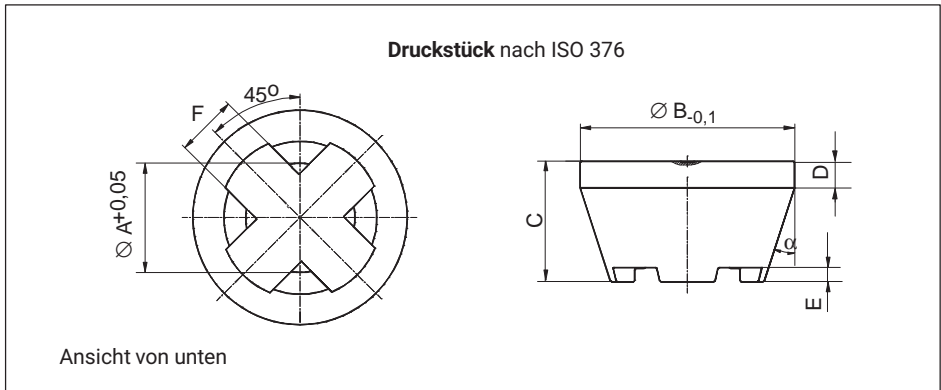
## Krafteinleitungsteile für Zugbelastung



Typ	ZKM Bestellnummer	B	C		ØD
			min	max	
U15/2,5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZKM	ca. 372	ca. 277	ca. 313	35
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/ZKM	ca. 478	ca. 364	ca. 404	64
U15/500kN	1-U15/500kN/ZKM	ca. 650	ca. 447	ca. 539	90
U15/1MN	1-U15/1MN/ZKM	ca. 833	ca. 549	ca. 679	120
U15/2.5MN	1-U15/2.5MN/ZKM	ca. 1429	ca. 987	ca. 1129	235

Typ	Gelenköse oben / unten Bestellnummer	a	f	W	ØB
U15/2,5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZGOW / 1-Z4/20kN/ ZGUW	ca. 209	ca. 246	21	16
U15/100kN-250kN	1-ZGIM33F / 1-ZGAM33F	ca. 362	ca. 488	35	50
U15/500kN	1-ZGIM42F / 1-ZGAM42F	ca. 418	ca. 554	44	60
U15/1MN	1-ZGIM72F / 1-ZGAM72F	ca. 588	ca. 792	60	90

## Krafteinleitungsteile für Druckbelastung



Typ	Druckstück Bestellnummer	Gewicht (kg)	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	D	E	F	$\alpha$
U15/2,5kN- 50kN	1-EDO4/20kN	ca. 0,34	16,2	48	29	8	5	8	18°
U15/100kN -250kN	1-U15/250kN/EDO	ca. 1,3	33,2	80	45	10	5	23	18°
U15/500kN	1-U15/500kN/EDO	ca. 1,3	42,2	80	45	10	5	23	18°
U15/1MN	1-EDO4/500kN	ca. 3,5	72,4	112	68	15	12	30	15°
U15/2.5MN	1-EDO4/2.5MN	ca. 15	120,3	180	104	25	14	54	18°



ENGLISH    DEUTSCH    FRANÇAIS    ITALIANO    中文

## Notice de montage



# U15

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>1</b>	<b>Consignes de sécurité</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Marquages utilisés</b> .....	<b>7</b>
2.1	Marquages utilisés dans le présent document .....	7
<b>3</b>	<b>Étendue de la livraison et variantes d'équipement</b> .....	<b>8</b>
3.1	Étendue de la livraison .....	8
3.2	Accessoires .....	8
3.3	Variantes d'équipement .....	10
<b>4</b>	<b>Consignes générales d'utilisation</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Structure et principe de fonctionnement</b> .....	<b>13</b>
5.1	Fonctionnement des capteurs de force .....	13
5.2	Recouvrement des jauges .....	13
<b>6</b>	<b>Conditions sur site</b> .....	<b>14</b>
6.1	Température ambiante .....	14
6.2	Protection contre l'humidité et la corrosion .....	14
6.3	Dépôts .....	14
<b>7</b>	<b>Montage mécanique</b> .....	<b>15</b>
7.1	Précautions importantes lors du montage .....	15
7.2	Directives de montage générales .....	15
7.3	Montage avec précontrainte .....	17
7.4	Montage avec anneaux à rotule .....	18
7.5	Utilisation du capteur U15 avec pièce d'appui .....	22
7.6	Utilisation avec introduction d'effort en traction ZKM .....	23
<b>8</b>	<b>Raccordement électrique</b> .....	<b>24</b>
8.1	Raccordement en technique six fils .....	25
8.2	Raccourcissement ou rallongement du câble .....	25
8.3	Raccordement en technique quatre fils .....	26
8.4	Protection CEM .....	26



<b>9</b>	<b>Identification du capteur (TEDS) .....</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Versions et numéros de commande .....</b>	<b>28</b>
<b>11</b>	<b>Caractéristiques techniques (VDI/VDE 2638 ou ISO376) .....</b>	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>Dimensions U15 .....</b>	<b>34</b>

# 1 CONSIGNES DE SÉCURITÉ

---

## Utilisation conforme

Les capteurs de force de type U15 sont exclusivement conçus pour la mesure de forces en traction et/ou en compression statiques et dynamiques dans le cadre des limites de charge spécifiées dans les caractéristiques techniques. Toute autre utilisation est considérée comme non conforme.

Pour garantir un fonctionnement sûr, il faut impérativement respecter les instructions de la notice de montage, de même que les consignes de sécurité ci-après et les données indiquées dans les caractéristiques techniques. De plus, il convient, pour chaque cas particulier, de respecter les règlements et consignes de sécurité correspondants.

Les capteurs de force ne sont pas destinés à être mis en œuvre comme éléments de sécurité. Reportez-vous à ce sujet au paragraphe "Mesures de sécurité supplémentaires". Afin de garantir un fonctionnement parfait et en toute sécurité des capteurs de force, il convient de veiller à un transport, un stockage, une installation et un montage appropriés et d'assurer un maniement scrupuleux.

## Limites de capacité de charge

Lors de l'utilisation des capteurs de force, respecter impérativement les données fournies dans les caractéristiques techniques. Les charges maximales indiquées ne doivent notamment en aucun cas être dépassées. Il ne faut pas dépasser les valeurs indiquées dans les caractéristiques techniques pour :

- les forces limites,
- les forces transverses limites,
- les moments de flexion limites,
- les couples limites,
- les forces de rupture,
- les charges dynamiques admissibles,
- les limites de température,
- les limites de charge électrique.

En cas de branchement de plusieurs capteurs de force, il faut noter que la répartition des charges / des forces n'est pas toujours uniforme de sorte qu'un capteur de force peut être surchargé alors que le signal total n'a pas encore atteint la somme des forces nominales des capteurs branchés en parallèle.

## Utilisation en tant qu'éléments de machine

Les capteurs de force peuvent être utilisés en tant qu'éléments de machine. Dans ce type d'utilisation, il convient de noter que les capteurs de force ne peuvent pas présenter les facteurs de sécurité habituels en construction mécanique car l'accent est mis sur la sen-

sibilité élevée. Reportez-vous à ce sujet au paragraphe "Limites de capacité de charge" et aux caractéristiques techniques.

### **Prévention des accidents**

Bien que la force de rupture corresponde à un multiple de la pleine échelle, il est impératif de respecter les directives pour la prévention des accidents du travail éditées par les caisses professionnelles d'assurance accident. Cela s'applique notamment au transport et au montage.

### **Mesures de sécurité supplémentaires**

Les capteurs de force ne peuvent déclencher (en tant que capteurs passifs) aucun arrêt (de sécurité). Il faut pour cela mettre en œuvre d'autres composants et prendre des mesures constructives, tâches qui incombent à l'installateur et à l'exploitant de l'installation.

Lorsque les capteurs de force risquent de blesser des personnes ou endommager des biens suite à une rupture ou un dysfonctionnement, l'utilisateur doit prendre des mesures de sécurité supplémentaires appropriées afin de répondre au moins aux exigences des directives pour la prévention des accidents du travail (par ex. dispositifs d'arrêt automatiques, limiteurs de charge, lanières ou chaînes de sécurité ou tout autre dispositif anti-chute).

L'électronique traitant le signal de mesure doit être conçue de manière à empêcher tout endommagement consécutif à une panne du signal.

### **Risques généraux en cas de non-respect des consignes de sécurité**

Les capteurs de force sont conformes au niveau de développement technologique actuel et présentent une parfaite sécurité de fonctionnement. Les capteurs peuvent représenter un danger s'ils sont montés, installés, utilisés et manipulés de manière incorrecte par du personnel non qualifié. Toute personne chargée de l'installation, de la mise en service, de l'utilisation ou de la réparation d'un capteur de force doit impérativement avoir lu et compris la notice de montage et notamment les informations relatives à la sécurité.

En cas d'utilisation non conforme des capteurs de force, de non-respect de la notice de montage et du manuel d'emploi, ainsi que des présentes consignes de sécurité ou de toute autre consigne de sécurité applicable (par ex. les directives pour la prévention des accidents du travail éditées par les caisses professionnelles d'assurance accident) pour l'usage des capteurs de force, les capteurs de force peuvent être endommagés ou détruits. En cas de surcharges notamment, les capteurs de force peuvent se briser. En outre, la rupture d'un capteur de force peut endommager des biens ou blesser des personnes se trouvant à proximité du capteur de force.

Si les capteurs de force sont utilisés pour un usage non conforme ou que les consignes de sécurité ou encore les prescriptions de la notice de montage ou du manuel d'emploi sont ignorées, cela peut également entraîner une panne ou des dysfonctionnements des capteurs de force. Cela pourrait provoquer des préjudices corporels ou matériels (de par les charges agissant sur les capteurs de force ou celles surveillées par ces derniers).

Les performances du capteur et l'étendue de la livraison ne couvrent qu'une partie des techniques de mesure de force car les mesures effectuées avec des capteurs à jauges (résistifs) supposent l'emploi d'un traitement de signal électronique. La sécurité dans le domaine de la technique de mesure de force doit également être conçue, mise en œuvre et prise en charge par l'ingénieur/le constructeur/l'exploitant de manière à minimiser les dangers résiduels. Il convient de respecter les réglementations nationales et locales en vigueur.

### **Transformations et modifications**

Il est interdit de modifier le capteur sur le plan conceptuel ou celui de la sécurité sans accord explicite de notre part. Nous ne pourrions en aucun cas être tenus responsables des dommages qui résulteraient d'une modification quelconque.

### **Entretien**

Les capteurs de force U15 sont sans entretien.

### **Élimination des déchets**

Conformément aux réglementations nationales et locales en matière de protection de l'environnement et de recyclage, les capteurs hors d'usage doivent être éliminés séparément des ordures ménagères normales.

Pour plus d'informations sur l'élimination d'appareils, consultez les autorités locales ou le revendeur auprès duquel vous avez acheté le produit en question.

### **Personnel qualifié**

Sont considérées comme personnel qualifié les personnes familiarisées avec l'installation, le montage, la mise en service, l'exploitation et le démontage du produit, et disposant des qualifications nécessaires à l'accomplissement de leur tâche. En font partie les personnes remplissant au moins une des trois conditions suivantes :

1. Elles connaissent les concepts de sécurité de la technique d'automatisation et les maîtrisent en tant que chargé de projet.
2. En qualité d'opérateur des installations d'automatisation, ces personnes ont été formées pour pouvoir utiliser les installations. Elles savent comment utiliser les appareils et technologies décrits dans le présent document.
3. En tant que personnes chargées de la mise en service ou de la maintenance, elles disposent d'une formation les autorisant à réparer les installations d'automatisation. En outre, ces personnes sont autorisées à mettre en service, mettre à la terre et marquer des circuits électriques et des instruments selon les normes des techniques de sécurité.






De plus, il convient, pour chaque cas particulier, de respecter les règlements et consignes de sécurité correspondants. Ceci s'applique également à l'utilisation des accessoires.

Le capteur de force doit uniquement être manipulé par du personnel qualifié conformément aux caractéristiques techniques et aux consignes de sécurité.

## 2 MARQUAGES UTILISÉS

### 2.1 Marquages utilisés dans le présent document

Les consignes importantes pour votre sécurité sont repérées d'une manière particulière. Respectez impérativement ces consignes pour éviter tout accident et/ou dommage matériel.

Symbole	Signification
 <b>AVERTISSEMENT</b>	Ce marquage signale un risque <i>potentiel</i> qui - si les dispositions relatives à la sécurité ne sont pas respectées - <i>peut avoir</i> pour conséquence de graves blessures corporelles, voire la mort.
 <b>ATTENTION</b>	Ce marquage signale un risque <i>potentiel</i> qui - si les dispositions relatives à la sécurité ne sont pas respectées - <i>peut avoir</i> pour conséquence des blessures corporelles de gravité minimale ou moyenne.
<b>Note</b>	Ce marquage signale une situation qui - si les dispositions relatives à la sécurité ne sont pas respectées - <i>peut avoir</i> pour conséquence des dégâts matériels.
 <b>Important</b>	Ce marquage signale que des informations <i>importantes</i> concernant le produit ou sa manipulation sont fournies.
 <b>Conseil</b>	Ce marquage est associé à des conseils d'utilisation ou autres informations utiles.
 <b>Information</b>	Ce marquage signale que des informations concernant le produit ou sa manipulation sont fournies.

## 3 ÉTENDUE DE LA LIVRAISON ET VARIANTES D'ÉQUIPEMENT

### 3.1 Étendue de la livraison

- Capteur de force U15
- Notice de montage U15
- Protocole d'essai
- Poignées bombées pour la manipulation des versions 500 kN et 1 MN

### 3.2 Accessoires

Les accessoires ne font pas partie de la livraison.

N° de commande	Description
K-CAB-F	Câble de liaison configurable pour relier le capteur de force à l'amplificateur de pont. Il est disponible en différentes longueurs. Le connecteur mâle adapté à un amplificateur de mesure HBK peut être monté sur demande.
1-KAB157-3	Câble de liaison KAB157-3 ; IP67 (avec obturateur à baïonnette), 3 m de long, gaine extérieure TPE ; 6 x 0,25 mm <sup>2</sup> ; extrémités libres, blindé, diamètre extérieur 6,5 mm
1-KAB158-3	Câble de liaison KAB158-3 ; IP54 (avec bouchon fileté), 3 m de long, gaine extérieure TPE ; 6 x 0,25 mm <sup>2</sup> ; extrémités libres, blindé, diamètre extérieur 6,5 mm
3-3312.0382	Connecteur femelle libre (obturateur à baïonnette)
1-EEK4	Câble de mise à la terre, 400 mm de long
1-EEK6	Câble de mise à la terre, 600 mm de long
1-EEK8	Câble de mise à la terre, 800 mm de long
1-Z4/20KN/ZGUW	Anneau à rotule, filetage extérieur M16
1-ZGAM33F	Anneau à rotule, filetage extérieur M33 x 2
1-ZGAM42F	Anneau à rotule, filetage extérieur M42 x 2
1-ZGAM72F	Anneau à rotule, filetage extérieur M72 x 2
1-Z4/20KN/ZGOW	Anneau à rotule, taraudage M16
1-ZGIM33F	Anneau à rotule, taraudage M33 x 2
1-ZGIM42F	Anneau à rotule, taraudage M42 x 2
1-ZGIM72F	Anneau à rotule, taraudage M72 x 2

N° de commande	Description
1-Z4/20kN/ZKM	Introduction d'effort en traction selon ISO376, convient pour U15 avec des forces nominales jusqu'à 50 kN
1-U15/250kN/ZKM	Introduction d'effort en traction selon ISO376, convient pour U15 avec des forces nominales de 100 kN et 250 kN
1-U15/500kN/ZKM	Introduction d'effort en traction selon ISO376, convient pour U15 avec une force nominale de 500 kN
1-U15/1MN/ZKM	Introduction d'effort en traction selon ISO376, convient pour U15 avec une force nominale de 1 MN
1-U15/2.5MN/ZKM	Introduction d'effort en traction selon ISO376, convient pour U15 avec une force nominale de 2,5 MN
1-EDO4/20kN	Pièce d'appui selon ISO376, convient pour U15 avec des forces nominales jusqu'à 50 kN
1-U15/250kN/EDO	Pièce d'appui selon ISO376, convient pour U15 avec des forces nominales de 100 kN et 250 kN
1-U15/500kN/EDO	Pièce d'appui selon ISO376, convient pour U15 avec une force nominale de 500 kN
1-EDO4/500kN	Pièce d'appui selon ISO376, convient pour U15 avec une force nominale de 1 MN
1-EDO4/2.5MN	Pièce d'appui selon ISO376, convient pour U15 avec une force nominale de 2,5 MN

### 3.3 Variantes d'équipement

Le capteur de force U15 est toujours livré avec un adaptateur (application de charge inférieure) et un boulon d'introduction de force (application de charge supérieure).

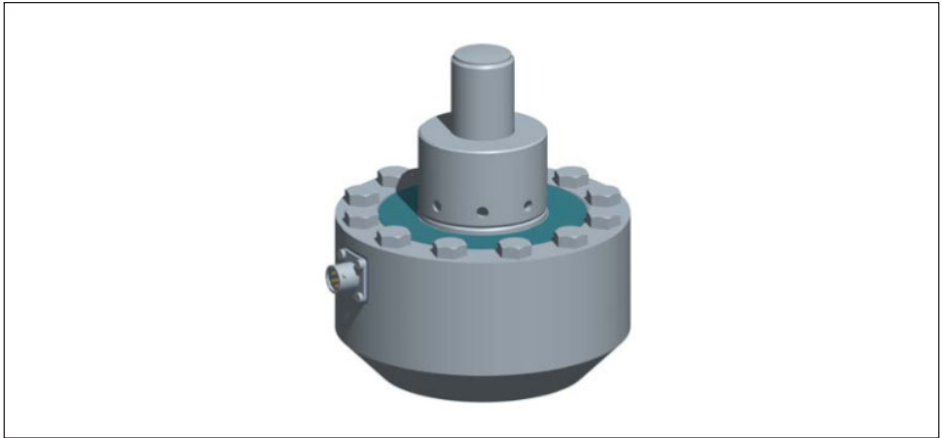


Fig. 3.1 État à la livraison du capteur U15 avec boulon d'introduction de force et adaptateur de pied

Le capteur de force est disponible en diverses versions. Les options suivantes sont disponibles :

1. Force nominale

Vous pouvez obtenir le capteur de force avec des forces nominales entre 2,5 kN et 2,5 MN. La force nominale représente la force à laquelle le capteur fournit la sensibilité indiquée sur la plaque signalétique en signal de sortie.

2. Nombre de ponts de mesure

Vous pouvez commander le capteur de force avec pont simple (SB). Dans ce cas, le capteur U15 est livré avec un seul pont de mesure. Une version pont double (DB) est disponible en option. Le capteur U15 est alors livré avec deux circuits de pont isolés galvaniquement.

3. Identification du capteur

Vous pouvez obtenir le capteur de force avec une identification capteur ("TEDS"). La fonctionnalité TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) permet de mémoriser les données capteurs (valeurs caractéristiques) sur une puce, dont un appareil de mesure raccordé peut lire le contenu. Pour la version pont double, chaque pont de mesure a sa propre TEDS voir aussi le chapitre 9 "Identification du capteur (TEDS)", page 27.



#### 4. Protection connecteur

Sur demande, nous installons une protection connecteur constituée d'un tube carré plein (tube rond pour la force nominale 2,5 MN), afin de protéger le connecteur mâle de tout dommage mécanique.

#### 5. Version de connecteur

En version standard, le capteur de force est fourni avec un connecteur à baïonnette. Au lieu de cela, un connecteur fileté peut être fourni sur demande.

#### 6. Ajustement de la sensibilité

La sensibilité exacte est indiquée sur la plaque signalétique et sur le protocole d'essai fourni. Sur demande, le capteur peut être ajusté en usine sur une sensibilité de 2 mV/V (tous les capteurs de force avec une force nominale inférieure ou égale à 10 kN) ou 3 mV/V (tous les capteurs de force avec une force nominale de plus de 10 kN). La plage de sensibilité d'un capteur non ajusté est comprise entre 2 et 3 mV/V (tous les capteurs de force avec une force nominale inférieure ou égale à 10 kN) ou entre 4 et 4,8 mV/V (tous les capteurs de force avec une force nominale de plus de 10 kN). Tenir compte de la plage d'entrée de l'amplificateur de mesure.

## 4 CONSIGNES GÉNÉRALES D'UTILISATION

---

Les capteurs de force sont adaptés pour des mesures de forces en traction et en compression. Ils mesurent les forces dynamiques et statiques avec une précision élevée et doivent donc être maniés avec précaution. Dans ce cadre, le transport et le montage doivent être réalisés avec un soin particulier. Les chocs et les chutes risquent de provoquer un endommagement irréversible du capteur.

Les limites des sollicitations mécaniques, thermiques et électriques autorisées sont disponibles au *chapitre 11 "Caractéristiques techniques (VDI/VDE 2638 ou ISO376)", page 30*. Veuillez impérativement en tenir compte lors de la conception de l'agencement de mesure, lors du montage et en fonctionnement.

### 5.1 Fonctionnement des capteurs de force

L'élément de mesure est un corps de déformation en acier (pour des forces nominales à partir de 25 kN) ou en aluminium haute résistance (pour des forces nominales jusqu'à 10 kN), sur lequel sont posées des jauges d'extensométrie. Pour chaque circuit de mesure, les jauges sont appliquées de sorte que 4 d'entre elles soient allongées et 4 soient comprimées, lorsqu'une force agit sur le capteur.

La résistance ohmique des jauges change alors de façon proportionnelle à la variation de longueur et déséquilibre ainsi le pont de Wheatstone. En présence d'une tension d'alimentation du pont, le circuit délivre un signal de sortie proportionnel à la variation de résistance et ainsi également proportionnel à la force appliquée. Les jauges sont disposées de manière à compenser la majeure partie des forces ou moments parasites ainsi que les influences de température.

### 5.2 Recouvrement des jauges

Afin de protéger les jauges d'extensométrie, le fond et le dessus des capteurs de force sont recouverts de fines plaques de protection soudées (versions acier, forces nominales à partir de 25 kN) ou collées (versions aluminium, forces nominales inférieures ou égales à 10 kN). Ce procédé offre une grande protection des jauges contre les influences ambiantes. Pour ne pas porter atteinte à l'effet de cette protection, ces plaques ne doivent en aucun cas être retirées ou endommagées.

Protégez le capteur des intempéries, telles que la pluie, la neige, le gel et l'eau salée.

### 6.1 Température ambiante

L'influence de la température sur le zéro et la sensibilité est compensée.

Il convient de respecter la plage nominale de température pour obtenir de meilleurs résultats de mesure. La disposition des jauges entraîne, en raison de la construction, une immunité élevée aux gradients de température. Des températures constantes, ou variant lentement, ont cependant une influence positive sur la précision. Un blindage anti-rayonnement et une isolation thermique de tous les côtés permettent une nette amélioration. Toutefois, ils ne doivent pas former un shunt.

### 6.2 Protection contre l'humidité et la corrosion

Les capteurs de force sont fermés hermétiquement et sont donc particulièrement insensibles à l'humidité.

La classe de protection des capteurs dépend du raccordement électrique choisi. Dans la version standard avec connecteur à baïonnette, le capteur atteint l'indice de protection IP67 selon EN 60259 (conditions d'essai : 0,5 heure sous une colonne d'eau d'1 m). Cette valeur s'applique lorsque le connecteur mâle est branché.

La version "Connecteur fileté" atteint l'indice de protection IP64.

Pour les capteurs de force en acier inoxydable, il faut noter que les acides et toutes les substances libérant des ions attaquent également les aciers inoxydables et leurs cordons de soudure. La corrosion éventuelle qui peut en résulter est susceptible d'entraîner la défaillance du capteur de force. Dans ce cas, il faut prévoir des mesures de protection appropriées.



#### Information

*Nous conseillons de protéger le capteur contre une présence permanente d'humidité et contre les intempéries.*

### 6.3 Dépôts

La poussière, la saleté et autres corps étrangers ne doivent pas s'accumuler de manière à dévier une partie de la force de mesure et ainsi à fausser la valeur de mesure (shunt).

### 7.1 Précautions importantes lors du montage

- Manipuler le capteur avec précaution.
- Observer les exigences pour les pièces d'introduction de force figurant dans les chapitres qui suivent de la présente notice.
- Aucun courant de soudage ne doit traverser le capteur. Si cela risque de se produire, le capteur doit être shunté électriquement à l'aide d'une liaison de basse impédance appropriée. À cet effet, HBK propose par ex. le câble de mise à la terre très souple EEK vissé au-dessus et au-dessous du capteur.
- S'assurer que le capteur ne peut pas être surchargé.

#### AVERTISSEMENT

E

*n cas de surcharge du capteur, ce dernier risque de se briser. Cela peut être dangereux pour les opérateurs de l'installation dans laquelle le capteur est monté.*

*Prendre des mesures de protection appropriées pour éviter toute surcharge et pour se protéger des risques qui pourraient en découler. Les sollicitations mécaniques maximales possibles, notamment la force de rupture, sont indiquées dans les caractéristiques techniques (voir chapitre 11 "Caractéristiques techniques (VDI/VDE 2638 ou ISO376)", page 30).*

*Lors du montage et pendant le fonctionnement du capteur, tenir compte des forces parasites maximales, à savoir des forces transverses, moments de flexion et couples, et de la capacité de charge maximale admissible des pièces d'introduction de force utilisées.*

---

### 7.2 Directives de montage générales

Les forces à mesurer doivent, autant que possible, agir précisément sur le capteur dans la direction de mesure. Les couples et moments de flexion, les charges excentrées et les forces transverses risquent d'entraîner des erreurs de mesure et de détruire le capteur lors d'un dépassement des valeurs limites.

Les éléments de construction côté client doivent remplir les conditions suivantes :

- Les introductions de force supérieure et inférieure doivent être autant que possible dans le même axe. Des dispositifs de centrage sur la face inférieure permettent de faciliter le montage. Le diamètre de centrage correspond à la cote P, la profondeur de centrage utile est de 3 mm.
- La plaque d'arrêt se trouvant dans le taraudage de l'adaptateur ne doit pas être retirée.
- Le filetage extérieur (côté client) destiné au raccordement du taraudage inférieur du capteur doit avoir une tolérance de filetage de 6g.

- Préalablement au vissage, les filetages doivent être nettoyés de tout encrassement et être enduits à la graisse sans graphite.
- Notez que les valeurs maximales des forces transverses, moments de flexion et forces limites ne doivent pas être dépassées pendant le montage et l'exploitation. Des applications de charge excentrées génèrent des moments de flexion.

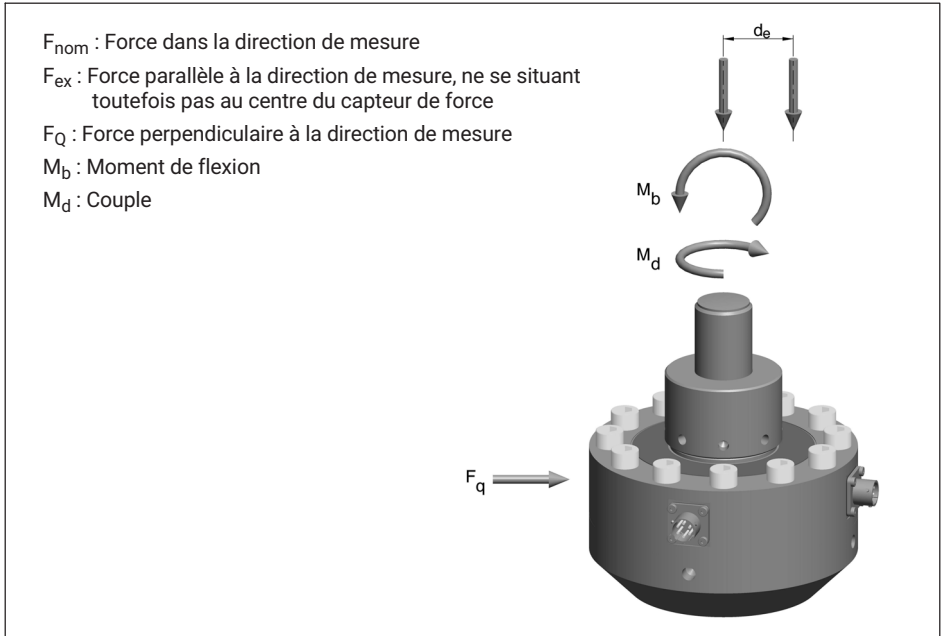


Fig. 7.1 Charges parasites

Le capteur U15 est un étalon de transfert de haute qualité. Il est recommandé de toujours procéder à l'étalonnage du capteur lorsque les pièces prévues pour l'utilisation du capteur sont en place. Pour obtenir l'incertitude de mesure minimale, commandez l'étalonnage de la chaîne de mesure.

Pour les capteurs de force en acier (forces nominales de 25 kN et plus) : afin d'obtenir la résistance d'endurance totale, il convient d'utiliser un matériau suffisamment résistant à la traction ( $R_p, 0,2 = 900 \text{ N/mm}^2$  au moins) et suffisamment dur (40 HRC au moins). Pour les forces nominales de 500 kN à 2,5 MN, nous recommandons l'utilisation de filetages roulés après traitement thermique.



## Information

Si vous souhaitez utiliser le capteur pour mesurer des charges alternées, nous recommandons de précontraindre le filetage (voir chapitre 7.3). La précontrainte sert uniquement à protéger le filetage qui pourrait être endommagé par des charges alternées durables s'il n'était pas précontraint. Il est possible d'utiliser le capteur sans précontrainte, et sans restreindre la précision, si les charges alternées à mesurer sont peu nombreuses. Si la mesure est uniquement effectuée en traction, ou uniquement en compression, il est possible de ne pas effectuer de précontrainte.

### 7.3 Montage avec précontrainte

Si le capteur U15 doit être utilisé durablement pour mesurer des charges alternées (forces en traction et en compression), nous recommandons de monter le filetage avec une force de précontrainte dépassant la plus grande force à mesurer d'au moins 10 %.

Il existe deux méthodes pour le faire :

#### 1. Précontrainte par le biais d'un couple de serrage défini

Cette méthode convient pour tous les capteurs avec une force nominale inférieure ou égale à 50 kN.

- ▶ Visser la pièce d'introduction de force jusqu'en butée sur le boulon d'introduction de force supérieur ou dans le taraudage inférieur de l'adaptateur.
- ▶ Desserrer la pièce d'introduction de force de deux tours.
- ▶ Précontraindre la pièce d'introduction de force à l'aide d'un couple de serrage défini.

Force nominale en kN	Couple de serrage $M_A$ en N·m	Longueur de filet dans le taraudage de l'adaptateur en mm
2,5	17	26,4
5	35	26,4
10	68	26,4
25	135	26,4
50	135	26,4

#### 2. Précontrainte par des forces de traction

Cette méthode permet le montage de capteurs de force ayant une force nominale quelconque. Cette méthode doit toujours être utilisée, lors d'une charge permanente dynamique, pour les capteurs de force de 100 kN et plus, étant donné qu'avec la *méthode 1.*, le couple nécessaire au contre-écrou deviendrait trop important.

- ▶ Visser les contre-écrous sur la pièce d'introduction de force, puis sur le taraudage de l'adaptateur inférieur ou sur le boulon d'introduction de force sur le dessus du capteur U15. Visser la pièce d'introduction de force aussi loin que possible (jusqu'en butée).

- ▶ Desserrer la pièce d'introduction de la force de deux tours.
- ▶ Charger le capteur de force à 120 % max. de la force de travail maximale dans le sens de traction. Le tableau ci-dessous présente les forces de traction à appliquer, lorsque le capteur doit être ensuite soumis à une charge correspondant à la force nominale. Lors d'une utilisation à force partielle, vous pouvez utiliser des forces de traction plus faibles en conséquence. Pour mesurer la force de précontrainte, il est possible d'utiliser le capteur de force qui est monté.

Force nominale	Force de traction à appliquer
2.5 kN	3 kN
5 kN	6 kN
10 kN	12 kN
25 kN	30 kN
50 kN	60 kN
100 kN	120 kN
250 kN	300 kN
500 kN	600 kN
1 MN	1,2 MN
2,5 MN	3 MN

- ▶ Serrer les deux contre-écrous à la main.
- ▶ Décharger le capteur de force.

## 7.4 Montage avec anneaux à rotule

Cette variante de montage fait appel à des anneaux à rotule. Ces accessoires de montage permettent d'éviter que des couples et, en cas d'utilisation de deux anneaux à rotule, des moments de flexion ainsi que des charges transverses et obliques ne pénètrent dans les capteurs.

La précontrainte des anneaux à rotule n'est pas possible. Lors d'une utilisation à pleine amplitude vibratoire, les anneaux à rotule ne résistent pas aux efforts répétés. De par la conception du capteur U15, il est possible d'utiliser des anneaux à rotule sans perdre en exactitude.

Nous recommandons de monter les anneaux à 90 degrés l'un de l'autre afin d'éloigner du capteur les moments de flexion provenant de n'importe quelle direction.

Monter les anneaux à rotule de la manière suivante :

- ▶ Visser chaque anneau à rotule jusqu'en butée.
- ▶ Desserrer l'anneau à rotule d'environ deux tours.



Les dimensions des anneaux à rotule ainsi que les cotes du capteur U15 avec anneaux à rotule sont disponibles dans les caractéristiques techniques (*chapitre 11 "Caractéristiques techniques (VDI/VDE 2638 ou ISO376)", page 30*).

### Remarques sur le montage avec des anneaux à rotule

#### 1. Diamètre de l'arbre

En cas d'utilisation du capteur avec des anneaux à rotule montés d'un côté ou des deux côtés, il faut veiller à ce que l'arbre soit correctement dimensionné.

Vous trouverez dans les tableaux suivants les diamètres des anneaux à rotule et des arbres correspondants avec leurs tolérances recommandées respectives.

#### Anneau à rotule avec taraudage

Anneaux à rotule	Diamètre nominal	Ajustement perçage	Ajustement recommandé arbre
1-Z4/20kN/ZGOW	16	H7	g6
1-ZGIM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	f7
1-ZGIM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	
1-ZGIM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$	

Tab. 7.1 Ajustements / tolérances recommandés pour l'arbre et le perçage – Anneau à rotule avec taraudage

#### Anneau à rotule avec filetage extérieur

Anneaux à rotule	Diamètre nominal	Ajustement perçage	Ajustement recommandé arbre
1-Z4/20kN/ZGUW	16	H7	g6
1-ZGAM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	f7
1-ZGAM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	
1-ZGAM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$	

Tab. 7.2 Ajustements / tolérances recommandés pour l'arbre et le perçage – Anneau à rotule avec filetage extérieur

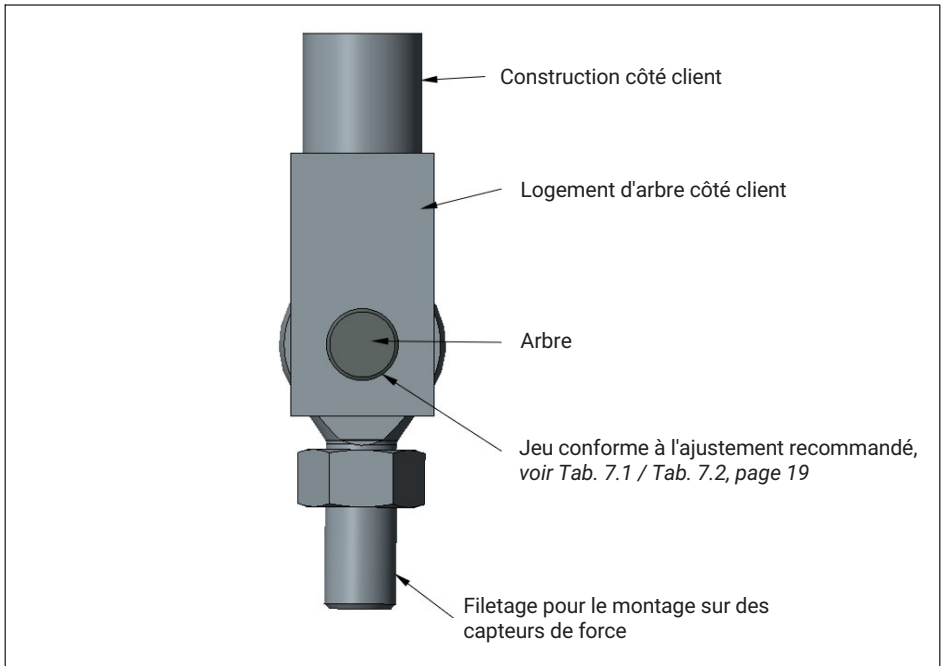


Fig. 7.2 Exemple de montage avec anneau à rotule

**ATTENTION**

*Si le diamètre de l'arbre est trop petit, cela créera une sollicitation linéaire à l'intérieur du palier de l'anneau à rotule. Le coussinet intérieur est alors surchargé, ce qui peut entraîner des dommages et, en cas de forces élevées, la rupture du palier de l'anneau à rotule. Choisissez l'arbre selon les recommandations de la notice de montage.*

2. Écart entre l'anneau à rotule et le palier de l'arbre

L'arbre doit être soutenu avec un jeu approprié entre l'anneau à rotule et le palier de l'arbre.

**ATTENTION**

Si l'écart entre l'anneau à rotule et le palier de l'arbre est trop important, des moments de flexion sont générés dans l'arbre, ce qui entraîne une déformation de l'arbre. Cette déformation exerce une charge ponctuelle sur le bord du coussinet intérieur, ce qui peut entraîner des dommages ou une rupture de l'anneau à rotule ou de l'arbre. Choisissez le jeu selon les recommandations de la notice de montage.

Pour déterminer le jeu entre l'anneau à rotule et le palier de l'arbre, on peut appliquer la règle générale suivante :

Diamètre de l'arbre	Jeu anneau à rotule/palier
≤30 mm	1/10 du diamètre nominal
>30 mm	1/20 du diamètre nominal

Tab. 7.3 Règle générale pour déterminer le jeu anneau à rotule/palier d'arbre

Il en résulte les recommandations suivantes pour le jeu entre l'anneau à rotule et le palier d'arbre :

Anneau à rotule	Jeu anneau à rotule/palier d'arbre
1-Z4/20kN/ZGOW	1,6 mm
1-Z4/20kN/ZGUW	
1-ZGIM33F	2,5 mm
1-ZGAM33F	
1-ZGIM42F	3 mm
1-ZGAM42F	
1-ZGIM72F	4,5 mm
1-ZGAM72F	

Tab. 7.4 Recommandations pour le jeu anneau à rotule/palier d'arbre

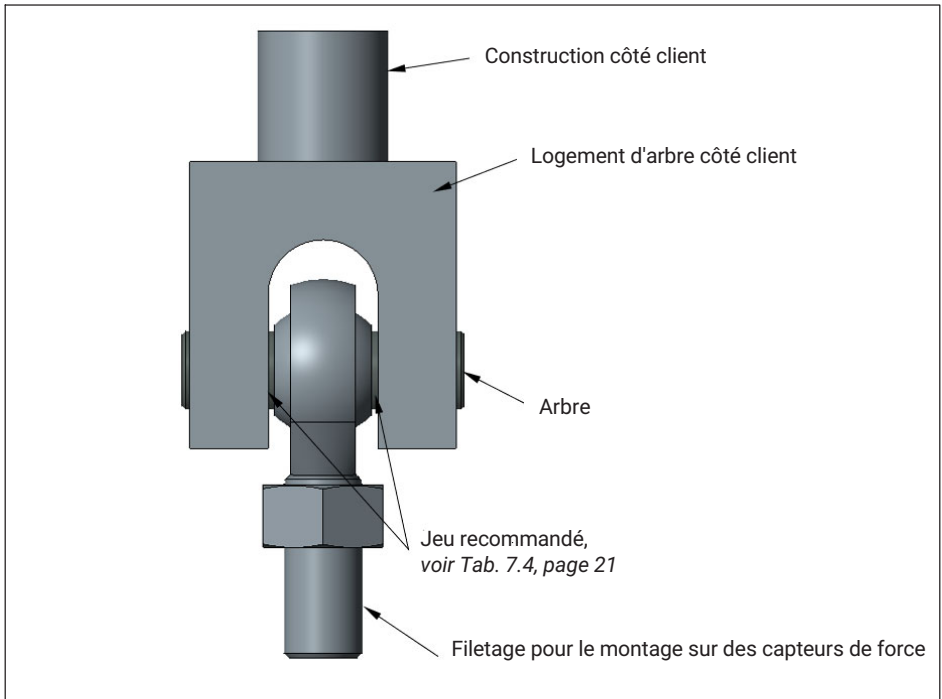


Fig. 7.3 Exemple de montage avec anneau à rotule

### 3. État de surface et dureté de l'arbre

Une rugosité de la surface  $\leq 10 \mu\text{m}$  est recommandée.

La dureté de l'arbre doit être d'au moins 50 HRC.

## 7.5 Utilisation du capteur U15 avec pièce d'appui

Les pièces d'appui empêchent l'introduction de couples, compensent les petites inclinaisons et font en sorte que l'introduction des forces en compression soit centrée.

Le boulon d'introduction de force supérieur est doté d'une surface d'application de charge bombée. Des pièces d'appui adaptées sont disponibles. La pièce d'appui est alors simplement posée sur le boulon d'introduction de force et le capteur est installé sur une surface plane suffisamment dure.

Dans le chapitre 3 "Étendue de la livraison et variantes d'équipement", page 8, vous trouverez les numéros de commande des pièces d'appui compatibles avec les U15. Toutes les pièces d'appui proposées par HBK comme accessoires pour le capteur U15 sont conformes aux recommandations de la norme ISO376.

## 7.6 Utilisation avec introduction d'effort en traction ZKM

Les pièces d'introduction d'effort en traction ZKM empêchent l'introduction de couples dans le capteur, ainsi que l'introduction de moments de flexion et d'inclinaisons.

Le montage s'effectue de manière analogue au montage des anneaux à rotule :

- ▶ Visser la pièce d'introduction d'effort en traction ZKM jusqu'en butée dans le capteur ou l'adaptateur.
- ▶ Desserrer la ZKM de deux tours.

Dans le *chapitre 3 "Étendue de la livraison et variantes d'équipement"*, page 8, vous trouverez les numéros de commande de la pièce d'introduction d'effort en traction ZKM compatible avec votre capteur U15.

Toutes les pièces d'introduction d'effort en traction ZKM proposées par HBK comme accessoires pour le capteur U15 sont conformes aux recommandations de la norme ISO376.

## 8 RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

---

Pour le traitement des signaux de mesure, il est possible d'utiliser des amplificateurs conçus pour des systèmes de mesure à jauges d'extensométrie. Vous pouvez aussi bien raccorder des amplificateurs à fréquence porteuse que des amplificateurs à courant continu.



### Conseil

*Lors du choix de votre système amplificateur, tenez compte du signal de sortie élevé des U15. Choisissez l'option "Sensibilité ajustée" si votre système amplificateur n'est pas conçu pour des capteurs ayant un signal de sortie de plus de 3 mV/V.*

Les capteurs de force U15 sont livrés en technique 6 fils et sont disponibles avec les raccordements électriques suivants :

- Connecteur à baïonnette : raccordable au connecteur MIL-C-26482 série 1 (PT02E10-6P) ; IP67 (version standard)
- Connecteur fileté : raccordable au connecteur MIL-C-26482 série 1 (PC02E10-6P) ; IP64

## 8.1 Raccordement en technique six fils

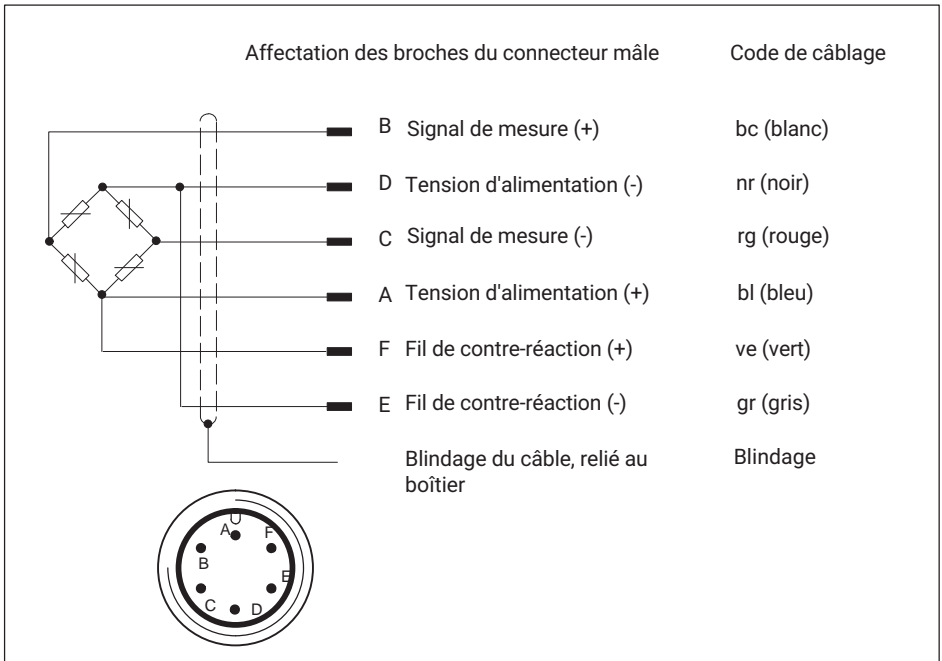


Fig. 8.1 Code de raccordement en câblage six fils

Avec ce code de câblage, la tension de sortie de l'amplificateur de mesure est positive lorsque le capteur est sollicité en traction.

Le blindage du câble est raccordé au boîtier du capteur. Cela crée une cage de Faraday qui entoure le capteur, le câble et, s'il est bien raccordé, le connecteur pour l'amplificateur de mesure, ce qui garantit une sécurité de fonctionnement optimale, même dans des environnements CEM critiques.

Utiliser uniquement des connecteurs conformes aux directives CEM. Le blindage doit être posé en nappe. Pour toute autre technique de connexion, il faut prévoir un blindage CEM également à poser en nappe au niveau du toron.

## 8.2 Raccourcissement ou rallongement du câble

Le capteur U15 est équipé d'un connecteur mâle. Il est conseillé d'utiliser un câble sans interruption. Si une rallonge s'avère inévitable, veillez à poser le blindage en nappe et à utiliser des contacts de basse impédance protégés mécaniquement.

### 8.3 Raccordement en technique quatre fils

Lors du raccordement de capteurs en technique six fils à un amplificateur en technique quatre fils, il est nécessaire de relier les fils de contre-réaction des capteurs aux fils de tension d'alimentation correspondants : (+) avec (+) et (-) avec (-), voir Fig. 8.1.

Cette mesure réduit entre autres la résistance intrinsèque des fils de tension d'alimentation. Si vous utilisez un amplificateur de mesure en liaison 4 fils, le signal de sortie et l'influence de la température sur ce signal (TKC) dépendent de la longueur du câble et de la température. Si vous utilisez la liaison 4 fils comme décrit ci-dessus, cela entraînera donc des erreurs de mesure légèrement plus élevées. Un système amplificateur fonctionnant en liaison 6 fils peut parfaitement compenser ces effets.

Si vous utilisez le capteur en technique 4 fils, il faut absolument en tenir compte lors de l'étalonnage.

### 8.4 Protection CEM

Les champs électriques et magnétiques risquent de provoquer le couplage de tensions parasites dans le circuit de mesure. Il faut donc observer les points suivants :

- Utiliser uniquement des câbles de mesure blindés de faible capacité (les câbles HBK satisfont à ces conditions).
- Éviter absolument de poser les câbles de mesure en parallèle avec des lignes de puissance et de contrôle. Si cela n'est pas possible, protéger le câble de mesure (par ex. à l'aide de tubes d'acier blindés).
- Éviter les champs de dispersion des transformateurs, moteurs et vannes.
- Raccorder tous les appareils de la chaîne de mesure au même fil de terre.
- Toujours poser le câble de blindage en nappe sur le boîtier de connexion.



## 9 IDENTIFICATION DU CAPTEUR (TEDS)

---

La technologie TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) permet d'inscrire les valeurs caractéristiques d'un capteur sur une puce conforme à la norme IEEE 1451.4. Le U15 peut être livré avec fiche TEDS. Cette dernière est alors installée et raccordée dans le boîtier du capteur et les données sont inscrites sur la puce par HBK avant la livraison.

Le capteur de force est toujours fourni avec un protocole d'essai.

Si le capteur de force est commandé sans étalonnage supplémentaire chez HBK, les résultats du protocole d'essai sont inscrits sur la puce TEDS. Si un étalonnage DKD a été commandé en complément, les résultats de l'étalonnage sont consignés sur la puce TEDS.

L'édition et la modification du contenu de la puce sont possibles à l'aide du matériel et du logiciel correspondants. Le Quantum Assistent ou le logiciel d'acquisition de données CATMAN de HBK peuvent, par exemple, être utilisés à cet effet. Tenir compte des manuels d'emploi de ces produits.

## 10 VERSIONS ET NUMÉROS DE COMMANDE

### Codes de commande et étendues de mesure

Code	Force nominale
<b>2k50</b>	2,5 kN
<b>5k00</b>	5 kN
<b>10k0</b>	10 kN
<b>25k0</b>	25 kN
<b>50k0</b>	50 kN
<b>100k</b>	100 kN
<b>250k</b>	250 kN
<b>500k</b>	500 kN
<b>1M00</b>	1 MN
<b>2M50</b>	2,5 MN

Nombre de ponts	Identification du capteur	Protection connecteur	Raccordmt. électr. pont A	Raccordmt. électr. pont B	Sensibilité
Pont simple <b>SB</b>	Sans TEDS <b>S</b>	Sans protection connecteur <b>U</b>	Connecteur à baïonnette <b>B</b>	Connecteur à baïonnette <b>B</b>	Ajustée <b>J</b>
Pont double <b>DB</b>	Avec TEDS <b>T</b>	Avec protection connecteur <b>P</b>	Connecteur fileté <b>G</b>	Connecteur fileté <b>G</b>	Non ajustée <b>U</b>

Exemple de commande :

<b>K-U15-</b>	<b>2M50-</b>	<b>SB-</b>	<b>S-</b>	<b>U-</b>	<b>B-</b>	<b>U</b>
---------------	--------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------

L'exemple de commande ci-dessus représente un U15 avec une force nominale de 2,5 MN, avec un seul pont de mesure (pont simple), sans identification capteur (TEDS), avec un connecteur à baïonnette et une sensibilité non ajustée.

<b>Nombre de ponts</b>	Pour des raisons de redondance, la vérification de la vraisemblance du signal de mesure par un second pont de mesure est nécessaire dans les dispositifs de sécurité. Deux amplificateurs de mesure séparés permettent ensuite un traitement et une évaluation des signaux indépendants l'un de l'autre. Il est ainsi possible de raccorder deux amplificateurs de mesure ayant des caractéristiques différentes.
<b>Identification du capteur</b>	Cette option permet de commander une fiche TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) intégrée dans le capteur U15. En présence de l'électronique correspondante dans l'amplificateur, le système amplificateur lit alors les données sur cette puce et se paramètre automatiquement.
<b>Protection connecteur</b>	Protection mécanique par montage d'un profilé quatre pans plein supplémentaire (profilé tubulaire pour la force nominale 2,5 MN) autour du connecteur. Le connecteur mâle à baïonnette (compatible PT02E 10-6P) constitue la version standard. Vous pouvez également commander un connecteur mâle fileté (compatible PC02E 10-6P).
<b>Raccordement électrique du pont A</b>	Le connecteur mâle à baïonnette (compatible PT02E 10-6P) constitue la version standard. Vous pouvez également commander un connecteur mâle fileté (compatible PC02E 10-6P).
<b>Raccordement électrique du pont B</b>	Le connecteur mâle à baïonnette (compatible PT02E 10-6P) constitue la version standard. Vous pouvez également commander un connecteur mâle fileté (compatible PC02E 10-6P).
<b>Sensibilité</b>	La version standard propose une sensibilité non ajustée. Pour tous les capteurs avec des forces nominales de plus de 10 kN, le signal de sortie est compris entre 4 et 4,8 mV/V à la force nominale. Pour tous les capteurs avec des forces nominales inférieures ou égales à 10 kN, le signal de sortie est compris entre 2 et 3 mV/V. Avec l'option 'Sensibilité ajustée', la sensibilité est alors ajustée à 3 mV/V (tous les capteurs de plus de 10 kN) ou 2 mV/V (tous les capteurs jusqu'à 10 kN inclus). Prendre en compte la plage d'entrée de l'amplificateur.

## 11 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES (VDI/VDE 2638 OU ISO376)

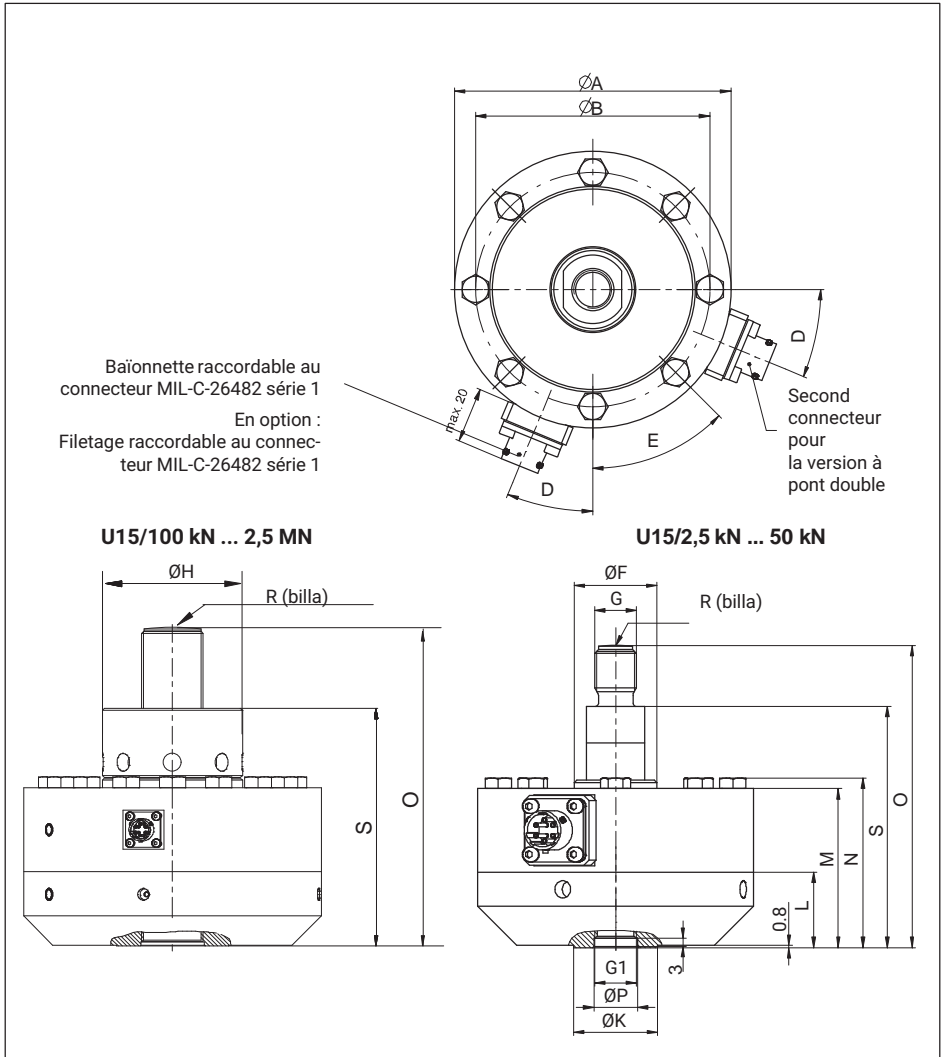
Force nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2,5	
<b>Indications de précision selon ISO376</b>													
<b>Précision de classe selon ISO376 dans l'étendue de mesure de force 10 % - 100 %</b>		0,5											
<b>Reproductibilité (20 % - 100 % de F<sub>nom</sub>)</b>	b	%	0,05									0,1	
<b>Reproductibilité pour 10 % de F<sub>nom</sub></b>	b	%	0,1										
<b>Répétabilité (20 % - 100 % de F<sub>nom</sub>)</b>	b`	%	0,02										
<b>Répétabilité pour 10 % de F<sub>nom</sub></b>	b`	%	0,05										
<b>Écart relatif d'interpolation (10 % - 100 %)</b>	f <sub>c</sub>	%	0,01			0,04				0,05			
<b>Déviation du zéro</b>	f <sub>0</sub>	%	0,01									0,02	
<b>Erreur de réversibilité (10 % - 100 %)</b>	v	%	0,07			0,09		0,1			0,15		
<b>Fluage</b>	c	%	0,01									0,02	
<b>Précision selon VDI/VDE 2638</b>													
<b>Classe de précision HBK</b>			0,02			0,03		0,035			0,05		
<b>Erreur relative de répétabilité sans rotation</b>	b <sub>rg</sub>	%	0,02										
<b>Erreur de réversibilité relative (hystérésis) pour 0,4 F<sub>nom</sub> (rapportée à la pleine échelle)</b>	v <sub>0,4</sub>	%	0,015			0,03		0,03			0,05		
<b>Erreur de linéarité</b>	d <sub>lin</sub>	%	0,02			0,025		0,035			0,05		

Force nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN										1
<b>Rel. Nullpunktrückkehr</b>		%	0,01								0,02	
<b>Fluage relatif</b>	d <sub>crf+E</sub>	%	0,01								0,02	
<b>Influence du moment de flexion pour 10 % F<sub>nom</sub> * 10mm</b>	d <sub>Mb</sub>	%	0,01									
<b>Influence d'une force transverse (force transverse = 10 % F<sub>nom</sub>)</b>	d <sub>Q</sub>	%	0,01									
<b>Influence de la température sur la sensibilité</b>	TK <sub>C</sub>	%/10K	0,015									
<b>Influence de la température sur le zéro</b>	TK <sub>0</sub>		0,0075									
<b>Caractéristiques électriques</b>												
<b>Plage de sensibilité</b>	C		2...3				4...4,8					
<b>Sensibilité nominale (avec l'option "Sensibilité ajustée")</b>	C <sub>nom</sub>	mV/V	2				3					
<b>Écart de sensibilité, uniquement avec l'option "Sensibilité ajustée"</b>	d <sub>c</sub>	%	0,1									
<b>Déviati on relative du zéro</b>	d <sub>s,0</sub>	%	1									
<b>Écart de la sensibilité traction/compression</b>	d <sub>zd</sub>	%	0,2									
<b>Résistance d'entrée</b>	R <sub>e</sub>	Ω	>345									
<b>Résistance de sortie</b>	R <sub>s</sub>	Ω	220...360									
<b>Résistance de sortie avec l'option "Sensibilité ajustée"</b>	R <sub>s</sub>	Ω	365±0,5								220...360	

Force nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2,5
Résistance d'isolement	R <sub>is</sub>	GΩ	>2									
Plage utile de la tension d'alimentation	B <sub>U,G</sub>	V	0,5...12									
Tension d'alimentation de référence	U <sub>ref</sub>	V	5									
Raccordement		Technique 6 fils										
Température												
Température de référence	T <sub>ref</sub>	°C [°F]	23 [73,4]									
Plage nominale de température	B <sub>T,nom</sub>		-10...+45 [14...113]									
Plage d'utilisation en température	B <sub>T,g</sub>		-30...+85 [-22...+185]									
Plage de température de stockage	B <sub>T,S</sub>		-30...+85 [-22...185]									
Caractéristiques mécaniques												
Force utile maximale	F <sub>G</sub>	% de F <sub>nom</sub>	120									
Force limite	F <sub>L</sub>		120									
Force de rupture	F <sub>B</sub>		>200									
Couple limite	M <sub>G,max</sub>	N*m	15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
Moment de flexion limite	M <sub>b,max</sub>		15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
Force transverse limite statique	F <sub>q</sub>	% de F <sub>nom</sub>	50									
Déplacement nominal	s <sub>nom</sub>	mm	0,04			0,06			0,08	0,1	0,12	0,18
Fréquence fondamentale	f <sub>G</sub>	kHz	2,7	3,8	5,6	5,3	7,5	4,3	5,8	4,9	4	2,82
Charge dynamique admissible	f <sub>rb</sub>	% de F <sub>nom</sub>	100									
Rigidité	C <sub>ax</sub>	10 <sup>5</sup> N/ mm	0,625	1,25	2,5	4,17	8,33	16, 7	31,3	50	83,3	139

Force nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500				
		MN									1	2,5		
<b>Indications générales</b>														
<b>Degré de protection selon EN 60529, avec connecteur à baïonnette (version standard), connecteur femelle raccordé au capteur</b>			IP67											
<b>Degré de protection selon EN 60529, avec option "Connecteur fileté"</b>			IP64											
<b>Matériau du corps d'épreuve</b>			Aluminium				Acier inoxydable							
<b>Protection du point de mesure</b>			Élément de mesure collé hermétiquement				Élément de mesure soudé hermétiquement							
<b>Résistance aux chocs mécaniques selon EN 60068-2-6</b>														
<b>Nombre</b>		n	1000											
<b>Durée</b>		ms	3											
<b>Accélération</b>		m/s <sup>2</sup>	1000											
<b>Contrainte ondulée selon EN 60068-2-27</b>														
<b>Plage de fréquence</b>		Hz	5...65											
<b>Durée</b>		min	30											
<b>Accélération</b>		m/s <sup>2</sup>	150											
<b>Poids</b>	m	kg	1,4		3,3		10,5		27		73		226	
	m	lbs	3,1		7,3		23,1		59,5		161		498	

## 12 DIMENSIONS U15

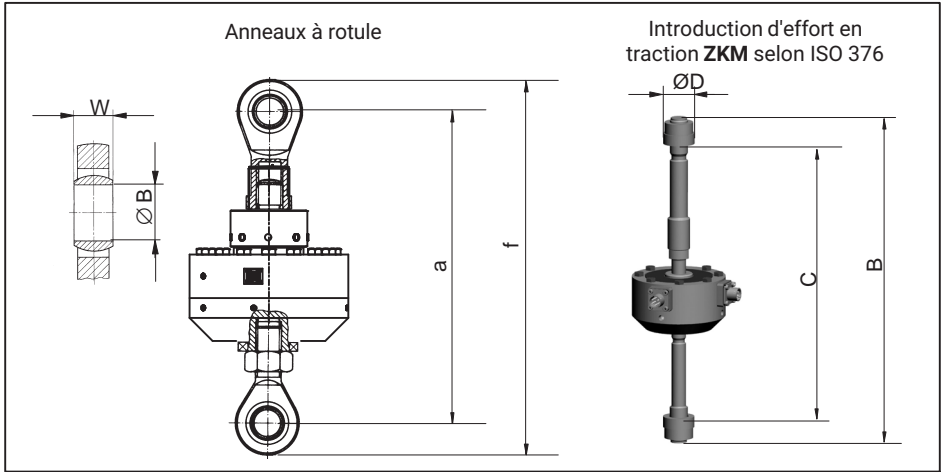




Force nominale	ØA	ØB	D	E	ØF	G	G1	ØH	ØK	L
2,5 kN - 10 kN	104,8	88,9	22,5°	45°	30,4	M16x2-6g	M16x2-4H 22,1 prof.	-	31,8	28,6
25 kN - 50 kN	104,8	88,9	22,5°	45°	31,5	M16x2-6g	M16x2-4H 22,1 prof.	-	31,8	28,6
100 kN - 250 kN	153,9	130,3	15°	30°	-	M33x2-6g	M33x2-4H 35,6 prof.	67,3	57,2	44,5
500 kN	203,2	165,1	11,25°	22,5°	-	M42x2-6g	M42x2-4H 44,5 prof.	95,5	76,2	50,8
1 MN	279	229	11,25°	22,5°	-	M72x2-6g	M72x2-4H 69,8 prof.	135	114	76,2
2,5 MN	390	322	7,5°	15°	-	M120x4-4H		190	190	127

Force nominale	M	N	S	ØPH <sup>8</sup>	R	O
2,5 kN - 10 kN	60,3	64,3	91,5	16,5	60	114,5
25 kN - 50 kN	60,3	64,3	91,5	16,5	60	114,5
100 kN - 250 kN	85,9	95,9	131,5	33,5	160	174,5
500 kN	108	120	162,3	43	160	217,3
1 MN	152,4	168,4	230,1	73	400	307,3
2,5 MN	239	261	351,5	123	600	465,3

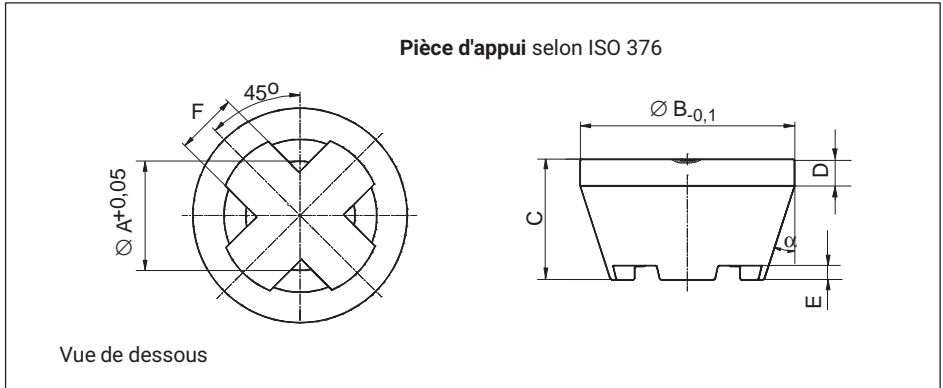
## Pièces d'introduction de force pour charge en traction



Type	ZKM N° de commande	B	C		ØD
			min	max	
U15/2,5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZKM	env. 372	env. 277	env. 313	35
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/ZKM	env. 478	env. 364	env. 404	64
U15/500kN	1-U15/500kN/ZKM	env. 650	env. 447	env. 539	90
U15/1MN	1-U15/1MN/ZKM	env. 833	env. 549	env. 679	120
U15/2.5MN	1-U15/2.5MN/ZKM	env. 1429	env. 987	env. 1129	235

Type	Anneaux à rotule sup. / inf. N° de commande	a	f	W	ØB
U15/2,5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZGOW / 1-Z4/20kN/ZGUW	env. 209	env. 246	21	16
U15/100kN-250kN	1-ZGIM33F / 1-ZGAM33F	env. 362	env. 488	35	50
U15/500kN	1-ZGIM42F / 1-ZGAM42F	env. 418	env. 554	44	60
U15/1MN	1-ZGIM72F / 1-ZGAM72F	env. 588	env. 792	60	90

## Pièces d'introduction de force pour charge en compression



Type	Pièce d'appui N° de commande	Poids (kg)	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	D	E	F	$\alpha$
U15/2,5kN- 50kN	1-EDO4/20kN	env. 0,34	16,2	48	29	8	5	8	18°
U15/100kN -250kN	1-U15/250kN/EDO	env. 1,3	33,2	80	45	10	5	23	18°
U15/500kN	1-U15/500kN/EDO	env. 1,3	42,2	80	45	10	5	23	18°
U15/1MN	1-EDO4/500kN	env. 3,5	72,4	112	68	15	12	30	15°
U15/2.5MN	1-EDO4/2.5MN	env. 15	120,3	180	104	25	14	54	18°



ENGLISH    DEUTSCH    FRANÇAIS    ITALIANO    ESPAÑOL    PORTUGUÊS  
NEDERLANDS    РУССКИЙ    日本語    中文    한국어

## Istruzioni per il montaggio

## Istruzioni per l'uso

## Note sulla sicurezza

### Manuale rapida

*Hier bitte die freigestellte .png-Version des  
entsprechenden Produktbilds einfügen und  
diesen Kommentar entfernen*

# U15

# SOMMARIO

---

<b>1</b>	<b>Note sulla sicurezza</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Simboli utilizzati</b> .....	<b>7</b>
2.1	Simboli utilizzati nelle presenti istruzioni .....	7
<b>3</b>	<b>Contenuto della fornitura e varianti di dotazione</b> .....	<b>8</b>
3.1	Contenuto della fornitura .....	8
3.2	Accessori .....	8
3.3	Varianti di dotazione .....	10
<b>4</b>	<b>Note generali sull'impiego</b> .....	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Struttura e modo operativo</b> .....	<b>13</b>
5.1	Funzionamento dei trasduttori di forza .....	13
5.2	Materiale di rivestimento degli ER .....	13
<b>6</b>	<b>Condizioni nel luogo d'impiego</b> .....	<b>14</b>
6.1	Temperatura ambientale .....	14
6.2	Protezione da umidità e corrosione .....	14
6.3	Depositi .....	14
<b>7</b>	<b>Montaggio meccanico</b> .....	<b>15</b>
7.1	Misure importanti per il montaggio .....	15
7.2	Direttive generali per il montaggio .....	15
7.3	Montaggio con precarico .....	17
7.4	Montaggio con golfari snodati .....	18
7.5	Utilizzo degli U15 con appoggio di compressione .....	22
7.6	Utilizzo con introduzione della forza in trazione ZKM .....	23
<b>8</b>	<b>Collegamento elettrico</b> .....	<b>24</b>
8.1	Collegamento con circuito a 6 fili .....	25
8.2	Accorciamento o prolungamento dei cavi .....	25
8.3	Collegamento con circuito a 4 fili .....	26
8.4	Protezione CEM .....	26

<b>9</b>	<b>Memoria TEDS</b> .....	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Versioni e no. ordine</b> .....	<b>28</b>
<b>11</b>	<b>Dati tecnici (VDI/VDE 2638 o ISO376)</b> .....	<b>30</b>
<b>12</b>	<b>Dimensioni U15</b> .....	<b>35</b>

## **Impiego conforme**

I trasduttori di forza della serie U15 sono concepiti esclusivamente per la misurazione di forze statiche e dinamiche di trazione e/o compressione, nell'ambito dei limiti di carico specificati nei Dati tecnici. Qualsiasi altro impiego verrà considerato non conforme.

Per garantire la sicurezza operativa, si devono assolutamente osservare le indicazioni del manuale di montaggio, le seguenti note sulla sicurezza e le specifiche indicate nei Dati tecnici. Devono inoltre essere osservate le normative legali e sulla sicurezza in vigore per ogni particolare applicazione.

I trasduttori di forza non si possono impiegare quali componenti di sicurezza. A tal proposito, consultare anche il paragrafo "Misure di sicurezza supplementari". Il funzionamento corretto e sicuro dei trasduttori di forza presuppone un trasporto, un magazzinaggio, un'installazione e un montaggio adeguati e un impiego accurato.

## **Limiti di capacità di carico**

Utilizzando il trasduttore di forza si devono osservare i limiti specificati nei Dati tecnici. In particolare, non si devono assolutamente superare in alcun caso i carichi massimi specificati. Non superare i seguenti valori indicati nei prospetti dati

- forze limite
- forze laterali limite
- momenti flettenti limite
- coppie limite
- forze di rottura
- carichi dinamici ammissibili
- limiti di temperatura
- limiti di capacità di carico elettrica

Collegando più trasduttori di forza considerare che la ripartizione del carico/della forza non è sempre uniforme, cosicché un trasduttore di forza risulta sovraccarico anche se il segnale totale non ha ancora raggiunto la somma delle forze nominali dei sensori collegati in parallelo.

## **Impiego come elementi di macchinari**

I trasduttori di forza possono essere usati come elementi di macchinari. Con tale tipo di utilizzo, tenere tuttavia presente che, per ottenere una sensibilità elevata, i trasduttori di forza non sono stati progettati con i fattori di sicurezza usuali dell'ingegneria meccanica. A tale proposito, fare riferimento al paragrafo "Limiti di capacità di carico" ed ai Dati tecnici.



## **Prevenzione degli infortuni**

Nonostante la forza di rottura sia un multiplo del fondo scala del campo di misura, si devono osservare le prescrizioni antinfortunistiche pertinenti emanate dalle associazioni di categoria. Ciò vale in particolare per il trasporto e il montaggio.

## **Misure di sicurezza supplementari**

Essendo elementi passivi, i trasduttori di forza non possono implementare dispositivi di arresto che siano rilevanti per la sicurezza. Sono pertanto necessari ulteriori componenti e misure strutturali a cura e responsabilità dell'installatore e del gestore dell'impianto.

Nei casi in cui la rottura o il malfunzionamento dei trasduttori di forza possa provocare danni alle persone o alle cose, l'utente deve provvedere a opportune misure di sicurezza supplementari che soddisfino almeno i requisiti delle prescrizioni antinfortunistiche in vigore (p. es. arresti automatici di emergenza, protezioni da sovraccarico, cinghie o catene di arresto oppure altre protezioni antiribaltamento).

L'elettronica che elabora il segnale di misura deve essere concepita in modo tale che l'eventuale guasto del segnale di misura non causi alcun danno conseguente.

## **Pericoli generali in caso di non-osservanza delle istruzioni di sicurezza**

I trasduttori di forza sono conformi allo stato dell'arte e senza rischio di guasto. I trasduttori possono costituire fonte di pericolo se vengono montati, installati, impiegati e usati in modo non conforme o da personale non addestrato. Chiunque sia incaricato dell'installazione, messa in funzione, uso o riparazione dei trasduttori di forza, dovrà aver letto e compreso le istruzioni di montaggio e in particolare gli avvisi sulla sicurezza.

Se i trasduttori di forza non vengono impiegati secondo la loro destinazione d'uso o vengono ignorati le istruzioni di montaggio e il manuale d'istruzione o trascurate queste note sulla sicurezza o altre norme sulla sicurezza (prescrizioni antinfortunistiche delle associazioni di categoria) in vigore durante il loro uso, è possibile che essi vengano danneggiati o distrutti. In particolare sovraccarichi possono provocare la rottura dei trasduttori di forza. La rottura di un trasduttore di forza può causare lesioni alle persone o danni alle cose presenti nella zona circostante.

Un uso non conforme dei trasduttori di forza o la non-osservanza delle note sulla sicurezza o delle istruzioni del manuale di montaggio e d'istruzione può causarne il guasto o il malfunzionamento. Conseguenza sarebbero lesioni alle persone o danni alle cose (dovuti ai carichi che agiscono sui trasduttori di forza o monitorati da questi ultimi).

Le prestazioni e il contenuto della fornitura del trasduttore coprono solo una parte della tecnica di misura delle forze, poiché le misurazioni con sensori ad ER (resistivi) presuppongono la gestione elettronica del segnale. I progettisti, i fornitori e i gestori dell'impianto devono inoltre progettare, realizzare gli aspetti concernenti la sicurezza della tecnica di misura delle forze e assumersene la responsabilità, in modo da minimizzare i pericoli residui. È richiesta l'osservanza delle prescrizioni vigenti nel rispettivo paese e luogo d'impiego.

## **Conversioni e modifiche**

Senza il nostro esplicito benestare, non è consentito apportare al trasduttore modifiche dal punto di vista strutturale e della sicurezza. Qualsiasi modifica annulla la nostra eventuale responsabilità per i danni che ne potrebbero derivare.

## **Manutenzione**

I trasduttori di forza U15 sono esenti da manutenzione.

## **Smaltimento rifiuti**

Conformemente alla legislazione nazionale e locale sulla tutela dell'ambiente e sul recupero e riciclaggio dei materiali, i trasduttori non più utilizzabili devono essere smaltiti separatamente dai normali rifiuti domestici.

Per ulteriori informazioni sullo smaltimento dei rifiuti, si prega di contattare le autorità locali od il fornitore da cui si è acquistato il prodotto.

## **Personale qualificato**

Per personale qualificato s'intendono coloro che abbiano familiarità con l'installazione, il montaggio, la messa in funzione, l'impiego e lo smontaggio del prodotto e che abbiano conseguito la corrispondente qualifica per la loro attività. A tal scopo il personale deve soddisfare almeno uno dei tre seguenti requisiti:

1. Quale personale del progetto si devono conoscere i concetti sulla sicurezza della tecnica di automazione ed avere familiarità con essi.
2. Quali operatori dell'impianto di automazione si deve aver ricevuto l'addestramento sulla sua gestione. Si deve avere familiarità con l'uso della strumentazione e delle tecnologie descritte in questa documentazione.
3. Si deve essere incaricati della messa in funzione o degli interventi di assistenza ed avere conseguito la qualifica per la riparazione degli impianti di automazione. Si deve infine disporre dell'autorizzazione per la messa in funzione, la messa a terra e l'identificazione di circuiti elettrici ed apparecchi in conformità alle normative relative alla tecnica di sicurezza.






Durante l'uso devono essere inoltre osservate le normative legali e sulla sicurezza previste per ogni specifica applicazione. Quanto sopra affermato vale anche per l'uso di accessori.

Il trasduttore di forza deve essere utilizzato esclusivamente da personale qualificato ed in maniera conforme ai Dati tecnici ed alle norme e prescrizioni di sicurezza.

## 2 SIMBOLI UTILIZZATI

### 2.1 Simboli utilizzati nelle presenti istruzioni

Gli avvisi importanti concernenti la vostra sicurezza sono evidenziati in modo specifico. Osservare assolutamente questi avvisi al fine di evitare incidenti e danni materiali.

Simbolo	Significato
 <b>AVVERTIMENTO</b>	Questo simbolo segnala una situazione <i>potenzialmente</i> pericolosa per cui – il mancato rispetto dei requisiti di sicurezza – <i>può provocare</i> la morte o gravi lesioni fisiche.
 <b>ATTENZIONE</b>	Questo simbolo segnala una situazione <i>potenzialmente</i> pericolosa per cui – il mancato rispetto dei requisiti di sicurezza – <i>può provocare</i> leggere o moderate lesioni fisiche.
<b>Avviso</b>	Questo simbolo segnala una situazione per cui – il mancato rispetto dei requisiti di sicurezza – può provocare <i>danni alle cose</i> .
 <b>Importante</b>	Questo simbolo segnala informazioni <i>importanti</i> sul prodotto o sul suo maneggio.
 <b>Consiglio</b>	Questo simbolo segnala i consigli sull'applicazione od altre informazioni utili per l'utente.
 <b>Informazione</b>	Questo simbolo segnala informazioni sul prodotto o sul suo maneggio.
<i>Evidenziazione Vedere ...</i>	Il corsivo evidenzia il testo rimandando a capitoli, paragrafi, figure oppure a documenti e file esterni.

## 3 CONTENUTO DELLA FORNITURA E VARIANTI DI DOTAZIONE

### 3.1 Contenuto della fornitura

- Trasduttore di forza U15
- Istruzioni di montaggio U15
- Relazione di prova
- Impugnature convesse per le versioni 500 kN e 1 MN

### 3.2 Accessori

Gli accessori non sono parte del contenuto della fornitura.

No. Ordine	Descrizione
K-CAB-F	Cavo di collegamento configurabile per il collegamento del trasduttore di forza all'amplificatore del ponte. Sono a disposizione diverse lunghezze, su richiesta è possibile montare la spina adatta a un amplificatore di misura HBK.
1-KAB157-3	Cavo di collegamento KAB157-3, IP67 (con attacco a baionetta), lungo 3 m, mantello esterno TPE, 6 x 0,25 mm <sup>2</sup> , estremità libere, schermato, diametro esterno 6,5 mm
1-KAB158-3	Cavo di collegamento KAB158-3; IP54 (con attacco a vite), lungo 3 m, mantello esterno TPE; 6 x 0,25 mm <sup>2</sup> ; estremità libere, schermato, diametro esterno 6,5 mm
3-3312.0382	Presca volante sciolta (attacco a baionetta)
1-EEK4	Cavo di messa a terra lungo 400 mm
1-EEK6	Cavo di messa a terra lungo 600 mm
1-EEK8	Cavo di messa a terra lungo 800 mm
1-Z4/20KN/ZGUW	Golfare snodato, filettatura esterna M16
1-ZGAM33F	Golfare snodato, 2 filettature esterne M33
1-ZGAM42F	Golfare snodato, 2 filettature esterne M42
1-ZGAM72F	Golfare snodato, 2 filettature esterne M72
1-Z4/20KN/ZGOW	Golfare snodato, filettatura interna M16
1-ZGIM33F	Golfare snodato, 2 filettature interne M33
1-ZGIM42F	Golfare snodato, 2 filettature interne M42
1-ZGIM72F	Golfare snodato, 2 filettature interne M72

No. Ordine	Descrizione
1-Z4/20kN/ZKM	Introduzione della forza in trazione secondo ISO376, adatta a U15 con forze nominali fino a 50 kN
1-U15/250kN/ZKM	Introduzione della forza in trazione secondo ISO376, adatta a U15 con forze nominali di 100 kN e 250 kN
1-U15/500kN/ZKM	Introduzione della forza in trazione secondo ISO376, adatta a U15 con forza nominale di 500 kN
1-U15/1MN/ZKM	Introduzione della forza in trazione secondo ISO376, adatta a U15 con forza nominale di 1 MN
1-U15/2.5MN/ZKM	Introduzione della forza in trazione secondo ISO376, adatta a U15 con forza nominale di 2,5 MN
1-EDO4/20kN	Appoggio di compressione secondo ISO376, adatto a U15 con forze nominali fino a 50 kN
1-U15/250kN/EDO	Appoggio di compressione ISO376, adatto a U15 con forze nominali di 100 kN e 250 kN
1-U15/500kN/EDO	Appoggio di compressione secondo ISO376, adatto a U15 con forza nominale di 500 kN
1-EDO4/500kN	Appoggio di compressione secondo ISO376, adatto a U15 con forza nominale di 1 MN
1-EDO4/2,5MN	Appoggio di compressione secondo ISO376, adatto a U15 con forza nominale di 2,5 MN

### 3.3 Varianti di dotazione

Il trasduttore di forza U15 viene fornito sempre con adattatore (introduzione del carico inferiore) e perno d'introduzione del carico (introduzione del carico superiore).

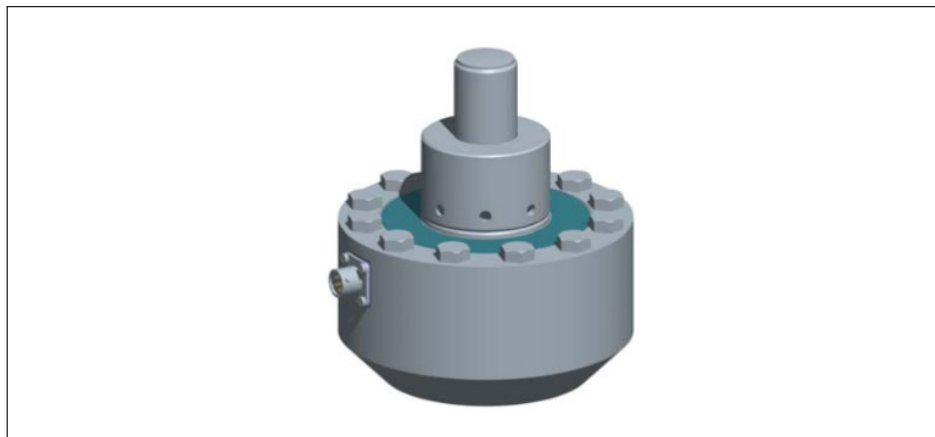


Fig. 3.1 Stato alla consegna dell'U15 con perno di introduzione del carico e adattatore piedino

Il trasduttore di forza è disponibile in versioni diverse. Sono disponibili le seguenti opzioni:

#### 1. Forza nominale

I trasduttori di forza possono essere ordinati con forze nominali tra 2,5 kN e 2,5 MN. La forza nominale è la forza alla quale il sensore mette a disposizione come segnale di uscita la sensibilità riportata sulla targa di identificazione.

#### 2. Numero di ponti di misura

Ordinando il trasduttore di forza un ponte semplice (SB), l'U15 viene fornito con un ponte di misura. Come opzione è a disposizione la versione a ponte doppio (DB). In questo caso l'U15 viene fornito con due circuiti a ponte disaccoppiati elettricamente.

#### 3. Identificazione trasduttore

Il trasduttore di forza può essere ordinato con un'identificazione trasduttore ("TEDS"). Il TEDS (Transducer Electronic Data Sheet - Prospetto Dati Elettronico Trasduttore) consente di salvare i dati del trasduttore (sensibilità) in un chip leggibile dallo strumento di misura collegato. Nella versione a ponte doppio ogni ponte di misura dispone di un TEDS proprio, vedere anche il Capitolo 9 "Memoria TEDS", pagina 27.

#### 4. Protezione connettore

Su richiesta montiamo una protezione connettore composta da un tubo quadro massiccio (con tubo tondo di forza nominale 2,5 MN) in modo tale che la spina sia protetta da danni meccanici.

## 5. Versione spina

Il trasduttore di forza nella versione standard viene fornito con un connettore a baionetta. Su richiesta è disponibile invece un connettore a filettatura.

## 6. Regolazione della sensibilità

La sensibilità esatta è riportata sulla targa di identificazione e nella relazione di prova in allegato. Il trasduttore può essere aggiustato di fabbrica con una sensibilità di 2 mV/V (tutti i trasduttori di forza con forze nominali non superiori a 10 kN) o di 3 mV/V (tutti i trasduttori di forza con forze nominali superiori a 10 kN). Il campo della sensibilità di un trasduttore non tarato è compreso tra 2 e 3 mV/V (tutti i trasduttori di forza con forze nominali non superiori a 10 kN) o tra 4 e 4,8 mV/V (tutti i trasduttori di forza con forze nominali superiori a 10 kN). Osservare il campo d'ingresso del vostro amplificatore di misura.

## 4 NOTE GENERALI SULL'IMPIEGO

---

I trasduttori di forza sono idonei alla misurazione di forze di trazione e compressione. Data la loro elevata precisione di misura delle forze statiche e dinamiche, devono essere maneggiati con estrema cura. Specialmente il trasporto ed il montaggio richiedono particolare attenzione. Urti o cadute possono danneggiare permanentemente il trasduttore.

I limiti delle sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche ammissibili sono indicati nel *Capitolo 11 "Dati tecnici (VDI/VDE 2638 o ISO376)", pagina 30*. È essenziale tener conto di questi limiti durante la pianificazione della disposizione di misurazione, il montaggio e quindi durante l'esercizio.



### 5.1 Funzionamento dei trasduttori di forza

Il corpo di misura è un corpo elastico di acciaio (per forze nominali da 25 kN) o di alluminio ad alta resistenza (per forze nominali fino a 10 kN) su cui sono applicati estensimetri (ER). Per ogni circuito di misura gli ER sono applicati in modo tale che quattro vengono espansi e quattro compressi se una forza agisce sul trasduttore.

Gli ER cambiano la loro resistenza in proporzione alla variazione della loro lunghezza, sbilanciando così il ponte di Wheatstone. Se sul ponte è presente una tensione di esercizio, il circuito fornisce un segnale di uscita proporzionale alla variazione della resistenza e quindi proporzionale anche alla forza applicata. L'arrangiamento degli ER viene scelto in modo tale da compensare largamente le forze e le coppie parassitari, nonché l'effetto della temperatura.

### 5.2 Materiale di rivestimento degli ER

Per proteggere gli ER i trasduttori di forza dispongono di sottili lamine di copertura saldate al pavimento e sul lato superiore (versioni in acciaio, forze nominali superiori a 25 kN) o incollate (versioni in alluminio, forze nominali non superiori a 10 kN). Questo metodo fornisce un'elevata protezione degli ER dagli effetti dell'ambiente. Per non compromettere l'azione di protezione, queste lamine non devono essere in nessun caso rimosse o danneggiate.

Proteggere il trasduttore dagli agenti atmosferici quali pioggia, neve, ghiaccio ed acqua salmastra.

### 6.1 Temperatura ambientale

Le influenze della temperatura sullo zero e sulla sensibilità vengono compensate.

Per ottenere risultati di misura ottimali rispettare il campo nominale di temperatura. L'arrangiamento degli ER e la loro struttura assicurano l'elevata insensibilità ai gradienti di temperatura. Ciononostante temperature costanti o che cambiano molto lentamente hanno un effetto positivo sull'accuratezza di misura. Uno schermo antiradiazioni ed un isolamento termico avvolgente comportano notevoli miglioramenti. Non devono provocare una derivazione della forza.

### 6.2 Protezione da umidità e corrosione

I trasduttori di forza sono ad incapsulatura ermetica e quindi molto insensibili all'umidità.

Il grado di protezione dei sensori dipende dalla scelta del collegamento elettrico. Nella versione standard con connettore a baionetta il sensore raggiunge il grado di protezione IP67 secondo DIN EN 60259 (condizioni di prova: 0,5 ore sotto 1 m di colonna d'acqua). Questo dato vale se la spina è collegata.

Con la versione "connettore a filettatura" viene raggiunto il grado di protezione IP64.

Per trasduttori di forza in acciaio inossidabile notare che gli acidi e le sostanze che rilasciano ioni liberi intaccano anche gli acciai inossidabili ed i relativi cordoni di saldatura. La corrosione eventualmente derivante può causare il guasto del trasduttore di forza. In questo caso occorre prevedere misure di protezione corrispondenti.



#### Informazione

*Consigliamo di proteggere il sensore dall'effetto permanente dell'umidità e dagli agenti atmosferici.*

### 6.3 Depositi

Polvere, sporcizia ed altri corpi estranei non si devono accumulare sul trasduttore, poiché potrebbero deviare parte della forza di misura e falsare così il valore di misura (derivazione della forza).

### 7.1 Misure importanti per il montaggio

- Maneggiare con cura il trasduttore.
- Rispettare i requisiti posti agli elementi d'introduzione della forza come riportato nei capitoli seguenti di queste istruzioni.
- Sul trasduttore non devono fluire correnti di saldatura. Qualora sussista questo pericolo, è necessario ponticellare elettricamente il trasduttore con un collegamento a bassa resistenza idoneo. A tal scopo HBK offre ad esempio il cavo di messa a terra EEK ad alta flessibilità avvitato al di sopra e al di sotto del trasduttore.
- Assicurarsi che il trasduttore non possa essere sovraccaricato.

#### AVVERTIMENTO

*Se il trasduttore viene sovraccarico, sussiste il pericolo di rottura. In questo modo possono derivare pericoli per gli operatori dell'impianto in cui il trasduttore è montato.*

*Adottare misure di sicurezza idonee per prevenire un sovraccarico o per la protezione da pericoli derivanti. Le sollecitazioni meccaniche massime possibili, in particolare la forza di rottura, sono riportati nei Dati tecnici (vedere il Capitolo 11*

*"Dati tecnici (VDI/VDE 2638 o ISO376)", pagina 30).*

*Durante il montaggio e durante l'esercizio del trasduttore osservare le forze parassitarie massime - forze laterali, momenti flettenti e coppie - e la portata massima ammissibile degli elementi d'introduzione della forza usati.*

---

### 7.2 Direttive generali per il montaggio

Le forze da misurare devono agire sul trasduttore il più precisamente possibile nella direzione della griglia di misura. Le coppie, i momenti flettenti, i carichi eccentrici e le forze laterali possono causare errori di misura e il superamento dei valori limite può causare la distruzione del trasduttore.

Gli elementi strutturali del cliente devono soddisfare le seguenti condizioni:

- L'introduzione della forza superiore e quella inferiore devono essere disposte nel modo più preciso possibile in un asse. Gli ausili di centraggio sul lato inferiore facilitano il montaggio. Il diametro di centraggio corrisponde alla misura P, la profondità di centraggio utile è pari a 3 mm.
- La protezione da avvitamento passante apportata nella filettatura interna dell'adattatore non deve essere rimossa.
- La filettatura esterna (lato cliente), per il collegamento alla filettatura interna inferiore del sensore, deve rispettare una tolleranza di filettatura di 6g.
- Le filettature prima dell'avvitamento devono essere pulite da depositi e umettate con grasso privo di grafite.

- Osservare che durante il montaggio e durante l'esercizio le forze laterali, i momenti flettenti e le forze limite massimi non vengano superati. Introduzioni del carico eccentriche causano momenti flettenti.

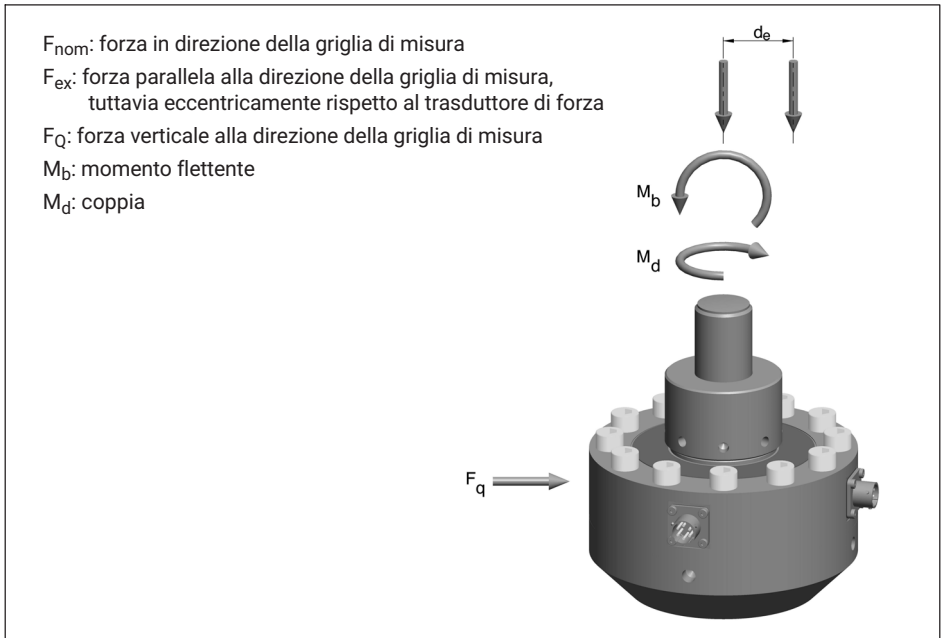


Fig. 7.1 Carichi parassitari

L'U15 è un trasduttore di riferimento di alta qualità. Si consiglia di far eseguire la taratura del sensore sempre con gli elementi di montaggio con cui è stato progettato l'uso del sensore. L'incertezza di misura minima viene raggiunta commissionando la taratura della catena di misura.

Per trasduttori di forza in acciaio (forze nominali a partire da 25 kN) vale: per ottenere la resistenza alla fatica massima deve essere usato un materiale con resistenza alla trazione (min.  $R_p, 0,2 = 900 \text{ N/mm}^2$ ) e durezza (min. 40 HRC) sufficienti. Con forze nominali da 500 kN a 2,5 MN consigliamo l'impiego di filetti rullati.



## Informazione

*Se il sensore deve essere impiegato per la misurazione di carichi alternati, consigliamo di precaricare i filetti. (Vedere il Capitolo 7.3) Il precarico serve esclusivamente alla protezione dei filetti che possono subire danni se esposti a un carico alternato permanente in caso di un montaggio non precaricato. Senza precarico il sensore può essere usato senza limitazioni dell'accuratezza di misura se devono essere misurati solo pochi carichi alternati. In caso di misurazioni solo nella zona di trazione o solo nella zona di compressione il precarico non è necessario.*

### 7.3 Montaggio con precarico

Se l'U15 deve essere usato per la misurazione permanente di carichi alternati (forze di trazione e di compressione) consigliamo di montare la filettatura con una forza di precarico che superi di almeno il 10% la forza più grande da misurare.

A tal scopo sono a disposizione due metodi:

#### 1. Precarico con una coppia di serraggio definita

Questo metodo può essere usato per tutti i sensori fino a una forza nominale di 50 kN.

- ▶ Avvitare l'elemento d'introduzione della forza fino alla battuta sul perno di introduzione del carico superiore o nella filettatura interna inferiore dell'adattatore.
- ▶ Svitare di due giri gli elementi d'introduzione della forza.
- ▶ Precaricare l'elemento d'introduzione della forza con una coppia di serraggio definita.

Forza nominale in kN	Coppia di serraggio $M_A$ in N·m	Profondità di avvitamento nella filettatura interna dell'adattatore in mm
2,5	17	26,4
5	35	26,4
10	68	26,4
25	135	26,4
50	135	26,4

#### 2. Precarico tramite forze di trazione

Con questo metodo i trasduttori di forza possono essere montati con una forza nominale a piacere. La procedura deve essere sempre usata in presenza di carico continuativo dinamico per trasduttori di forza a partire da 100 kN, poiché con il metodo riportato al punto 1. la coppia necessaria per il controdado sarebbe eccessiva.

- ▶ Avvitare i controdadi sull'elemento di introduzione del carico per il collegamento alla filettatura interna nell'adattatore inferiore o al perno di introduzione del carico sul lato superiore dell'U15. Avvitare quanto più possibile l'introduzione del carico (fino alla battuta).

- ▶ Svitare di due giri l'elemento d'introduzione della forza.
- ▶ Caricare il trasduttore di forza al massimo al 120% della forza di funzionamento massima in direzione di trazione. La tabella seguente mostra le forze di trazione da applicare se il trasduttore in un secondo momento deve essere caricato con la forza nominale. In caso di impiego del campo di forza parziale è possibile applicare forze di trazione corrispondentemente minori. Per la misurazione della forza di precarico può essere usato il trasduttore di forza che viene montato.

Forza nominale	Forza di trazione da applicare
2,5 kN	3 kN
5 kN	6 kN
10 kN	12 kN
25 kN	30 kN
50 kN	60 kN
100 kN	120 kN
250 kN	300 kN
500 kN	600 kN
1 MN	1,2 MN
2,5 MN	3 MN

- ▶ Serrare a mano entrambi i controdati.
- ▶ Scaricare il trasduttore di forza.

## 7.4 Montaggio con golfari snodati

Con questa modalità di montaggio vengono usati golfari snodati. Questi accessori di montaggio impediscono l'introduzione nel trasduttore di coppie e - usando due golfari snodati - anche di momenti flettenti e di carichi laterali ed obliqui.

Non è possibile precaricare i golfari snodati. Una volta sfruttata l'intera ampiezza di vibrazione i golfari snodati non sono più resistenti alla fatica. A seconda della versione dell'U15 i golfari snodati possono essere usati senza compromettere l'accuratezza di misurazione.

Consigliamo di montare gli occhielli snodati sfalsati di 90 gradi per tenere lontani i momenti flettenti dal sensore da ogni direzione.

Montare i golfari snodati come descritto di seguito:

- ▶ Avvitare il golfare snodato fino alla battuta.
- ▶ Svitare il golfare snodato di circa due giri.

Le dimensioni dei golfari snodati e le misure degli U15 con golfari snodati sono riportati nei Dati tecnici (*Capitolo 11 "Dati tecnici (VDI/VDE 2638 o ISO376)", pagina 30*).

### Avvisi sul montaggio con golfari snodati

#### 1. Diametro dell'albero

Se il sensore viene usato con golfari snodati montati su un lato o su entrambi i lati, prestare attenzione al dimensionamento corretto dell'albero.

Nelle tabelle che seguono sono riportati i diametri dei golfari snodati e degli alberi corrispondenti con le rispettive tolleranze raccomandate.

#### Golfare con filettatura interna

Golfari snodati	Diametro nominale	Accoppiamento foro	Accoppiamento albero raccomandato
1-Z4/20kN/ZGOW	16	H7	g6
1-ZGIM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	f7
1-ZGIM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	
1-ZGIM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$	

Tab. 7.1 Accoppiamenti/tolleranze raccomandati per l'albero e il foro – golfare snodato con filettatura interna

#### Golfare con filettatura esterna

Golfari snodati	Diametro nominale	Accoppiamento foro	Accoppiamento albero raccomandato
1-Z4/20kN/ZGUW	16	H7	g6
1-ZGAM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0,012 \end{matrix}$	f7
1-ZGAM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0,015 \end{matrix}$	
1-ZGAM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$	

Tab. 7.2 Accoppiamenti/tolleranze raccomandati per l'albero e il foro – golfare snodato con filettatura esterna

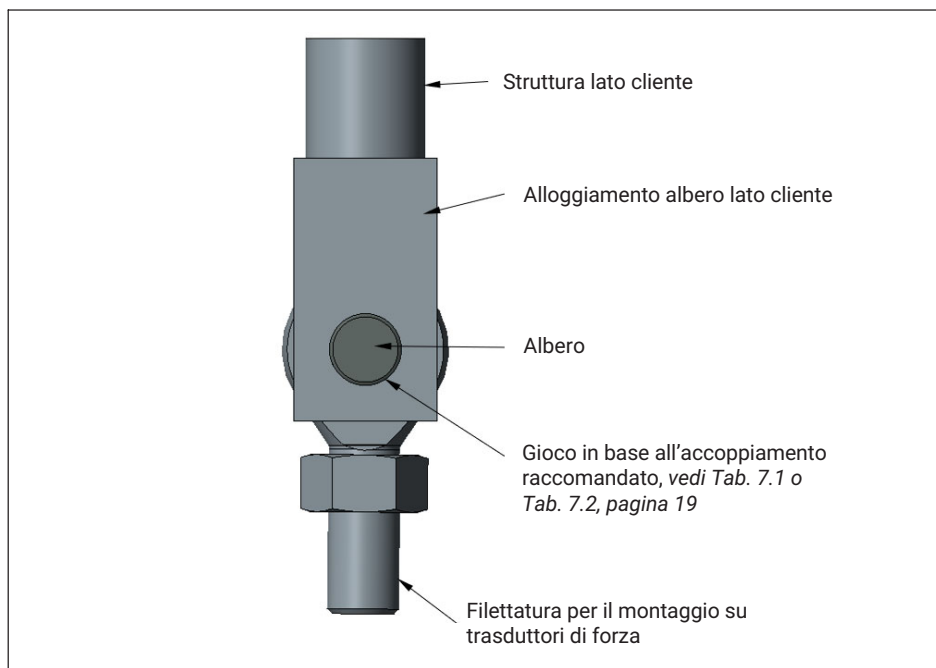


Fig. 7.2 Rappresentazione d'esempio del montaggio con golfare snodato

**⚠ ATTENZIONE**

*Se viene usato un albero con un diametro piccolo, nel cuscinetto del golfare snodato agisce un carico lineare. In questo modo il guscio interno del cuscinetto è sovraccarico causando danni e in caso di forze elevate la rottura del cuscinetto del golfare snodato. Scegliere l'albero in base alle raccomandazioni delle istruzioni di montaggio.*

2. Distanza tra golfare snodato e supporto dell'albero

L'albero deve essere sostenuto con un gioco adatto tra il golfare snodato e il supporto dell'albero.



**⚠ ATTENZIONE**

Se la distanza tra il golfare snodato e il supporto dell'albero è eccessiva, sull'albero vengono generati momenti flettenti che causano la deformazione dell'albero. Questa deformazione solleva il guscio interno del cuscinetto in modo puntuale al bordo, causando eventualmente danni o la rottura del golfare snodato o dell'albero. Scegliere il gioco in base alle raccomandazioni delle istruzioni di montaggio.

---

Per determinare il gioco tra il golfare snodato e il supporto dell'albero, è possibile applicare la regola empirica seguente:

Diametro albero	Gioco golfare snodato-cuscinetto
≤30 mm	1/10 del diametro nominale
>30 mm	1/20 del diametro nominale

Tab. 7.3 Regola empirica per la determinazione del gioco golfare snodato-supporto dell'albero

Ne derivano le raccomandazioni seguenti per il gioco tra il golfare snodato e il supporto dell'albero:

Golfare snodato	Gioco golfare snodato-supporto dell'albero
1-Z4/20kN/ZGOW	1,6 mm
1-Z4/20kN/ZGUW	
1-ZGIM33F	2,5 mm
1-ZGAM33F	
1-ZGIM42F	3 mm
1-ZGAM42F	
1-ZGIM72F	4,5 mm
1-ZGAM72F	

Tab. 7.4 Consigli per il gioco golfare snodato-supporto dell'albero

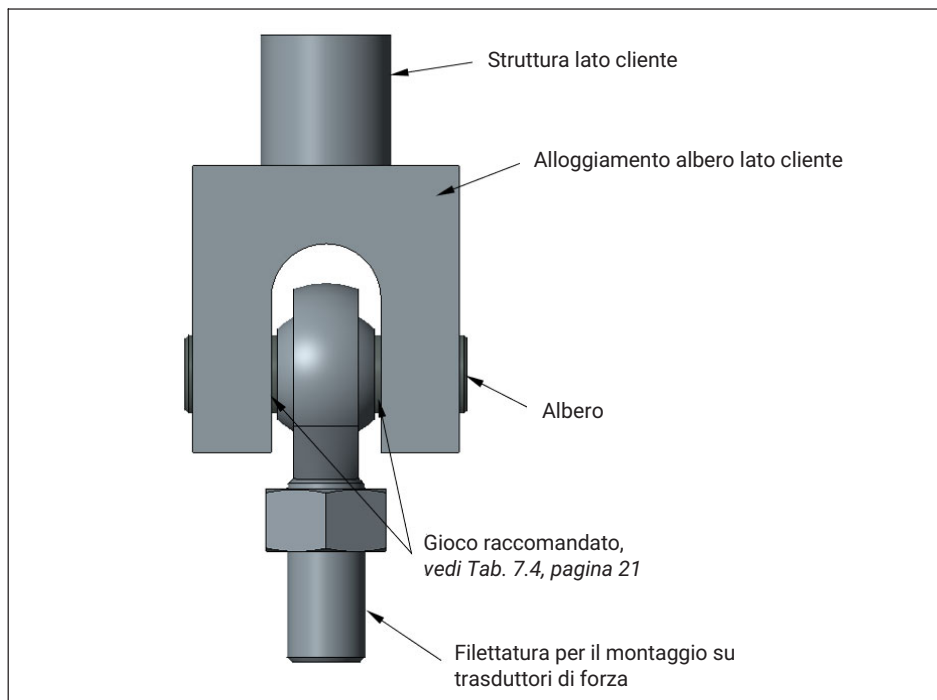


Fig. 7.3 *Rappresentazione d'esempio del montaggio con golfare snodato*

### 3. Qualità superficiale e durezza dell'albero

Si consiglia una rugosità della superficie di  $\leq 10 \mu\text{m}$ .

La durezza dell'albero deve essere pari a minimo 50 HRC.

## 7.5 Utilizzo degli U15 con appoggi di compressione

Gli appoggi di compressione impediscono l'introduzione di coppie, possono compensare piccole posizioni inclinate e garantiscono che le forze di compressione vengano introdotte al centro.

Il perno di introduzione del carico superiore è dotato di una superficie d'introduzione del carico convessa. Sono a disposizione appoggi di compressione corrispondenti. L'appoggio di compressione viene semplicemente appoggiato sul perno di introduzione del carico, mentre il sensore viene posizionato su una superficie piana sufficientemente dura.

Nel *Capitolo 3 "Contenuto della fornitura e varianti di dotazione"*, pagina 8, sono riportati i no. ordine degli appoggi di compressione adatti al vostro U15. Tutti gli appoggi di

compressione offerti da HBK come accessori per l'U15 corrispondono alle raccomandazioni dell'ISO376.

## **7.6 Utilizzo con introduzione della forza in trazione ZKM**

Le introduzioni della forza in trazione ZKM impediscono l'introduzione di coppie nel trasduttore nonché momenti flettenti e posizioni inclinate.

Il montaggio avviene in modo analogo al montaggio dei golfari snodati:

- ▶ Avvitare l'introduzione della forza in trazione ZKM fino alla battuta nel trasduttore o nell'adattatore.
- ▶ Svitare lo ZKM di circa due giri.

Nel *Capitolo 3 "Contenuto della fornitura e varianti di dotazione", pagina 8*, sono riportati i no. ordine delle introduzioni della forza in trazione ZKM adatte al vostro U15.

Tutte le introduzioni della forza in trazione ZKM offerte da HBK come accessori per l'U15 corrispondono alle raccomandazioni dell'ISO376.

## 8 COLLEGAMENTO ELETTRICO

---

Per il trattamento dei dati è possibile usare amplificatori di misura concepiti per sistema di misura di estensimetri. È possibile collegare sia frequenze portanti che amplificatori a tensione continua.



### Consiglio

*Nella scelta del vostro sistema di amplificatori di misura considerare l'elevato segnale di uscita dell'U15. Selezionare l'opzione "Sensibilità aggiustata" se il vostro sistema di amplificatori di misura non è concepito per sensori con un segnale di uscita di più di 3 mV/V.*

I trasduttori di forza U15 vengono forniti con un circuito a 6 fili e sono disponibili con i seguenti collegamenti elettrici:

- Attacco a baionetta: innesto compatibile con il collegamento MIL-C-26482 serie 1 (PT02E10-6P); IP67 (versione standard)
- Spina con filetto: innesto compatibile con il collegamento MIL-C-26482 serie 1 (PT02E10-6P); IP64

## 8.1 Collegamento con circuito a 6 fili

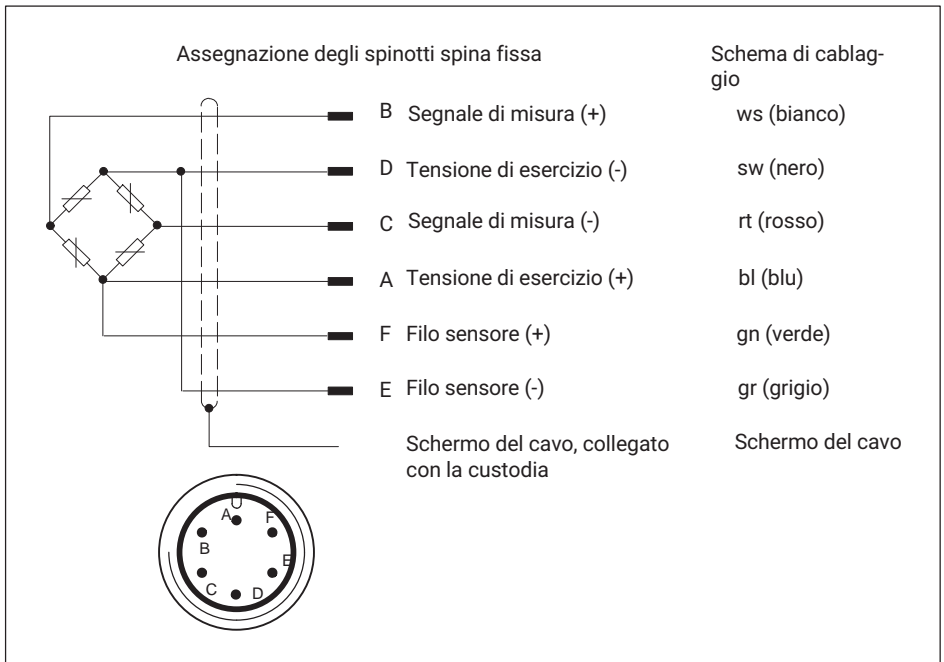


Fig. 8.1 Disposizione dei collegamenti del circuito a 6 fili

Con questo cablaggio, caricando il trasduttore con forza in trazione si ottiene un segnale di uscita positivo dall'amplificatore di misura.

Lo schermo del cavo è collegato alla custodia del trasduttore. In questo modo viene a formarsi una gabbia di Faraday che comprende il sensore, il cavo e – purché correttamente cablata – la spina dell'amplificatore di misura garantendo una sicurezza di esercizio ottimale anche in un ambiente CEM critico.

Usare soltanto spine che soddisfino le Direttive CEM. La schermatura deve essere posata in modo che aderisca completamente. Con altre tecniche di collegamento, nella zona dei fili si deve comunque prevedere una schermatura a resistenza CEM da posare anche in questo caso in modo che aderisca completamente.

## 8.2 Accorciamento o prolungamento dei cavi

L'U15 dispone di una spina, si consiglia di usare un cavo a prova di interruzione. Se non è possibile evitare un prolungamento prestare attenzione che la schermatura venga posata in modo che aderisca completamente e che i contatti siano a bassa resistenza e sicuri dal punto di vista meccanico.

### 8.3 Collegamento con circuito a 4 fili

Volendo collegare trasduttori con circuito a 6 fili a amplificatori di misura con circuito a 4 fili, collegare i fili sensore dei trasduttori ai corrispondenti fili della tensione di esercizio: Simbolo (+) con (+) e simbolo (-) con (-), vedere Fig. 8.1.

Fra l'altro, tale collegamento diminuisce la resistenza dei cavi della tensione di esercizio. Se viene impiegato un amplificatore di misura con un circuito a 4 fili, il segnale di uscita e il coefficiente termico della sensibilità del segnale di uscita (CTS) dipendono dalla lunghezza del cavo e dalla temperatura. Se viene usato il circuito a 4 fili come descritto sopra ciò causa quindi errori di misura leggermente maggiori. Un sistema di amplificatori di misura che funziona con un circuito a 6 fili è in grado di compensare perfettamente questi effetti.

Se viene usato il sensore con un circuito a 4 fili ciò deve essere assolutamente considerato per la taratura.

### 8.4 Protezione CEM

I campi magnetici ed elettrici inducono l'accoppiamento di tensioni di disturbo nel circuito di misura. Perciò considerare quanto segue:

- Usare esclusivamente cavi di misura schermati ed a bassa capacità (i cavi HBK soddisfano queste condizioni).
- Non posare i cavi di misura paralleli alle linee di alta tensione e alle linee di controllo. Se ciò non fosse possibile, proteggere il cavo di misura p. es. con tubi con armatura in acciaio.
- Evitare campi di dispersione di trasformatori, motori e contattori.
- Collegare tutti gli apparecchi della catena di misura al medesimo conduttore di protezione.
- Posare sempre lo schermo del cavo in modo che aderisca completamente alla custodia del connettore.

Il TEDS (Transducer Electronic Data Sheet - Prospetto Dati Elettronico Trasduttore) consente di scrivere i valori caratteristici del sensore in un chip secondo la norma IEEE 1451.4. L'U15 può essere fornito con un TEDS che poi viene montato e collegato nella custodia del trasduttore e dotato di dati da HBK prima della consegna.

Il trasduttore di forza viene sempre fornito con una relazione di prova.

Se il sensore viene ordinato presso HBK senza taratura supplementare, i risultati della relazione di prova vengono salvati nel chip del TEDS; nel caso di un'eventuale ordinazione aggiuntiva della taratura DAkKS, i risultati della taratura vengono salvati nel chip del TEDS.

Il contenuto del chip può essere editato e modificato con l'hardware e il software corrispondenti. A questo scopo è possibile utilizzare p. es. l'assistente Quantum o anche il software DAQ CATMAN di HBK. Si prega di osservare i manuali di istruzione di questi prodotti.

## 10 VERSIONI E NO. ORDINE

### Codici di ordinazione e campi di misura

Codice	Forza nominale
<b>2k50</b>	2,5 kN
<b>5k00</b>	5 kN
<b>10k0</b>	10 kN
<b>25k0</b>	25 kN
<b>50k0</b>	50 kN
<b>100k</b>	100 kN
<b>250k</b>	250 kN
<b>500k</b>	500 kN
<b>1M00</b>	1 MN
<b>2M50</b>	2,5 MN

Numero ponti di misura	Identificazione trasduttore	Protezione connettore	Collegam. elettrico del ponte A	Collegam. elettrico del ponte B	Sensibilità
Ponte semplice <b>SB</b>	Senza TEDS <b>S</b>	Senza protezione connettore <b>U</b>	Connettore a baionetta <b>B</b>	Connettore a baionetta <b>B</b>	Tarato <b>J</b>
Ponte doppio <b>DB</b>	Con TEDS <b>T</b>	Con protezione connettore <b>P</b>	Connettore a filettatura <b>G</b>	Connettore a filettatura <b>G</b>	Non tarato <b>U</b>

Esempio di ordinazione:

<b>K-U15-</b>	<b>2M50-</b>	<b>SB-</b>	<b>S-</b>	<b>U-</b>	<b>B-</b>	<b>U</b>
---------------	--------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------

L'esempio di ordinazione mostra un U15 con una forza nominale di 2,5 MN con un ponte di misura (ponte semplice), senza identificazione trasduttore (TEDS), connettore a baionetta e una sensibilità non aggiustata.



<b>Numero ponti di misura</b>	Per ragioni di ridondanza, nelle apparecchiature rilevanti per la sicurezza è necessario verificare la plausibilità del segnale di misura mediante un secondo ponte di misura. I segnali vengono condizionati e valutati indipendentemente gli uni dagli altri con due amplificatori di misura separati. In questo modo sussiste la possibilità di collegare due amplificatori di misura con diverse caratteristiche.
<b>Identificazione trasduttore</b>	Con questa opzione è possibile ordinare un TEDS integrato (Transducer Electronic Data Sheet) montato nell'U15. Presupponendo un'elettronica degli amplificatori di misura corrispondente, il sistema di amplificatori di misura legge questo chip e si parametrizza automaticamente.
<b>Protezione connettore</b>	Protezione meccanica tramite il montaggio di un profilo quadro massiccio supplementare (con profilo tubo di forza nominale 2,5 M) attorno alla spina. La versione standard è la spina fissa con attacco a baionetta (compatibile con PT02E 10-6P). A scelta è anche possibile ordinare anche una spina fissa avvitabile (compatibile con PC02E 10-6P).
<b>Collegamento elettrico ponte A</b>	La versione standard è costituita da una spina fissa con attacco a baionetta (compatibile con PT02E10-6P). A scelta è anche possibile ordinare anche una spina fissa avvitabile (compatibile con PC02E 10-6P).
<b>Collegamento elettrico ponte B</b>	La versione standard è costituita da una spina fissa con attacco a baionetta (compatibile con PT02E10-6P). A scelta è anche possibile ordinare anche una spina fissa avvitabile (compatibile con PC02E 10-6P).
<b>Sensibilità</b>	La versione standard è una sensibilità non tarata (aggiustata). Per tutti i sensori con forze nominali superiori a 10 kN il segnale di uscita con la forza nominale è compreso tra 4 e 4,8 mV/V. Per tutti i trasduttori di forza con forze nominali non superiori a 10 kN il segnale di uscita è compreso tra 2 e 3 mV/V. Selezionando l'opzione 'Sensibilità aggiustata', la sensibilità viene aggiustata a 3 mV/V (tutti i trasduttori superiori a 10 kN) o a 2 mV/V (tutti i trasduttori on superiori a 10 kN). Considerare il campo d'ingresso del vostro amplificatore di misura.

## 11 DATI TECNICI (VDI/VDE 2638 O ISO376)

Forza nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2,5	
<b>Dati di precisione secondo ISO376</b>													
<b>Classe di precisione secondo ISO376 nel campo di misura della forza 10% - 100%</b>		0,5											
<b>Riproducibilità (20% - 100% di F<sub>nom</sub>)</b>	b	%	0,05									0,1	
<b>Riproducibilità a 10% di F<sub>nom</sub></b>	b	%	0,1										
<b>Precisione della ripetibilità (20% - 100% di F<sub>nom</sub>)</b>	b`	%	0,02										
<b>Precisione della ripetibilità a 10% di F<sub>nom</sub></b>	b`	%	0,05										
<b>Deviazione relativa dell'interpolazione (10% - 100%)</b>	f <sub>c</sub>	%	0,01			0,04				0,05			
<b>Deviazione del punto di zero</b>	f <sub>0</sub>	%	0,01									0,02	
<b>Campo di inversione (10% - 100%)</b>	v	%	0,07			0,09		0,1			0,15		
<b>Scorrimento</b>	c	%	0,01									0,02	
<b>Accuratezza di misura secondo VDI/VDE 2638</b>													
<b>Classe di precisione HBK</b>			0,02			0,03		0,035			0,05		
<b>Errore combinato relativo in posizione di montaggio invariata</b>	b <sub>rg</sub>	%	0,02										

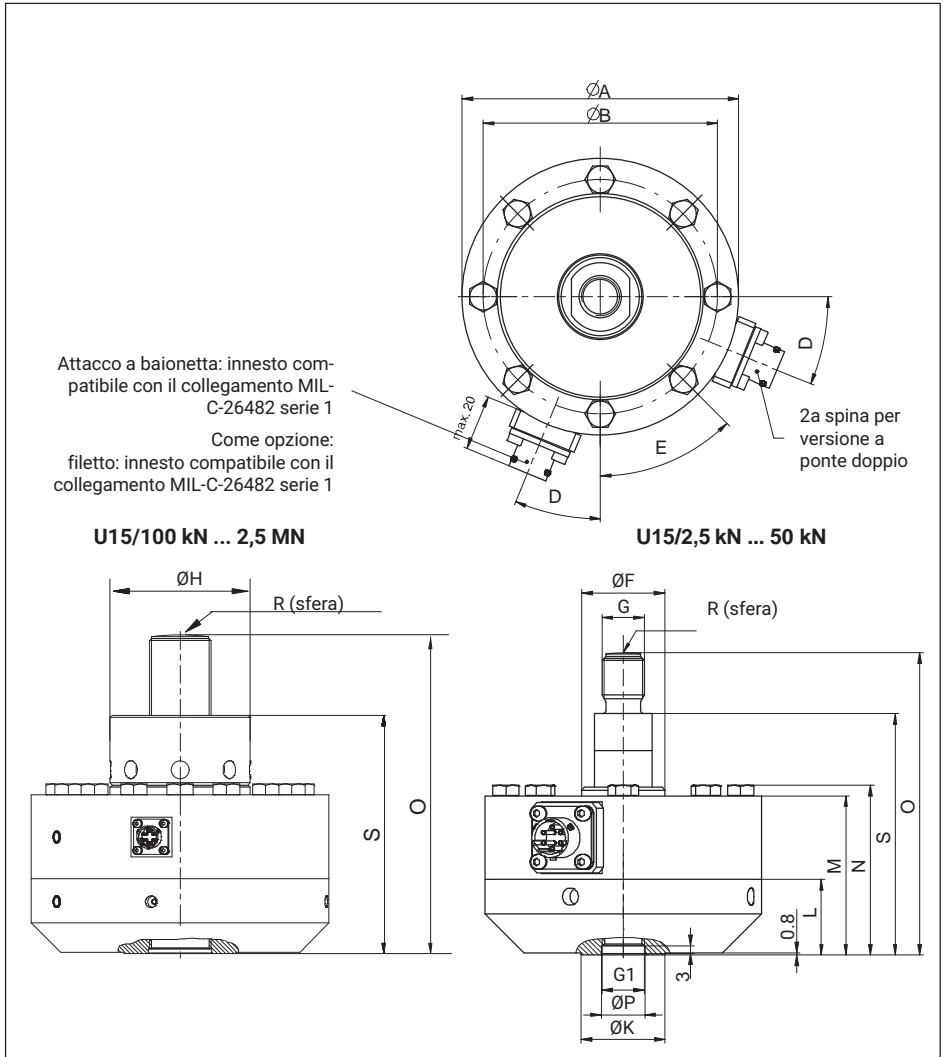
Forza nominale	$F_{nom}$	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2,5	
Campo di inversione rel. (isteresi) a 0,4 $F_{nom}$ (riferito al fondo scala del campo di misura)	$v_{0,4}$	%	0,015			0,03		0,03			0,05		
Deviazione della linearità	$d_{lin}$	%	0,02			0,025		0,035			0,05		
Segnale di ritorno allo zero rel.		%	0,01								0,02		
Scorrimento relativo	$d_{crf+E}$	%	0,01									0,02	
Influenza del momento flettente al 10% $F_{nom} * 10 \text{ mm}$	$d_{Mb}$	%	0,01										
Effetto della forza laterale (forza laterale = 10% di $F_{nom}$ )	$d_Q$	%	0,01										
Influenza della temperatura sulla sensibilità	$CT_S$	%/ 10K	0,015										
Coefficiente termico dello zero	$TK_0$		0,0075										
<b>Sensibilità elettriche</b>													
Campo della sensibilità	C	mV/V	2...3				4...4,8						
Sensibilità nominale (con l'opzione "Sensibilità aggiustata")	$C_{nom}$		2				3						
Deviazione dalla caratteristica, solo con l'opzione "Sensibilità aggiustata"	$d_c$	%	0,1										

Forza nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2,5
Deviazione relativa del segnale di zero	d <sub>s,0</sub>	%	1									
Differenza della sensibilità fra trazione e compressione	d <sub>zd</sub>	%	0,2									
Resistenza d'ingresso	R <sub>e</sub>	Ω	>345									
Resistenza di uscita	R <sub>a</sub>	Ω	220...360									
Resistenza di uscita con l'opzione "Sensibilità aggiustata"	R <sub>a</sub>	Ω	365±0,5									220...360
Resistenza di isolamento	R <sub>is</sub>	GΩ	>2									
Campo operativo della tensione di alimentazione	B <sub>U,G</sub>	V	0,5 ... 12									
Tensione di alimentazione di riferimento	U <sub>rif</sub>	V	5									
Collegamento		circuito a 6 fili										
Temperatura												
Temperatura di riferimento	T <sub>rif</sub>	°C [°F]	23 [73,4]									
Campo nominale di temperatura	B <sub>T,nom</sub>		-10...+45 [14...113]									
Campo della temperatura di esercizio	B <sub>T,g</sub>		-30...+85 [-22...+185]									
Campo della temperatura di magazzino	B <sub>T,S</sub>		-30...+85 [-22...185]									

Forza nominale	$F_{nom}$	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2,5
<b>Grandezze caratteristiche meccaniche</b>												
Forza di esercizio massima	$F_G$	% di $F_{nom}$	120									
Forza limite	$F_L$		120									
Forza di rottura	$F_B$		>200									
Coppia limite	$M_{G\ max}$	$N^*m$	15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
Momento flettente limite	$M_{b\ max}$		15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287
Forza laterale statica limite	$F_q$	% di $F_{nom}$	50									
Deflessione nominale	$s_{nom}$	mm	0,04			0,06			0,08	0,1	0,12	0,18
Frequenza fondamentale	$f_G$	kHz	2,7	3,8	5,6	5,3	7,5	4,3	5,8	4,9	4	2,82
Ampiezza della vibrazione ammessa	$f_{rb}$	% di $F_{nom}$	100									
Rigidità	$C_{ax}$	$10^5N/mm$	0,625	1,25	2,5	4,17	8,33	16,7	31,3	50	83,3	139
<b>Dati generali</b>												
Grado di protezione secondo EN 60529, con connettore a baionetta (versione standard), presa collegata al sensore			IP67									
Grado di protezione secondo EN 60529, con l'opzione "Connettore a filettatura"			IP64									
Materiale del corpo elastico			alluminio				acciaio inossidabile					
Protezione del punto di misura			corpo di misura incollato a tenuta				corpo di misura saldato ermeticamente					
<b>Resistenza agli urti meccanici secondo IEC 60068-2-6</b>												
Numero	n	1000										
Durata	ms	3										
Accelerazione	m/s <sup>2</sup>	1000										
<b>Sollecitazione vibrazionale secondo IEC 60068-2-27</b>												
Campo di frequenze	Hz	5 ... 65										

Forza nominale	F <sub>nom</sub>	kN	2,5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2,5	
Durata		minuti	30										
Accelerazione		m/s <sup>2</sup>	150										
Peso	m	kg	1,4		3,3		10,5		27		73		226
	m	lbs	3,1		7,3		23,1		59,5		161		498

## 12 DIMENSIONI U15

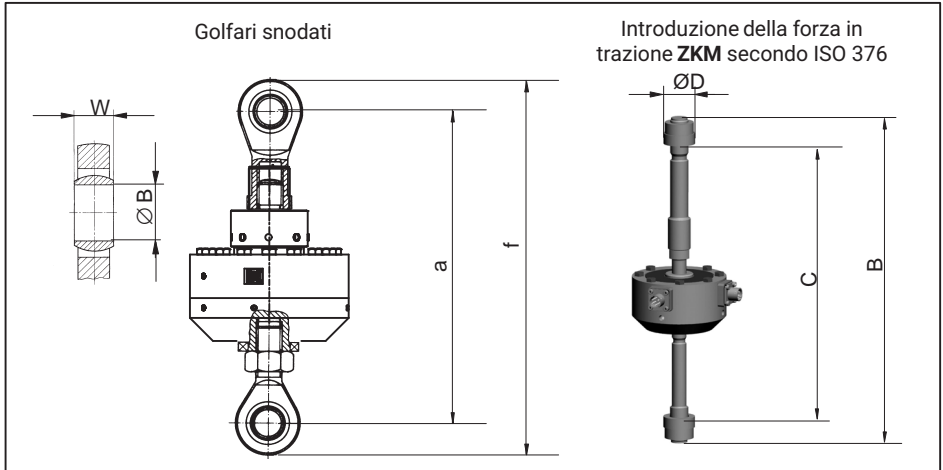


Forza nomin.	Ø A	Ø B	D	E	ØF	G	G1	Ø H	Ø K	L
2,5 kN - 10 kN	104,8	88,9	22,5°	45°	30,4	M16x 2-6g	M16x2-4H 22,1 profondo	-	31,8	28,6
25 kN - 50 kN	104,8	88,9	22,5°	45°	31,5	M16x 2-6g	M16x2-4H 22,1 profondo	-	31,8	28,6
100 kN - 250 kN	153,9	130,3	15°	30°	-	M33x 2-6g	M33x2-4H 35,6 profondo	67,3	57,2	44,5
500 kN	203,2	165,1	11,25°	22,5°	-	M42x 2-6g	M42x2-4H 44,5 profondo	95,5	76,2	50,8
1 MN	279	229	11,25°	22,5°	-	M72x 2-6g	M72x2-4H 69,8 profondo	135	114	76,2
2,5 MN	390	322	7,5°	15°	-	M120x4-4H		190	190	127

Forza nominale	M	N	S	ØPH <sup>8</sup>	R	O
2,5 kN - 10 kN	60,3	64,3	91,5	16,5	60	114,5
25 kN - 50 kN	60,3	64,3	91,5	16,5	60	114,5
100 kN- 250 kN	85,9	95,9	131,5	33,5	160	174,5
500 kN	108	120	162,3	43	160	217,3
1 MN	152,4	168,4	230,1	73	400	307,3
2,5 MN	239	261	351,5	123	600	465,3



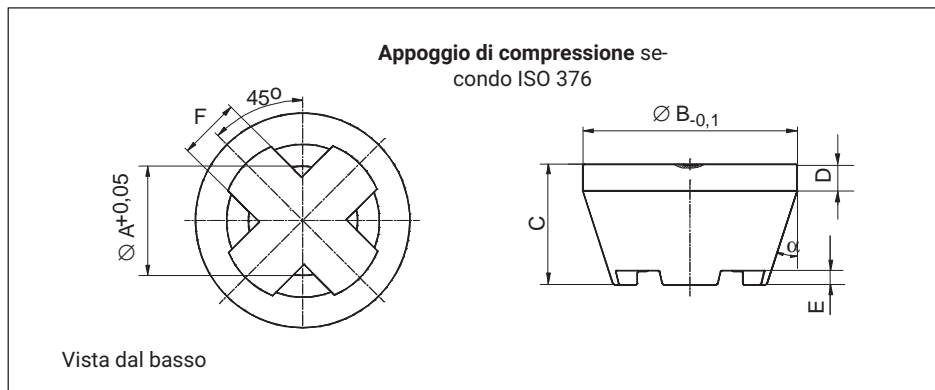
## Elementi d'introduzione della forza per carico di trazione



Tipo	ZKM No. Ordine	B	C		$\varnothing D$
			min	max	
U15/2,5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZKM	ca. 372	ca. 277	ca. 313	35
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/ZKM	ca. 478	ca. 364	ca. 404	64
U15/500kN	1-U15/500kN/ZKM	ca. 650	ca. 447	ca. 539	90
U15/1MN	1-U15/1MN/ZKM	ca. 833	ca. 549	ca. 679	120
U15/2,5MN	1-U15/2.5MN/ZKM	ca. 1429	ca. 987	ca. 1129	235

Tipo	Golfare superiore / inferiore No. Ordine	a	f	W	$\varnothing B$
U15/2,5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZGOW / 1-Z4/20kN/ ZGUW	ca. 209	ca. 246	21	16
U15/100kN-250kN	1-ZGIM33F / 1-ZGAM33F	ca. 362	ca. 488	35	50
U15/500kN	1-ZGIM42F / 1-ZGAM42F	ca. 418	ca. 554	44	60
U15/1MN	1-ZGIM72F / 1-ZGAM72F	ca. 588	ca. 792	60	90

## Elementi d'introduzione della forza per carico di compressione



Tipo	Appoggio di compressione No. Ordine	Peso (kg)	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	D	E	F	$\alpha$
U15/2,5kN-50kN	1-EDO4/20kN	ca. 0,34	16,2	48	29	8	5	8	18°
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/EDO	ca. 1,3	33,2	80	45	10	5	23	18°
U15/500kN	1-U15/500kN/EDO	ca. 1,3	42,2	80	45	10	5	23	18°
U15/1MN	1-EDO4/500kN	ca. 3,5	72,4	112	68	15	12	30	15°
U15/2,5MN	1-EDO4/2,5MN	ca. 15	120,3	180	104	25	14	54	18°

ENGLISH    DEUTSCH    FRANÇAIS    ITALIANO    中文

## 安装说明书



# U15

1	安全提示 .....	4
2	所使用的标记 .....	7
2.1	在本说明书中使用的标记 .....	7
3	供货范围和配置变型 .....	8
3.1	供货范围 .....	8
3.2	配件 .....	8
3.3	配置变型 .....	9
4	一般性应用提示 .....	11
5	结构和原理 .....	12
5.1	测力传感器的工作原理 .....	12
5.2	应变片 (DMS) 盖板 .....	12
6	使用地点的条件要求 .....	13
6.1	环境温度 .....	13
6.2	潮湿和腐蚀防护 .....	13
6.3	储存 .....	13
7	机械安装 .....	14
7.1	安装过程中的重要预防措施 .....	14
7.2	通用安装指南 .....	14
7.3	预紧安装 .....	15
7.4	用连接孔眼进行安装 .....	17
7.5	使用带压力件的 U15 .....	20
7.6	带拉力传递件 ZKM 时的使用 .....	20
8	电气连接 .....	22
8.1	采用 6 导线技术的接口 .....	22
8.2	电缆的缩短或者加长 .....	23
8.3	采用 4 导线技术的接口 .....	23
8.4	电磁兼容性防护 .....	23

9	传感器标识 TEDS .....	24
10	规格和订购编号 .....	25
11	技术参数 ( VDI/VDE 2638 或 ISO376) .....	27
12	U15 尺寸 .....	30

## 规定用途

U15 系列测力传感器只允许在技术参数所规定的负载极限范围内测量静态和动态的拉力和/或压力。任何其他形式的使用则都是违规的。

为了保证安全操作，必须留意安装和操作说明书中的规定，以及接下来的安全要求和技术参数表中说明的参数。此外，还应遵守对应的应用情况中需要留意的法律和安全规定。

测力传感器不能被用作安全部件。对此，请留意章节“额外的安全预防措施”。专业的运输、存储、安放和安装以及认真的操作是保证测力传感器正确和安全运行的前提条件。

## 负荷极限

在使用测力传感器时，务必遵守技术数据表中的数据说明。特别是在任何情况下都不得超出规定的最大负荷。

不得超出技术数据表中规定的

- 极限力
- 极限横向力
- 极限弯曲力矩
- 极限扭矩
- 致断力
- 允许的动态负荷
- 温度极限
- 电力负荷极限

多台测力传感器互联时需注意，负载/力并不是始终平均分配，这会导致在总和信号还未达到并联传感器组的额定力总额时，单个测力传感器便过载。

## 作为机械元件

测力传感器可以作为机械元件使用。在此类使用中要注意，测力传感器具有较高的测量灵敏度在设计上与机械结构中通常的安全因素不同。为此，留意“负荷极限”章节和技术参数。

## 事故预防

虽然致断力是测量范围终值的几倍，但是仍须考虑同业工伤事故保险联合会的相关事故防护规定。在运输与安装过程中尤其要注意。

## 额外的安全预防措施

测力传感器（作为无源传感器）没有（涉及安全的）断路装置。因此需要其他的组件和结构性保护措施，这些应由设备制造商和运营商负责提供。

断裂或出现故障的测力传感器会对人员或物品造成损害，因此使用者必须额外采取适当的安全预防措施，这些措施至少应满足相关事故防护规定中的要求（例如自动紧急停机、过载保护、防止坠落的防护条、防护链或者其他防坠落安全装置）。

对于处理测量信号的电子设备，在设计时应考虑不会因测量信号的失灵而造成后续损害。

### **不遵守安全提示的常见危险**

测力传感器符合当前的技术标准，并且具备操作安全性。对于没经过培训的人员而言，或者在装配、安装、使用和操作传感器不当的情况下，可能会存在危险。负责安装、调试、操作或维修测力传感器的所有人员必须阅读并理解安装说明书，尤其是相关的安全技术说明。

在使用测力传感器的时候，一旦违规使用测力传感器、不遵守安装和使用说明书、这里的安全说明或者其他相关安全规定（行业保险协会的预防事故条例），那么，就有可能损坏或者损毁测力传感器。尤其是在过载的情况下，可能会导致测力传感器断裂。

一旦测力传感器断裂，那么，就有可能额外导致测力传感器周围的人员受伤或者导致周围财产的损失。

如果未按规定使用测力传感器，或未遵守安全提示或安装/使用说明书中的规定，后续有可能导致测力传感器失效或出现故障。还有可能造成人员受伤或物品受损（通过作用在测力传感器上的负荷或该传感器所监控的负荷）。

传感器的服务和交货范围仅能涵盖一部分的测力技术，因为如果要使用（电阻式）应变片（DMS）

传感器进行测量，就必须落实电子信号处理。在测力技术工程方面，设备设计方/安装施工方/使用方必须额外对安全要求开展策划、落实并且加以负责，使得残留风险能够被降至最低。必须留意现行的国家和地区性规定。

### **改造和改装**

在未获得我们书面许可的情况下，禁止对传感器进行结构上和安全技术方面的改动。对于因改动所造成的损失，我们不承担任何责任。

### **维护**

U15 测力传感器免维护。

### **废弃处理**

对于不能再用的传感器，应根据国家和当地的环保及资源回收规定进行废弃处理，处理时要与常规生活垃圾分开。

如需废弃处理方面更详细的信息，请联系当地的政府部门或者向您销售产品的经销商。

### **具备资格的人员**

具备资格的人员是指熟悉产品的安放、安装、调试、操作和拆卸并且具备相关作业对应资质的人员。这其中包括至少满足如下三个条件之一的人员：

1. 您熟悉自动化技术的安全理念，并且作为项目成员充分熟悉并且掌握。

2. 您是自动化设备的操作人员，并且接受过设备操作的培训。对于本文献中所描述的设备和技术操作，您熟悉并且掌握。
3. 您是调试人员或者负责售后服务，并且接受过培训，有能力开展自动化设备的维修。除此以外，您获得了授权，可以根据安全技术标准，将电路和设备投入使用、对它们进行接地并且加以标记。

此外，在使用时还应遵守与各应用情况有关的法律和安全规定。这同样也适用于配件的使用。

测力传感器只允许由具备相应资格的人员在遵守技术数据和安全规定及准则的情况下使用。



## 2 所使用的标记

### 2.1 在本说明书中使用的标记

对于您的安全而言，重要的提示都进行了特别的标记。  
务必要留意这些提示，以避免事故和财产损失。

符号	含义
 <b>警告</b>	该标记提示 <i>可能的</i> 危险情形，如果没有遵守安全规定的话，那么，就有可能导致死亡或者严重的人身伤害。
 <b>小心</b>	该标记提示 <i>可能的</i> 危险情形，如果没有遵守安全规定的话，那么，就有可能导致轻伤或者中等程度的人身伤害。
<b>提示</b>	该标记提示特定的情形，如果没有遵守安全规定的话，那么，就有可能导致财产损失。
 <b>重要</b>	该标记提示的是 <i>重要的</i> 产品信息或者产品使用方面的信息。
 <b>小建议</b>	该标记提示的是应用小建议或者其他对您有用的信息。
 <b>信息</b>	该标识提示的是产品信息或者产品使用方面的信息。
<i>重点 参见 ...</i>	斜体字标记的是文中需要重点说明的内容以及指向其他章节、插图或者外部文件和文本的引用。

## 3 供货范围和配置变型

### 3.1 供货范围

- U15 测力传感器
- U15 安装说明书
- 检验记录
- 500 kN 和 1 MN 规格的产品配套提供的用于操作的球形手柄

### 3.2 配件

配件不包括在供货范围内。

订购编号	说明
K-CAB-F	可配置型连接电缆，用于连接测力传感器与桥式放大器。有多种长度规格可供选择，如有需要，可安装与 HBK 测量放大器相匹配的插头。
1-KAB157-3	连接电缆 KAB157-3；IP67（带有卡口），3 m 长，TPE 外层；6 x 0.25 mm <sup>2</sup> ；末端裸露，带有屏蔽层，外径 6.5 mm
1-KAB158-3	连接电缆 KAB158-3；IP54（带有螺口），3 m 长，TPE 外层；6 x 0.25 mm <sup>2</sup> ；末端裸露，带有屏蔽层，外径 6.5 mm
3-3312.0382	电缆插口，非固定安装（卡口）
1-EEK4	接地电缆，400 mm 长
1-EEK6	接地电缆，600 mm 长
1-EEK8	接地电缆，800 mm 长
1-Z4/20KN/ZGUW	连接孔眼，M16 外螺纹
1-ZGAM33F	连接孔眼，M33 x 2 外螺纹
1-ZGAM42F	连接孔眼，M42 x 2 外螺纹
1-ZGAM72F	连接孔眼，M72 x 2，外螺纹
1-Z4/20KN/ZGOW	连接孔眼，M16 内螺纹
1-ZGIM33F	连接孔眼，M33 x 2 内螺纹
1-ZGIM42F	连接孔眼，M42 x 2 内螺纹
1-ZGIM72F	连接孔眼，M72 x 2，内螺纹
1-Z4/20kN/ZKM	符合 ISO376 标准的拉力传递件，适用于额定力小于等于 50 kN 的 U15

订购编号	说明
1-U15/250kN/ZKM	符合 ISO376 标准的拉力传递件，适用于额定力为 100 kN 和 250 kN 的 U15
1-U15/500kN/ZKM	符合 ISO376 标准的拉力传递件，适用于额定力为 500 kN 的 U15
1-U15/1MN/ZKM	符合 ISO376 标准的拉力传递件，适用于额定力为 1 MN 的 U15
1-U15/2.5MN/ZKM	符合 ISO376 标准的拉力传递件，适用于额定力为 2.5 MN 的 U15
1-EDO4/20kN	符合 ISO376 标准的压力件，适用于额定力小于等于 50 kN 的 U15
1-U15/250kN/EDO	符合 ISO376 标准的压力件，适用于额定力为 100 kN 和 250 kN 的 U15
1-U15/500kN/EDO	符合 ISO376 标准的压力件，适用于额定力为 500 kN 的 U15
1-EDO4/500kN	符合 ISO376 标准的压力件，适用于额定力为 1 MN 的 U15
1-EDO4/2.5MN	符合 ISO376 标准的压力件，适用于额定力为 2.5 MN 的 U15

### 3.3 配置变型

U15 测力传感器始终与转接头（下方负荷导入件）和负荷导入螺栓（上方负荷导入件）一起供货。

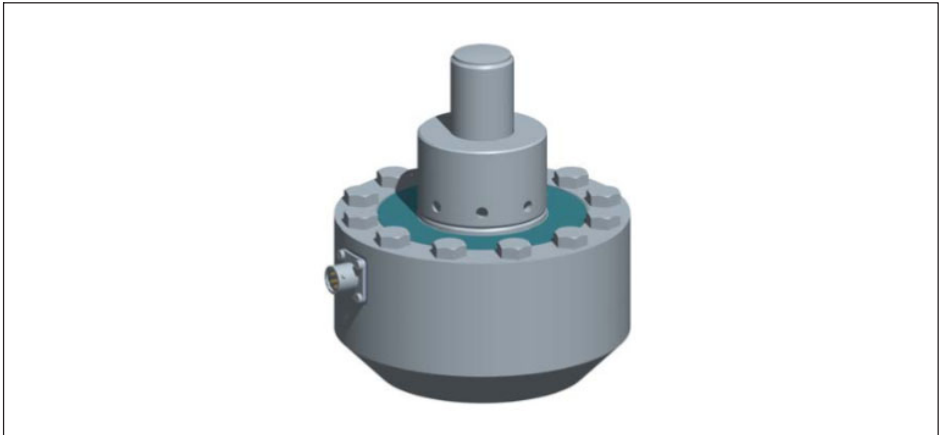


图3.1 U15 供货状态：带负荷导入螺栓和底部转接头

测力传感器可以提供多种不同的规格。可以选择如下的一些选项：

## 1. 额定力

测力传感器的额定力可在 2.5 kN 与 2.5 MN 之间进行选择。额定力指的是，传感器将铭牌上标注的特征值作为输出信号时所承受的力。

## 2. 测量电桥数量

购买测力传感器时可以选择单臂电桥式 (Sb)，U15 交付时仅带有一个测量电桥。还可以选配双臂电桥式 (DB)，U15 交付时带有两个电气隔离的桥接电路。

## 3. 传感器标识

您可以购买带有传感器标识 (“TEDS”) 的测力传感器。可通过 TEDS (Transducer Electronic Data Sheet)

将传感器数据 (特征值) 保存到一块芯片中，相连的测量设备可以读取芯片数据。在双臂电桥式传感器中每个测量电桥有单独的 TEDS，也可参见章节9“传感器标识 TEDS”，第 24 页。

## 4. 插头防护

如有需要，我们可以安装一个插头防护装置，该装置为实心四方管 (额定力为 2.5 MN 时采用圆管)，从而可以保护插头不会受到机械性损伤。

## 5. 插头规格

标准规格的测力传感器配备的是一个卡口插头。如有需要，可更换为螺口插头。

## 6. 特征值校准

在铭牌和随货附上的检验记录上会给出准确的特征值。如有需要，出厂时可将传感器特征值校准为

2 mV/V (所有额定力小于等于 10 kN 的测力传感器) 或 3 mV/V (所有额定力大于 10 kN 的测力传感器)。未经校准的传感器的特征值范围为 2 - 3 mV/V (所有额定力小于等于 10 kN 的测力传感器) 或 4 - 4.8 mV/V (所有额定力大于 10 kN 的测力传感器)。需注意所用测量放大器的输入范围。

## 4 一般性应用提示

---

测力传感器适用于测量拉力和压力。它们能够以高精度测量静态力和动态力，因而需要细致小心的操作。尤其是运输和安装过程必须格外小心谨慎。撞击或者掉落都有可能造成传感器遭受永久性的损伤。

允许的机械、热能和电气负荷极限详见章节11“技术参数 (VDI/VDE 2638 或 ISO376)”，第27页。在对测量系统进行设计、安装以及最终使用的过程中，请务必考虑到这些参数。

### 5.1 测力传感器的工作原理

测量体是一个钢质变形体（用于额定力大于等于 25 kN 的传感器）或者高强度铝合金材质的变形体（用于额定力小于等于 10 kN 的传感器），变形体上安装了应变片 (DMS)。对于每条测量回路，安装的应变片 (DMS) 会确保一旦传感器受到力的作用，其中的四条会被延展，而另外四条则会被压缩。

伴随着长度的改变，应变片 (DMS) 会成比例地改变自身的欧姆电阻，继而使惠斯登电桥失去平衡。如果电桥上施加了馈电电压，电路就会生成一个和电阻变化成比例、因而与所施加的力也同样成比例的输出信号。应变片 (DMS) 的布局可以确保干扰力或者干扰力矩以及温度影响能够被最大程度的抵消。

### 5.2 应变片 (DMS) 盖板

为了保护应变片 (DMS)，测力传感器带有薄盖板，它们被焊接（钢铁规格，额定力大于等于 25 kN）或者粘接（铝合金规格，额定力小于等于 10 kN）在底部和顶部。

这样一来，就可以保护应变片 (DMS) 免受环境因素的影响。为了起到防护的效果，绝对不要拆除或者损坏这些盖板。

## 6 使用地点的条件要求

---

避免传感器受到天气的影响，如雨、雪、冰和盐水。

### 6.1 环境温度

针对温度对零信号以及参数值的影响进行了补偿。

为了得到最佳的测量结果，必须遵守标称温度范围。应变片 (DMS) 的布局从设计角度而言对温差变化具有很高的耐抗性。尽管如此恒定或缓慢变化的温度还是对测量精度有益。防辐射挡板和全方位隔热罩会起到明显的改善作用。它们不得形成力的分流。

### 6.2 潮湿和腐蚀防护

测力传感器是封装的，因而能够很好地耐抗潮湿。

传感器的防护等级取决于所选择的电气接口。对于带有卡口插头的标准规格，根据 DIN EN 60259 传感器能够达到的防护等级为 IP67 ( 检验条件：0.5 小时，1 m 水柱 )。上述说明的前提是插头已接好。

“螺口插头”规格的防护等级可达到 IP64。

对于不锈钢制成的测力传感器，需要注意的是，酸和所有会释放离子的物质同样也能侵蚀不锈钢及其焊缝。一旦出现腐蚀，可能会导致测力传感器失效。在这种情况下，需要落实对应的防护措施。



#### 信息

*建议为传感器提供保护，免受长时间湿气侵蚀和气候影响。*

### 6.3 储存

设备上不得积聚灰尘、污垢和其他异物，它们会改变部分测量力的方向从而生成错误的测量值 ( 力分流 )。

### 7.1 安装过程中的重要预防措施

- 安装传感器的操作过程中应小心谨慎。
- 注意本说明书后续章节中对于传力部件的要求。
- 不允许有焊接电流流过传感器。如果存在这一风险，必须将传感器和一条适合的低电阻线路桥接到一起。为此，HBK 提供了例如高柔性接地电缆 EEK，它可以拧装在传感器的顶部和底部。
- 确保传感器不会过载。

#### 警告

一旦传感器过载，就有断裂的危险。传感器断裂有可能对处在传感器安装位置的工作人员造成危险。

请采取适当的安全措施避免过载或确保不会因此造成危险。可能的最大机械负荷尤其是致断力标注在技术数据中（参见章节11“技术参数（VDI/VDE 2638 或 ISO376）”，第 27 页）。

在安装和使用传感器的过程中，需注意最大干扰力——横向力、弯曲力矩和扭矩，以及所用传力部件的最大允许负荷。

### 7.2 通用安装指南

需要测量的力必须尽可能沿着测量方向施加到传感器上。扭矩和弯曲力矩、偏心负荷和横向力都有可能造成测量错误，并在超出极限值的情况下损毁传感器。

客户的结构件必须满足以下条件：

- 顶部和底部的传力部件必须尽可能精确地布置在同一根轴上。通过底部的定心辅助可以简化安装。定心直径对应于尺寸 P，有效定心深度为 3 mm。
- 安装在转接头内螺纹中的过拧防护装置不允许被拆除。
- （客户的）外螺纹必须保持 6g 的螺纹公差，才能与传感器的下方内螺纹相连接。
- 在拧装前，必须清除螺纹上的沉积物，并且用不含石墨的润滑脂加以涂抹。
- 须注意，在安装和使用过程中不得超出最大横向力、弯曲力矩和极限力。偏心负荷导入会产生弯曲力矩。



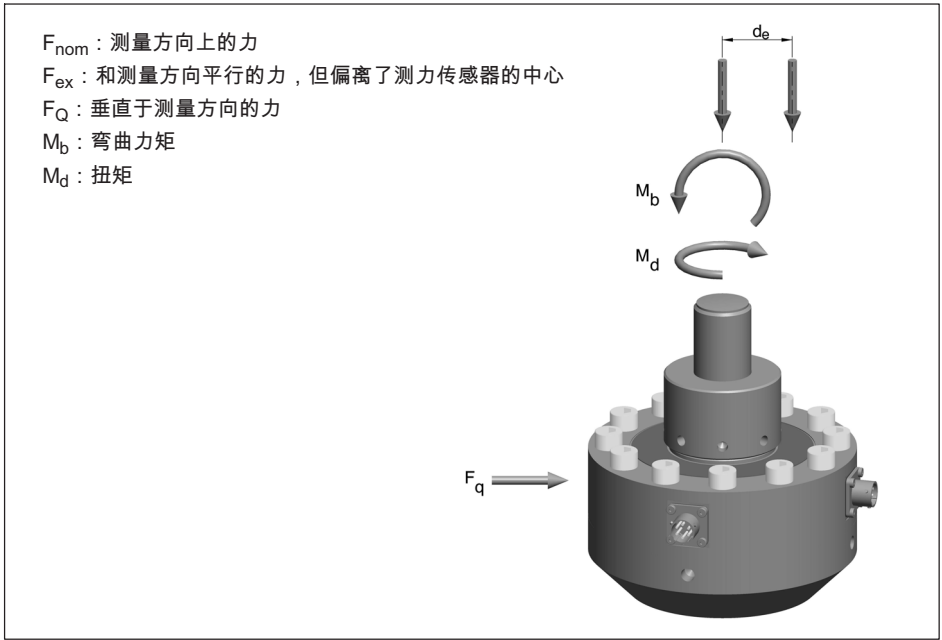


图7.1 干扰负荷

U15 具备高品质传输标准。因此建议始终选用专为传感器设计的内装部件进行传感器的校准。如在订单中预定测量链的校准，便可将测量误差降至最低。

对于钢材质的测力传感器（额定力大于等于 25 kN）：为了充分满足耐久强度，必须使用具有足够抗拉强度（至少为  $R_p, 0.2 = 900 \text{ N/mm}^2$ ）和硬度（至少为 40 HRC）的材料。如额定力为 500 kN 至 2.5 MN，建议使用滚压成型的螺纹。

**i** 信息

如

果想用传感器测量交替产生的交变负荷，建议预紧螺纹。（参见章节 7.3）预紧仅用作保护螺纹，在持续交替产生的交变负荷作用下，未预紧螺纹有可能会损坏。如仅仅用作测量少量交替出现的负荷，在不限制精确度的情况下，也可不进行预紧直接使用传感器。如只测量拉力或只测量压力，也可不进行预紧。

7.3 预紧安装

如使用 U15 持续测量交替出现的交变负荷（拉力和压力），建议以预紧力安装连接螺纹，预紧力应比所测量力的最大值至少大 10%。

对此有两种方法：

1. 以定义好的拧紧扭矩预紧

该方法可用于所有额定力小于等于 50 kN 的传感器。

- ▶ 将传力部件拧在上方负荷导入螺栓上并旋入转接头的下方内螺纹中，直至止挡位置。
- ▶ 将传力部件回转两圈。
- ▶ 以定义好的拧紧扭矩预紧传力部件。

额定力，单位kN	拧紧扭矩 $M_A$ ， 单位Nm	旋入转接头内螺纹的深度，单位mm
2.5	17	26.4
5	35	26.4
10	68	26.4
25	135	26.4
50	135	26.4

## 2. 通过拉力预紧

使用这种方法可安装任意额定力的测力传感器。对于额定力大于等于 100 kN 的测力传感器，如果承受的是连续的动态负荷，就应始终采用这种方法，因为如果采用低一种方法，锁紧螺母所需的扭矩就会太大。

- ▶ 将锁紧螺母拧在负荷导入部件上，以连接下方转接头中的内螺纹，并在 U15 上方的负荷导入螺栓上拧入锁紧螺母。将负荷导入部件尽可能旋入（直至止挡位置）。
- ▶ 将传力部件回转两圈。
- ▶ 朝拉力方向，对测力传感器施加负荷，最大不超过最大操作力的 120%。  
对于接下来将会承受额定力负荷的传感器而言，下表所示的是需要施加的拉力。如果达不到额定力的话，那么，可以相应减小拉力。  
可使用所安装的测力传感器测量预紧力。

额定力	需要施加的拉力
2.5 kN	3 kN
5 kN	6 kN
10 kN	12 kN
25 kN	30 kN
50 kN	60 kN
100 kN	120 kN
250 kN	300 kN
500 kN	600 kN

额定力	需要施加的拉力
1 MN	1.2 MN
2.5 MN	3 MN

- ▶ 手动拧紧两个锁紧螺母。
- ▶ 解除施加在测力传感器上的力

## 7.4 用连接孔眼进行安装

在这种安装变型中，将会用到连接孔眼。使用该安装辅助件可以避免扭矩的导入，如使用两个连接孔眼，还可避免弯曲力矩以及横向负荷和倾斜负荷导入传感器。

不能对连接孔眼进行预紧。在充分利用整个工作行程的情况下，连接孔眼是不耐久的。通过 U15 的设计可实现在不降低精度的情况下使用连接孔眼。

建议将连接孔眼 90 度错位安装，可使来自各个方向的弯曲力矩远离传感器。

按照如下程序安装连接孔眼：

- ▶ 拧装入连接孔眼，直至止挡位置。
- ▶ 将连接孔眼回转约两圈

连接孔眼以及安装连接孔眼后 U15

的尺寸详见技术数据 ( 章节 11 “技术参数 ( VDI/VDE 2638 或 ISO376)”，第 27 页 )。

### 使用膝眼安装时的说明

#### 1. 轴径

使用两侧或单侧装有膝眼的传感器时，必须注意轴的尺寸要正确。

您可从下表查阅膝眼的直径和带相应推荐公差 of 的适配轴直径。

#### 带内螺纹的膝眼

膝眼	额定直径	适配孔	推荐的适配轴
1-Z4/20kN/ZGOW	16	H7	g6
1-ZGIM33F	50	0 -0.012	f7
1-ZGIM42F	60	0 -0.015	
1-ZGIM72F	90	0 -0.02	

表 7.1 孔和轴的推荐适配数据/公差——带内螺纹的膝眼

## 带外螺纹的膝眼

膝眼	额定直径	适配孔	推荐的适配轴
1-Z4/20kN/ZGUW	16	H7	g6
1-ZGAM33F	50	$\begin{matrix} 0 \\ -0.012 \end{matrix}$	f7
1-ZGAM42F	60	$\begin{matrix} 0 \\ -0.015 \end{matrix}$	
1-ZGAM72F	90	$\begin{matrix} 0 \\ -0.02 \end{matrix}$	

表7.2 孔和轴的推荐适配数据/公差——带外螺纹的膝眼

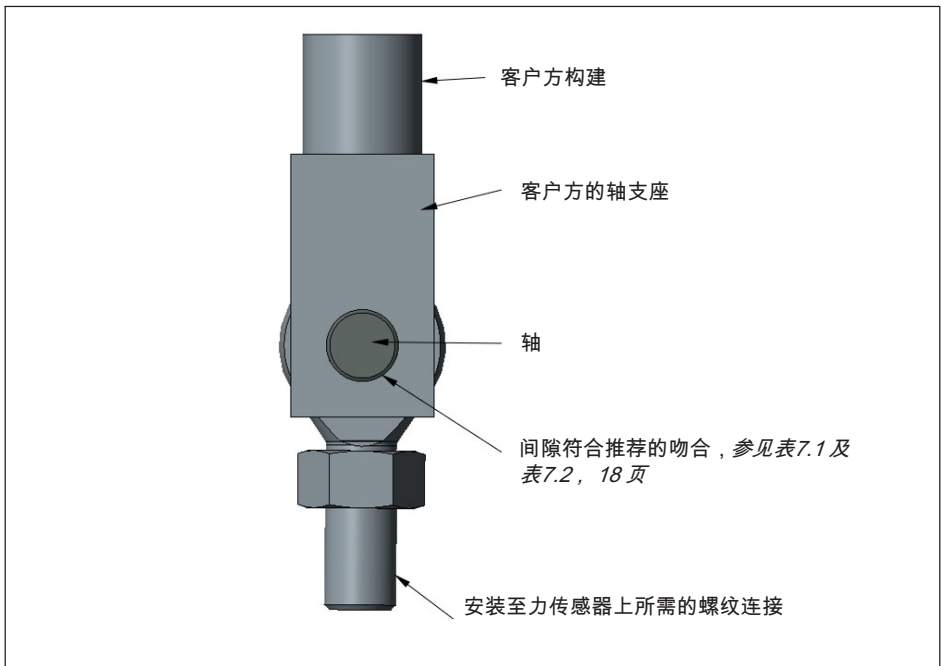


图7.2 使用膝眼进行安装的示例

### 小心

如果所用的轴直径太小，膝眼的轴承内部会产生线性载荷。这会导致内轴承套过载，从而损坏，在受力过高的情况下还有可能导致膝眼轴承断裂。  
请根据安装说明书的推荐选择合适的轴。

## 2. 膝眼和轴承座之间的间距

承托轴时，必须确保膝眼和轴承座之间的间隙恰当。

### 小心

如果膝眼和轴承座之间的间距太大，则轴内会产生弯矩，导致轴变形。这样的变形会在边缘呈点状增加内轴承套的负载，从而有可能损坏，或引起膝眼或轴断裂。  
请根据安装说明书的推荐选择合适的间隙。

如需确定膝眼和轴承座之间的间隙，可运用以下法则：

轴径	膝眼-轴承-间隙
≤ 30 mm	额定直径的 1/10
> 30 mm	额定直径的 1/20

表7.3 决定膝眼-轴承座-间隙的法则

此外还建议参考以下用于膝眼和轴承座之间间隙的数据：

膝眼	膝眼-轴承座-间隙
1-Z4/20kN/ZGOW	1.6 mm
1-Z4/20kN/ZGUW	
1-ZGIM33F	2.5 mm
1-ZGAM33F	
1-ZGIM42F	3 mm
1-ZGAM42F	
1-ZGIM72F	4.5 mm
1-ZGAM72F	

表7.4 膝眼-轴承座-间隙的推荐参考数据

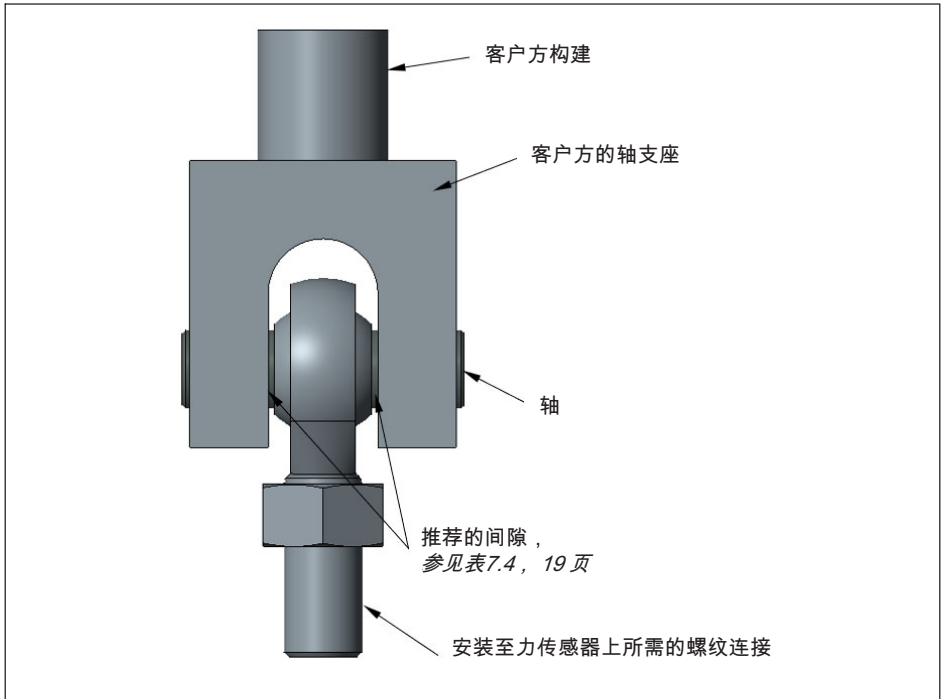


图7.3 使用膝眼进行安装的示例

### 3. 轴的硬度和表面工艺

推荐  $\leq 10 \mu\text{m}$  的表面粗糙度。

轴的硬度必须至少为 50 HRC。

### 7.5 使用带压力件的 U15

压力件可避免扭矩导入、平衡微小的倾斜位，还可保证压力从中心位置传入。

上方的负荷导入螺栓配有球形负荷导入面。可使用对应的压力件。将压力件直接放在负荷导入螺栓上，将传感器置于足够坚硬和平整的平面上。

在章节3“供货范围和配置变型”、第8页可查询适用于您的 U15 的压力件的订购编号。所有由 HBK 作为 U15 配件提供的压力件均符合 ISO376 标准的要求。

### 7.6 带拉力传递件 ZKM 时的使用

拉力传递件 ZKM 可避免扭矩导入传感器，弯曲力矩和倾斜位也无法导入。

安装过程与连接孔眼的安装基本相同：

- ▶ 将拉力传递件 ZKM 拧装入传感器以及转接头，直至止挡位置。
- ▶ 将 ZKM 回转两圈

在 *章节3“供货范围和配置变型”*、第 8 页可查询适用于您的 U15 的拉力传递件 ZKM 的订购编号。

所有由 HBK 作为 U15 配件提供的拉力传递件 ZKM 均符合 ISO376 标准的要求。

可使用为应变片 (DMS) 测量系统设计的测量放大器处理测量信号。  
测量放大器可连接载波频率和直流电压放大器。



### 小建议

**选择放大器系统时须注意 U15 的高输出信号。如选择的放大器系统不适用于输出信号大于 3 mV/V 的传感器，请选择选项“特征值已校准”。**

交付的 U15 测力传感器采用的是 6 导线技术并且提供如下的电气接口：

- 卡口：同 MIL-C-26482 系列 1 (PT02E10-6P) 插口兼容；IP67 (标准规格)
- 螺口：同 MIL-C-26482 系列 1 (PC02E10-6P) 插口兼容；IP64

### 8.1 采用 6 导线技术的接口

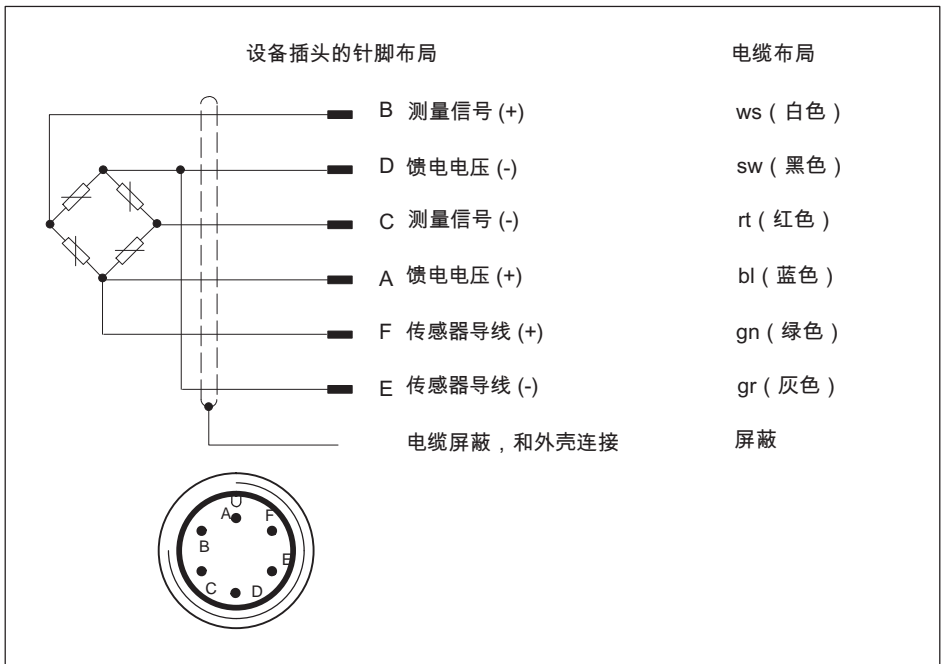


图8.1 6 导线电路的接口布局图

对于该电缆布局而言，在拉力方向上对传感器施加负荷时，测量放大器的输出电压为正。



电缆屏蔽和传感器外壳相连。

这样便会形成一个法拉第笼，包含了传感器、电缆，只要接线正确还涵盖了插头至测量放大器，在临界的电磁兼容环境下也能保证最佳的操作安全性。

必须使用符合电磁兼容性指令要求的插头。此外还需大面积设置屏蔽层。如果采用的是其他连接技术，必须在芯线区域设置符合电磁兼容性要求的屏蔽，在这里，同样也要大面积地设置屏蔽层。

## 8.2 电缆的缩短或者加长

U15 带有一个插头，建议使用一整根不中断的电缆。如必须延长电缆，需注意屏蔽层有无遗漏、保证接点为低电阻且具备机械安全性。

## 8.3 采用 4 导线技术的接口

如果将采用 6 导线技术的传感器连接到采用 4

导线技术的放大器上，就必须将传感器的传感线路和对应的馈电电压线路连接在一起：标记 (+) 的一端连接 (+)，标记 (-) 的一端连接 (-)，参见图 8.1。

此外该项措施还可以减小馈电电压线路上的电缆电阻。如果使用的放大器采用的是 4 导线电路，输出信号和输出信号的温度依赖性 (TKC) 将取决于电缆长度和温度。如果像上文所述的那样采用 4 导线电路，很容易导致测量误差的增大。

而采用 6 导线电路的放大器系统则可以完美地抵消这些效应。

如采用 4 导线技术连接传感器，则在校准时务必要注意。

## 8.4 电磁兼容性防护

电磁场有可能导致测量电路内耦合入干扰电压。因此需注意以下几点：

- 仅使用低电容的屏蔽测量电缆 (HBK 的电缆符合该条件)。
- 测量电缆不得与强电流和控制导线并行放置。如果这不可能实现，则要保护测量电缆，例如通过铠装管。
- 避开变压器、电动机和继电器的漏磁场。
- 测量链的所有设备都连接到同一根地线上。
- 始终大面积地在插头外壳上设置电缆屏蔽。

TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) 可以根据 IEEE 1451.4 标准的要求，将传感器的特征值写入到一块芯片当中。交付的 U15 可以配有 TEDS，它安装并连接在传感器的外壳内，在交付前已经由 HBK 完成写入操作。

测力传感器交付时都附有检验记录。

如果订购的是未由 HBK 额外校准的测力传感器，检验记录的结果将会保存到 TEDS 芯片中；如果还额外订购了 DAkkS 校准，校准结果会保存到 TEDS 芯片上。

可以使用对应的硬件和软件对芯片的内容进行编辑和变更。为此，可以使用 Quantum Assistant，或者 HBK 的 DAQ Software CATMAN。请留意这些产品的使用说明书。

## 10 规格和订购编号

### 订购编码和测量范围

编码	额定力
2k50	2.5 kN
5k00	5 kN
10k0	10 kN
25k0	25 kN
50k0	50 kN
100k	100 kN
250k	250 kN
500k	500 kN
1M00	1 MN
2M50	2.5 MN

测量电桥数量	传感器标识	插头防护	电气接口， 电桥 A	电气接口， 电桥 B	特征值
单臂电桥 SB	不带 TEDS S	无插头防护 U	卡口插头 B	卡口插头 B	已校准 J
双臂电桥 DB	带 TEDS T	带插头防护 P	螺口插头 G	螺口插头 G	未校准 U

订购示例：

K-U15-	2M50-	SB-	S-	U-	B-	U
--------	-------	-----	----	----	----	---

该示例中订购的 U15 额定力为 2.5 MN、带有一个测量电桥（单臂电桥）、不带传感器标识 (TEDS)、带卡口、特征值未校准。

测量电桥数量	出于冗余的原因，在涉及到安全的设备中，必须通过第二个测量电桥来验证测量信号的可信度。 通过两台分离的测量放大器，相互独立地对信号进行分析和析。也存在两台测量放大器得出不同特征的可能性。
传感器标识	通过该选项可订购内置的 TEDS (Transducer Electronic Data Sheet)，即已安装在 U15 中。 如已安装相应的放大器电子部件，放大器系统便可读取芯片内容并自动参数化。

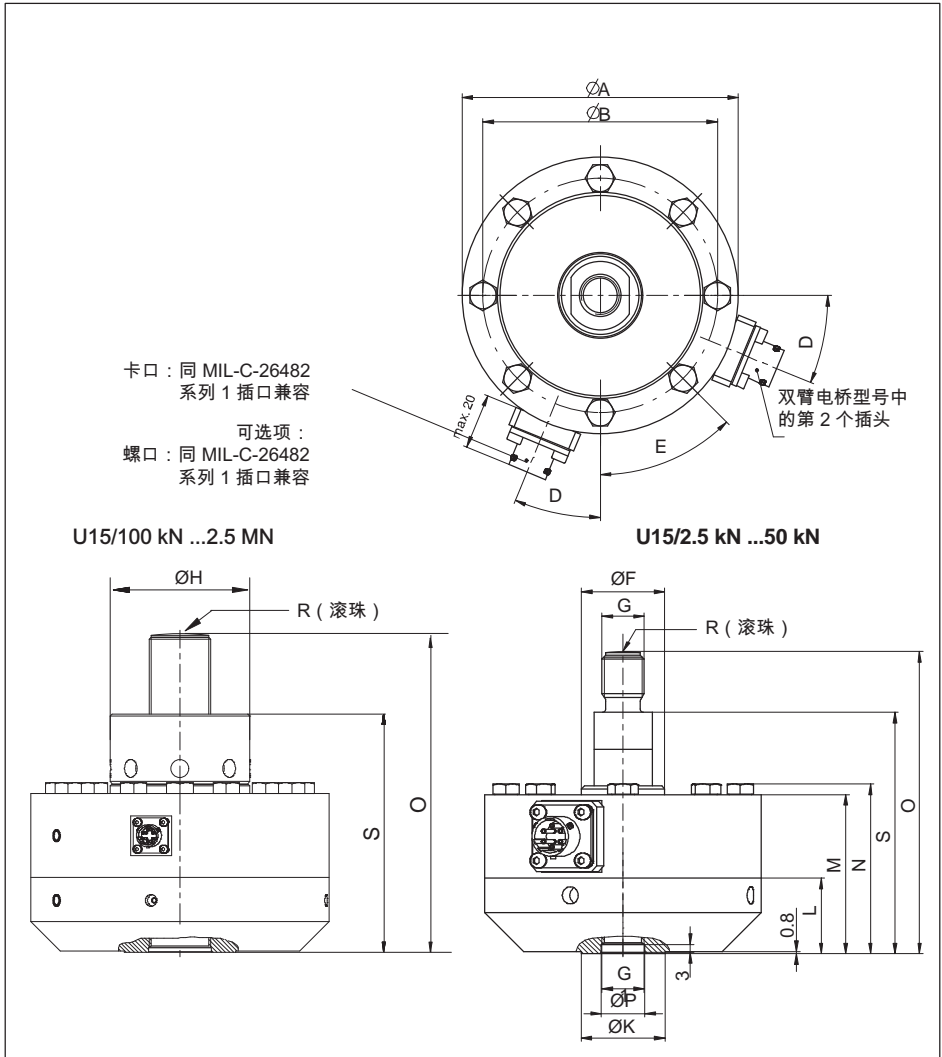
插头防护	在标准规格插头周围额外安装一个实心方形型材（额定力为 2.5 MN 时采用圆形型材）的机械防护方法适用于带卡口的设备插头（兼容 PT02E 10-6P）。也可订购带螺口的设备插头（兼容 PC02E 10-6P）。
电气接口，电桥 A	标准规格是带卡口（兼容 PT02E10-6P）的设备插头。也可订购带螺口的设备插头（兼容 PC02E 10-6P）。
电气接口，电桥 B	标准规格是带卡口（兼容 PT02E10-6P）的设备插头。也可订购带螺口的设备插头（兼容 PC02E 10-6P）。
特征值	<p>标准规格为未校准的特征值。对于所有额定力大于 10 kN 的传感器，在额定力作用下输出信号的范围为 4 - 4.8 mV/V。</p> <p>对于所有额定力小于等于 10 kN 的传感器，输出信号的范围为 2 - 3 mV/V。</p> <p>如选择选项“特征值已校准”，则特征值将校准为 3 mV/V（所有额定力大于 10 kN 的传感器）或 2 mV/V（所有额定力小于等于 10 kN 的传感器）。需注意所用放大器的输入范围。</p>

# 11 技术参数 (VDI/DE 2638 或 ISO376)

额定力	$F_{nom}$	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500		
		MN									1	2.5
依据 ISO376 的精度数据												
在测力范围 10% - 100% 内 依据 ISO376 的精度等级			0.5									
再现精度 ( $F_{nom}$ 的 20% - 100%)	b	%	0.05							0.1		
$F_{nom}$ 的 10% 时的再现精度	b	%	0.1									
重复精度 ( $F_{nom}$ 的 20% - 100%)	b'	%	0.02									
$F_{nom}$ 的 10% 时的重复精度	b'	%	0.05									
内插偏差 (10% - 100%)	$f_c$	%	0.01		0.04					0.05		
零点偏移	$f_0$	%	0.01							0.02		
逆向误差 (10% - 100%)	v	%	0.07		0.09		0.1			0.15		
蠕变	c	%	0.01							0.02		
依据 VDI/DE 2638 的精度												
HBK 精度等级			0.02		0.03		0.035			0.05		
安装位置不变情况 下的相对振幅	$b_{rg}$	%	0.02									
相对逆向误差 (滞后现象), $0.4 F_{nom}$ (与测量范围终值 有关)	$v_{0.4}$	%	0.015		0.03		0.03			0.05		
线性偏差	$d_{lin}$	%	0.02		0.025		0.035			0.05		
相对归零		%	0.01							0.02		
相对蠕变	$d_{crf+E}$	%	0.01							0.02		
10% $F_{nom}$ * 10mm 条件下的弯曲力矩 影响	$d_{Mb}$	%	0.01									
横向力影响 (横向 力 = 10% v. $F_{nom}$ )	$d_Q$	%	0.01									

额定力	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2.5	
温度对特征值的影响	TK <sub>C</sub>	%/10K	0.015										
温度对零信号的影响	TK <sub>0</sub>		0.0075										
电气特征值													
特征值范围	C	mV/V	2...3				4...4.8						
额定特征值 (带有选项“特征值已校准”)	C <sub>nom</sub>		2				3						
特征值偏差, 仅带选项“特征值已校准”	d <sub>c</sub>	%	0.1										
零信号的相对偏差	d <sub>s,0</sub>	%	1										
拉力/压力特征值差	d <sub>zd</sub>	%	0.2										
输入电阻	R <sub>e</sub>	Ω	>345										
输出电阻	R <sub>a</sub>	Ω	220...360										
输出电阻, 带有选项“特征值已校准”	R <sub>a</sub>	Ω	365±0.5									220...360	
绝缘电阻	R <sub>is</sub>	GΩ	>2										
馈电电压工作范围	B <sub>U,G</sub>	V	0.5....12										
参考馈电电压	U <sub>ref</sub>	V	5										
接口			6 导线电路										
温度													
基准温度	T <sub>ref</sub>	°C	23 [73.4]										
额定温度范围	B <sub>T, nom</sub>		-10...+45 [14...113]										
工作温度范围	B <sub>T, g</sub>		[°F]	-30...+85 [-22....+185]									
仓储温度范围	B <sub>T, S</sub>		-30...+85 [-22....185]										
机械特征参数													
最大工作力	F <sub>G</sub>	F <sub>nom</sub> 的 %	120										
极限力	F <sub>L</sub>		120										
致断力	F <sub>B</sub>		>200										
极限扭矩	M <sub>G max</sub>	N*m	15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287	
极限弯曲力矩	M <sub>b max</sub>		15	30	62	155	315	635	1585	2855	5715	14287	
静态极限横向力	F <sub>q</sub>	F <sub>nom</sub> 的 %	50										
额定测量行程	s <sub>nom</sub>	mm	0.04			0.06			0.08	0.1	0.12	0.18	
基频谐振频率	f <sub>G</sub>	kHz	2.7	3.8	5.6	5.3	7.5	4.3	5.8	4.9	4	2.82	

额定力	F <sub>nom</sub>	kN	2.5	5	10	25	50	100	250	500			
		MN									1	2.5	
相对允许振动负荷	f <sub>rb</sub>	F <sub>nom</sub> 的 %	100										
刚性	C <sub>ax</sub>	10 <sup>5</sup> N/mm	0.625	1.25	2.5	4.17	8.33	16.7	31.3	50	83.3	139	
一般说明													
依据 EN 60529 的防护等级，带卡口插头（标准规格），插口连接在传感器上		IP67											
依据 EN 60529 的防护等级，带有选项“螺口插头”		IP64											
弹簧体材质		铝合金				不锈钢							
测量位置保护		测量体密封粘结				密封焊接的测量体							
依据 IEC 60068-2-6 的机械抗冲击强度													
数量		n	1000										
持续时间		ms	3										
加速度		m/s <sup>2</sup>	1000										
依据 IEC 60068-2-27 的振动负荷													
频率范围		Hz	5...65										
持续时间		min	30										
加速度		m/s <sup>2</sup>	150										
重量	m	kg	1.4		3.3		10.5		27		73		226
	m	lbs	3.1		7.3		23.1		59.5		161		498

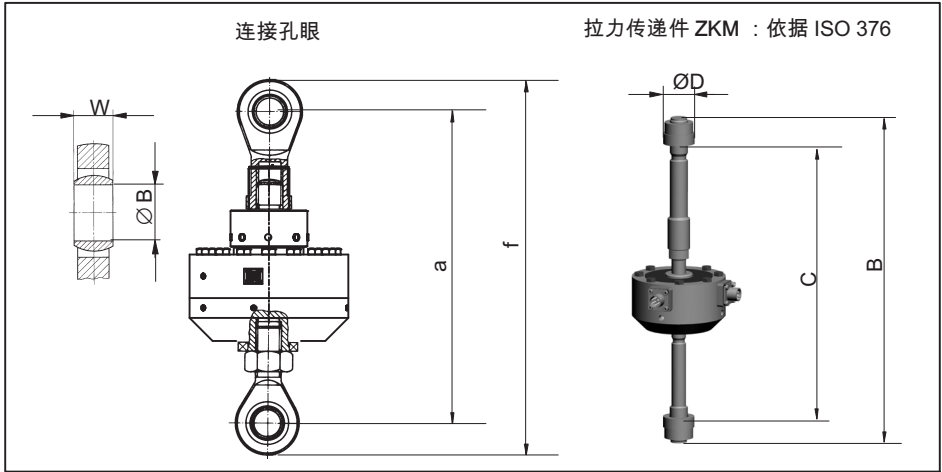




额定力	ØA	ØB	D	E	ØF	G	G1	ØH	ØK	L
2.5 kN - 10 kN	104.8	88.9	22.5°	45°	30.4	M16x2-6g	M16x2-4H 22.1 深	-	31.8	28.6
25 kN - 50 kN	104.8	88.9	22.5°	45°	31.5	M16x2-6g	M16x2-4H 22.1 深	-	31.8	28.6
100 kN - 250 kN	153.9	130.3	15°	30°	-	M33x2-6g	M33x2-4H 35.6 深	67.3	57.2	44.5
500 kN	203.2	165.1	11.25°	22.5°	-	M42x2-6g	M42x2-4H 44.5 深	95.5	76.2	50.8
1 MN	279	229	11.25°	22.5°	-	M72x2-6g	M72x2-4H 69.8 深	135	114	76.2
2.5 MN	390	322	7.5°	15°	-	M120x4-4H		190	190	127

额定力	M	N	S	ØPH <sup>8</sup>	R	O
2.5 kN - 10 kN	60.3	64.3	91.5	16.5	60	114.5
25 kN - 50 kN	60.3	64.3	91.5	16.5	60	114.5
100 kN- 250 kN	85.9	95.9	131.5	33.5	160	174.5
500 kN	108	120	162.3	43	160	217.3
1 MN	152.4	168.4	230.1	73	400	307.3
2.5 MN	239	261	351.5	123	600	465.3

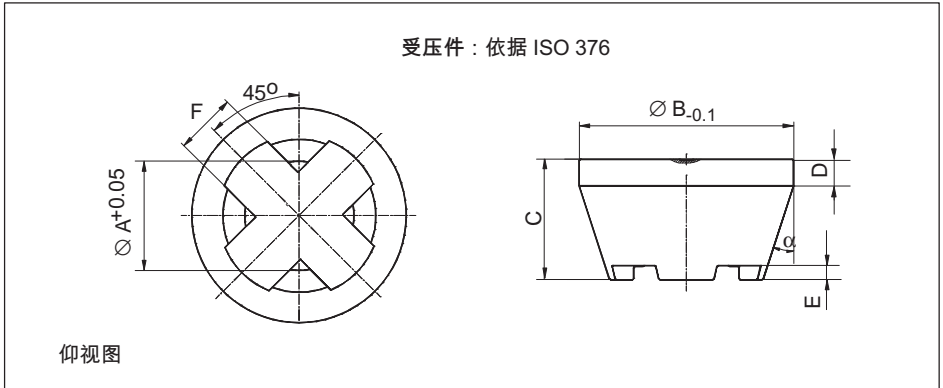
## 用于拉力负荷的传力部件



类型	ZKM 订购编号	B	C		ØD
			最小值	最大值	
U15/2.5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZKM	约 372	约 277	约 313	35
U15/100kN-250kN	1-U15/250kN/ZKM	约 478	约 364	约 404	64
U15/500kN	1-U15/500kN/ZKM	约 650	约 447	约 539	90
U15/1MN	1-U15/1MN/ZKM	约 833	约 549	约 679	120
U15/2.5MN	1-U15/2.5MN/ZKM	约 1429	约 987	约 1129	235

类型	上/下连接孔眼 订购编号	a	f	W	ØB
U15/2.5kN-50kN	1-Z4/20kN/ZGOW / 1-Z4/20kN/ ZGUW	约 209	约 246	21	16
U15/100kN-250kN	1-ZGIM33F / 1-ZGAM33F	约 362	约 488	35	50
U15/500kN	1-ZGIM42F / 1-ZGAM42F	约 418	约 554	44	60
U15/1MN	1-ZGIM72F / 1-ZGAM72F	约 588	约 792	60	90

## 用于压力负荷的传力部件



类型	受压件 订购编号	重量 (kg)	$\varnothing A$	$\varnothing B$	C	D	E	F	$\alpha$
U15/2.5kN- 50kN	1-EDO4/20kN	约 0.34	16.2	48	29	8	5	8	18°
U15/100kN- 250kN	1-U15/250kN/EDO	约 1.3	33.2	80	45	10	5	23	18°
U15/500kN	1-U15/500kN/EDO	约 1.3	42.2	80	45	10	5	23	18°
U15/1MN	1-EDO4/500kN	约 3.5	72.4	112	68	15	12	30	15°
U15/2.5MN	1-EDO4/2.5MN	约 15	120.3	180	104	25	14	54	18°

