

ENGLISH    DEUTSCH

# Mounting Instructions Montageanleitung



## U9C

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.: 7-0111.0031  
DVS: A03815 04 X00 03  
02.2025

© 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 allge-  
meiner Form. Sie stellen keine Beschaffenheits- oder  
Haltbarkeitsgarantie dar.

ENGLISH    DEUTSCH

## Mounting Instructions



# U9C

# TABLE OF CONTENTS

---

<b>1</b>	<b>Safety Instructions</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Markings used</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Scope of supply, configurations, accessories</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>General application instructions</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Design and mode of operation</b> .....	<b>11</b>
5.1	Transducer .....	11
5.2	Strain gage covering agent .....	11
5.3	Permanently connected amplifier module option .....	11
<b>6</b>	<b>Conditions on site</b> .....	<b>13</b>
6.1	Ambient temperature .....	13
6.2	Moisture and corrosion protection .....	13
6.3	Deposits .....	13
<b>7</b>	<b>Mechanical installation</b> .....	<b>14</b>
7.1	Important precautions during installation .....	14
7.2	General installation guidelines .....	14
7.3	Installing the U9C .....	15
7.3.1	Mounting with tension and compression bars .....	15
7.3.2	Mounting with knuckle eyes .....	16
<b>8</b>	<b>Electrical connection</b> .....	<b>21</b>
8.1	Connection to measuring amplifier without permanently connected amplifier module .....	21
8.1.1	General information .....	21
8.1.2	Cable extension and cable shortening .....	21
8.1.3	EMC protection .....	22
8.2	Electrical connection of measuring amplifier with amplifier module .....	22
8.2.1	General information .....	22
8.2.2	Integrated amplifiers with analog voltage or current output (VA1 and VA2) .	23
8.2.3	Integrated amplifier with IO-LINK interface (VAIO) .....	24
<b>9</b>	<b>TEDS transducer identification</b> .....	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>Specifications</b> .....	<b>58</b>
<b>11</b>	<b>Dimensions</b> .....	<b>64</b>

# 1 SAFETY INSTRUCTIONS

---

## **Intended use**

The force transducers in the type series U9C are solely designed for measuring static and dynamic tensile and compressive forces within the load limits specified by the technical data for the respective maximum capacities. Any other use is not the intended use.

To ensure safe operation, it is essential to comply with the regulations in the mounting instructions, the safety requirements listed below, and the data specified in the supplied technical data sheets. It is also essential to observe the applicable legal and safety regulations for the relevant application.

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 observed when using the force transducers. The respective specified maximum loads, in particular, must never be exceeded. The values specified in the technical data sheets must not be exceeded:

- Force limits
- Lateral force limits
- Limit bending moments and torque limits
- Breaking forces
- Permissible dynamic loads
- Temperature limits
- Electrical load limits

Please note that when several force transducers are interconnected, the load/force distribution is not always uniform. In this case, there is a risk that an individual force transducer will be overloaded, even though the total force of all interconnected force transducers has not yet been reached.

## **Use as machine elements**

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

## **Accident prevention**

The prevailing accident prevention regulations must be taken into account, even though the breaking force values in the destructive range are well in excess of the full scale value.

## **Additional safety precautions**

The force transducers (as passive transducers or as sensors with permanently connected electronics) cannot perform any (safety) shutdowns. This requires additional components and design measures, for which the installer and operator of the system are responsible.

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

The electronics that process the measurement signal should be designed so that failure of the measurement signal cannot lead to secondary failures.

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

Force transducers are state-of-the-art and failsafe. The transducers can be dangerous if they are mounted, set up or operated improperly, or by untrained personnel. Every person involved in 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 instructions, these safety instructions or other applicable safety regulations (safety and accident prevention regulations of the Employers' Liability Insurance Association) when using the force transducers. A force transducer can break, particularly if it is overloaded. The breakage of a force transducer can cause damage to property or injury to persons in the vicinity of the force transducer.

If force transducers are not used as intended, or if the safety instructions or specifications in the mounting instructions are ignored, it is also possible that a force transducer may fail or malfunction, with the result that persons may be injured or property damaged (due to the loads acting on or being monitored by the force transducer).

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 require electronic amplification, and measurement chains require further signal processing. This also applies to the variants with a permanently connected amplifier module. Equipment planners, installers and operators must always plan, implement and take responsibility for the safety aspects 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 resulting damage.

## **Maintenance**

The force transducers of the U9C series are maintenance free. We recommend regular recalibration.

## **Disposal**

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

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

## **Qualified personnel**

Qualified personnel means persons entrusted with installing, mounting, starting up and operating the product who possess the appropriate qualifications for their work.

This includes people who meet at least one of these three requirements:

- As project personnel, you know and are familiar with the safety concepts of automation technology.
- 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.
- As a commissioning or service engineer, you have successfully completed training in the repair of automation plants. Moreover, you are authorized to start up, ground and label circuits and equipment in accordance with safety engineering standards.






During use, compliance with the legal and safety requirements for the relevant application is also essential. The same applies to the use of accessories.

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

## 2 MARKINGS USED

---

Important instructions for your safety are highlighted. Following these instructions is essential in order to prevent accidents and damage to property.

Icon	Meaning
 <b>WARNING</b>	This marking warns of a <i>potentially</i> dangerous situation in which failure to comply with safety requirements <i>could</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>could</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>could</i> lead to property damage.
 <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 tips for use 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 of the manual, diagrams, or external documents and files.



## 3 SCOPE OF SUPPLY, CONFIGURATIONS, ACCESSORIES

### Scope of supply

- U9C force transducer
- U9C mounting instructions
- Test report

### Configurations

All force transducers are available in different versions. The following options are available:

#### 1. Nominal (rated) force

The C9C force transducer is available with the following nominal forces (measuring ranges):

50 N	Code 050N
100 N	Code 100N
200 N	Code 200N
0.5 kN	Code 00K5
1 kN	Code 01K0
2 kN	Code 02K0
5 kN	Code 05K0
10 kN	Code 10K0
20 kN	Code 20K0
50 kN	Code 50K0

#### 2. Cable length

The U9C is equipped with a cable 1.5 m long in the standard version. You can also order the force transducer with the following cable lengths:

1.5 m	Code 01m5
3 m	Code 03m0
5 m	Code 05m0
6 m	Code 06m0
7 m	Code 07m0
12 m	Code 12m0

#### 3. Electrical connection

We can mount one of the following connectors on the U9C if requested:

Free ends, no amplifier	Code Y
15-pin Sub-D male connector for MGC+, Scout, MP85 and other HBK amplifiers	Code F
Connector MS3106PEMV for older HBK measuring amplifiers, e.g. DK38	Code N

15-pin Sub-HD male connector for HBK system QuantumX, e.g. MX840	Code Q
8-pin M12 plug suitable for measuring amplifiers digiBOX and DSE	Code M
With inline amplifier 0 ... 10 V	Code VA1
With inline amplifier 4 ... 20 mA	Code VA2
With inline amplifier IO-Link	Code VAIO

When ordering one of the inline amplifier modules, only 1.5 m and 3 m cable lengths are available.

#### 4. TEDS

You can order the force transducer with transducer identification ("TEDS"). TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) allows you to store the transducer data (characteristic values) in a chip that can be read by a connected measuring device (with an appropriate amplifier). HBK records the TEDS data at the time of delivery, so no parameterization of the amplifier is necessary.

TEDS can only be fitted in the plug of the U9C, therefore it is not possible to equip the "free cable ends" version with TEDS. The versions with permanently connected amplifier electronics cannot be connected with the TEDS option.

With TEDS	Code T
Without TEDS	Code S

#### 5. Firmware

If you order the U9C with the VAIO option, the measurement chain is always shipped with the latest firmware. You can also order the amplifier module with older firmware.

No firmware for sensors with analog output signal	Code N
Firmware 1.2.6	Code IO01
Firmware 2.0.0	Code IO02
Firmware 2.0.8	Code IO03

### Accessories (not included in the scope of supply)

Description	Ordering number
KAB168-5, PUR connection cable with M12 8-pin socket, 5 m long, free ends on opposite side. To connect the amplifier module to the downstream electronics. Not suitable for use with the IO-Link interface.	1-KAB168-5
KAB168-20, PUR connection cable with M12 8-pin socket, 20 m long, free ends on opposite side. To connect the amplifier module to the downstream electronics. Not suitable for use with the IO-Link interface.	1-KAB168-20

Description	Ordering number
Ground cable 400 mm long	1-EEK4
Ground cable 600 mm long	1-EEK6
Ground cable 800 mm long	1-EEK8
Knuckle eye for nominal (rated) forces 50 N to 1 kN	1-Z8/100kg/ZGW
Knuckle eye for nominal (rated) forces 2 kN to 20 kN	1-U9/20kN/ZGWR
Knuckle eye for nominal (rated) force 50 kN	1-U9a/50kN/ZGW

## 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 during transportation and installation. Dropping and knocking the transducer may cause permanent damage.

The U9C series force transducers have two external threads into which the forces to be measured must be applied.

The Specifications section 10 on page 58 lists the permissible limits for mechanical, thermal and electrical loading. It is essential to observe these limits when planning the measuring set-up, during installation and, ultimately, during operation.

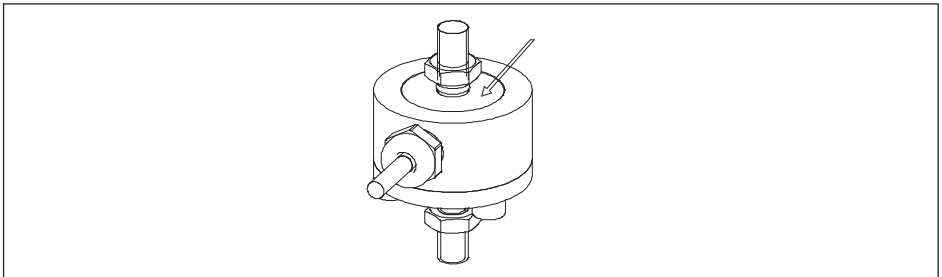
## 5 DESIGN AND MODE OF OPERATION

### 5.1 Transducer

The measuring body is a steel loaded member on which strain gages (SG) are installed. The influence of a force deforms the measuring body, so there is deformation in places where the strain gages are installed. The SG are attached so that two are stretched and two are compressed when a force is applied. The strain gages are wired to form a Wheatstone bridge circuit. They change their ohmic resistance in proportion to their change in length and so unbalance 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 strain gage arrangement is chosen to compensate, as much as possible, for parasitic forces and moments (e.g. lateral forces and eccentricity influences), as well as the effects of temperature.

### 5.2 Strain gage covering agent

To protect the SG, the force transducers have thin cover plates that are welded on the bottom and, in versions with a nominal (rated) force of up to 200 N, on the top. This method offers very good protection against environmental conditions so that the U9C reaches the protection class IP67. In order to retain the protective effect, these plates must not be removed or damaged in any way.



*Fig. 5.1 The thin plate on the top side must not be damaged in the variants with nominal (rated) forces 50 N, 100 N and 200 N; the same applies for the plate on the bottom of all force transducers.*

### 5.3 Permanently connected amplifier module option

The sensors can optionally be ordered with an inline amplifier. This amplifier module supplies the bridge circuit of the sensors with a suitable supply voltage, and converts the small output signal of the force transducers with low noise into a 0 ... 10 V voltage signal (VA1) or a 4 ... 20 mA current signal (VA2). The delivery is then carried out as a measurement chain, and the test record describes the correlation between the force input quantity and the output signal in V or mA.

You can also order the force transducer with an inline amplifier with an IO-Link interface (VAIO). The delivery is then carried out as a measurement chain, and the test record describes the correlation between the force input quantity and the output signal in V or mA.

## 6 CONDITIONS ON SITE

---

U9C series force transducers are made of rustless materials. It is nevertheless important to protect the transducers from weather conditions such as rain, snow, ice and salt water.

### 6.1 Ambient temperature

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

To obtain optimum measurement results, comply with the nominal (rated) temperature range. The compensation of the temperature effect on the zero point is implemented with great care, but temperature gradients can still have a negative effect on the stability of zero. Constant or very slowly changing temperatures are therefore best. A radiation shield and thermal insulation on all sides provide marked improvement. However, they must not be allowed to set up a force shunt, i.e. slight movement of the force transducer must not be prevented.

### 6.2 Moisture and corrosion protection

The force transducers are hermetically encapsulated and are therefore very insensitive to moisture. The transducers achieve protection class IP67.

Despite the careful encapsulation, it makes sense to protect the transducers against permanent exposure to moisture.

The force transducer must be protected against chemicals that could attack the steel.

With stainless steel force transducers, note that acids and all materials which release ions will in general also attack stainless steels and their welded seams. Should there be any corrosion, this could cause the force transducer to fail. In this case, appropriate protective measures must be provided.

The housing of the inline amplifiers is made of aluminum and, like the sensor, meets the requirements of IP67 protection. We recommend protecting the amplifier housing from sustained weather effects.

### 6.3 Deposits

Dust, dirt and other foreign matter must not be allowed to accumulate sufficiently to conduct any of the measuring force around the transducer, thus invalidating the measured value (Force shunt). Also remember to lay the connection cable so that no force shunts are generated at the lower nominal (rated) forces (<1 kN).

## 7 MECHANICAL INSTALLATION

---

### 7.1 Important precautions during installation

- Handle the transducer with care.
- Ensure that the force application parts mounted on the sensor are designed to withstand the forces to be measured.
- Welding currents must not be allowed to flow over the transducer. If there is a risk that this might happen, you must use a suitable low-ohm connection to electrically bypass the transducer. HBK offers the highly flexible EEK ground cable in various lengths for this purpose, that is screwed on above and below the transducer.
- Make sure that the transducer is not overloaded.

The cable fastening side of the transducer should always be connected directly with the rigid customer-side force transfer area. Ensure that the cable is laid so that, where possible, no force shunt is caused by the cable.

#### WARNING

*If the transducer is overloaded, there is a risk that it might break. This can cause danger for the operating personnel of the system in which the transducer is installed, as well as for people in the vicinity.*

Implement appropriate safety measures to avoid overloads (also see the Specifications section 10 on page 58) or to protect against resulting dangers.

---

### 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, bending moments resulting from lateral force, eccentric loading and the lateral forces themselves, may produce measurement errors and destroy the transducer if limit values are exceeded.

Eccentric loads can lead to a bending moment load. The bending moment can be calculated by multiplying the applied force by the eccentricity:

$$M_b = F \cdot e$$



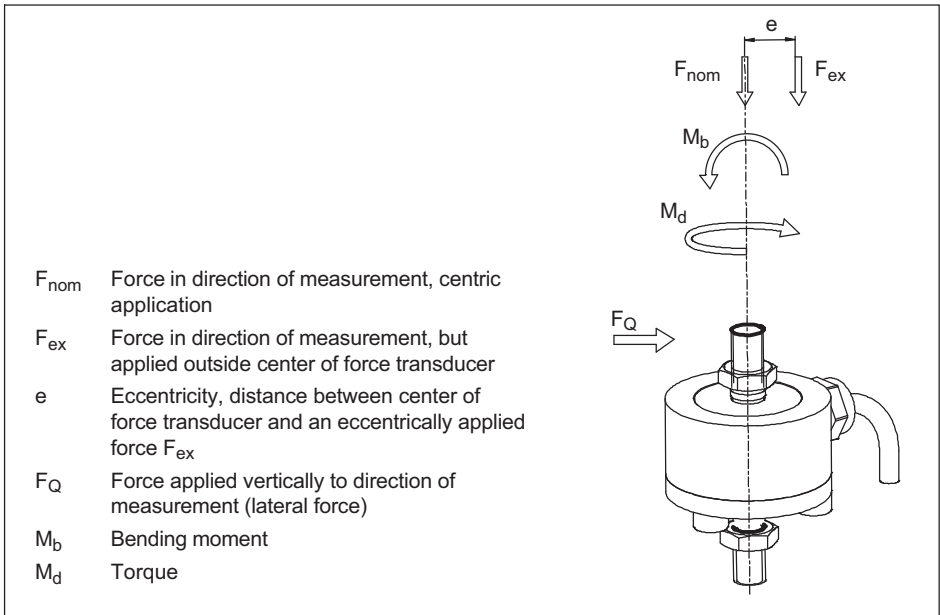


Fig. 7.1 Parasitic forces and moments

**Notice**

*During installation and when operating the transducer, please be aware of the maximum parasitic forces/lateral forces (caused by oblique application), bending moments (caused by eccentric force introduction) and torques, see Specifications section 10, and the maximum permissible load-carrying capacity of any (customer side) force application parts that may be used.*

*Also note the maximum load-carrying capacity of the fittings, tension/compression bars, bolts and knuckle eyes that are used.*

## 7.3 Installing the U9C

### 7.3.1 Mounting with tension and compression bars

In this mounting variant, the transducer is mounted on a construction element by means of tension/compression bars, and can measure tensile and compressive forces.

Alternating loads are also correctly recorded if the transducer is mounted without axial play. For dynamic alternating loads, the upper and lower threaded connectors must be pre-stressed to above the maximum force to be measured and then locked in place.

1. Installation and locking with initial stress (for dynamic loading):
  - Unscrew the locknut and screw on the threaded connector.
  - Pre-stress the transducer to 110% operating load in tensile direction. The transducer itself can be used to measure this force.
  - Hand-tighten the locknut.
  - Relieve the load on the transducer.

**Notice**

*If the torque for locking is shunted through the transducer, ensure that the maximum torque is not exceeded. See specifications.*

---

2. Mounting with locking

Screw on the load application parts and lock with a torque according to the table below.

**Notice**

*As the initial stress also depends on the friction between the locknut and thread, the initial stress cannot be precisely set correctly with this method. When using the force transducer under high alternating loads, we therefore recommend installation using method 1 (installation and locking with initial stress).*

---

Nominal (rated) force range	Torque [Nm]
50 N - 1 kN	8
2 kN - 20 kN	40
50 kN	200

### 7.3.2 Mounting with knuckle eyes

Knuckle eyes prevent the application of torsional moments and, where two knuckle eyes are used, bending moments, together with lateral and oblique loads. They are particularly suitable for static and quasi-static measurements. We recommend tension/compression bars that are pliable for dynamic alternating loads.

Mounting with knuckle eyes is implemented in the same manner for loads a mounting with tension/compression bars. Knuckle eyes without locking can be used for static and quasi-static applications.

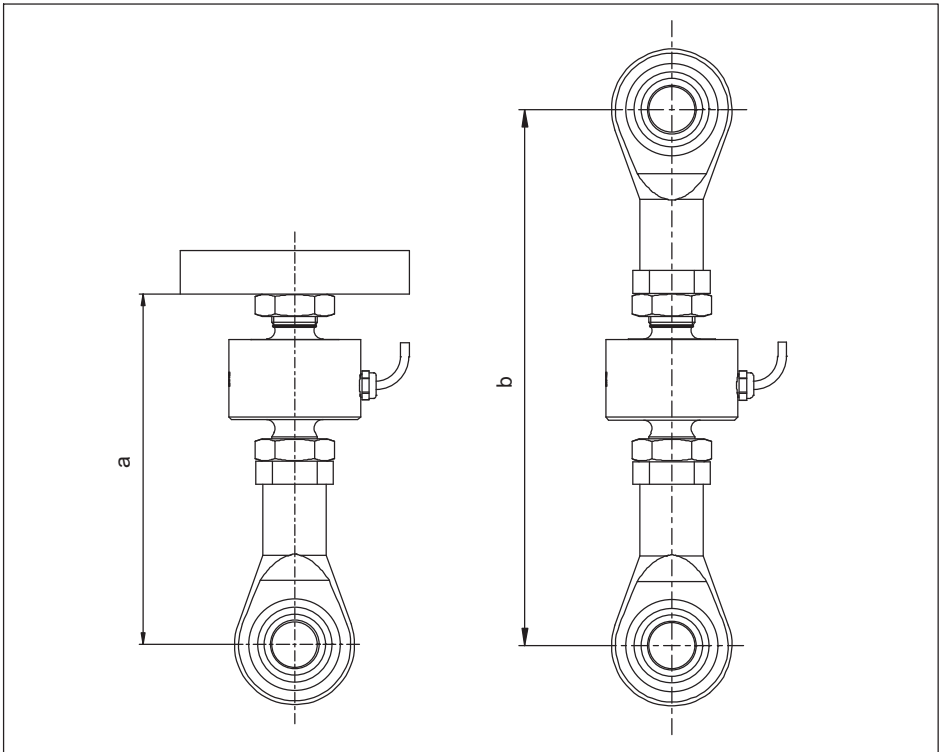


Fig. 7.2 U9C dimensions when using one or two knuckle eyes.

Nominal (rated) force	$a_{\min}$	$a_{\max}$	$b_{\min}$	$b_{\max}$
	[mm]			
50 ... 20 N	55	59	82	86
0.5 ... 1 kN	56	61	83	88
2 ... 20 kN	79	82	122	125
50 kN	116	116	180	180

Tab. 7.1 Mounting dimensions of the U9C when using knuckle eyes

### 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 and shafts and their recommended tolerances in the table below.

Knuckle eyes	Nominal diameter	Hole fitting size	Recommended shaft fitting size
1-Z8/100kg/ZGW	5	H7	g6
1-U9/20kg/ZGWR	10		
1-U9a/50kg/ZGW	16		

Tab. 7.2 Recommended fitting sizes/tolerances for shaft and hole

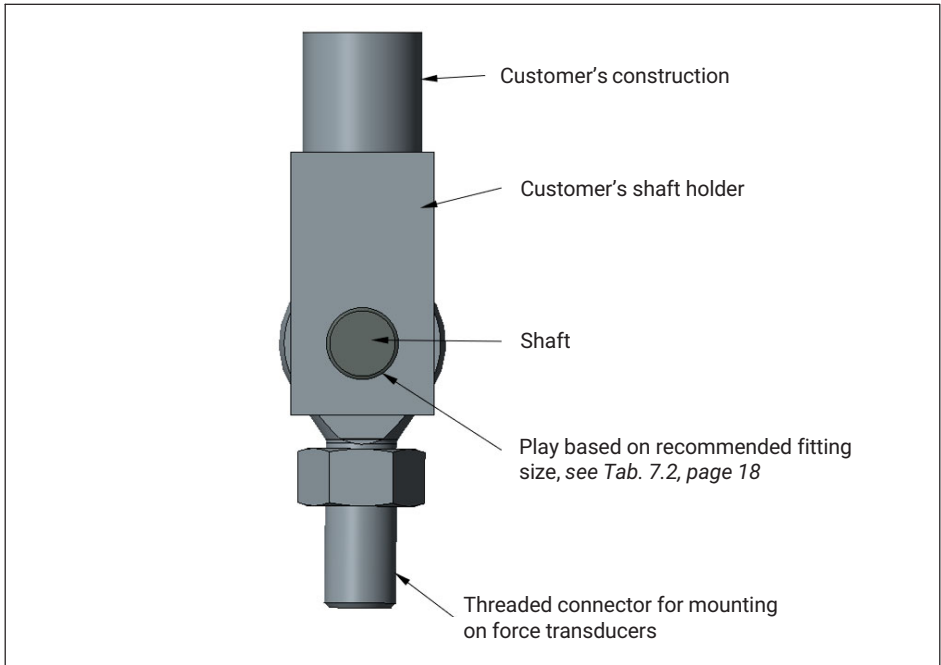


Fig. 7.3 Example diagram of installation with knuckle eye

**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 deformations put 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

Tab. 7.3 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-Z8/100kg/ZGW	0.5 mm
1-U9/20kg/ZGWR	1 mm
1-U9a/50kg/ZGW	1.6 mm

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

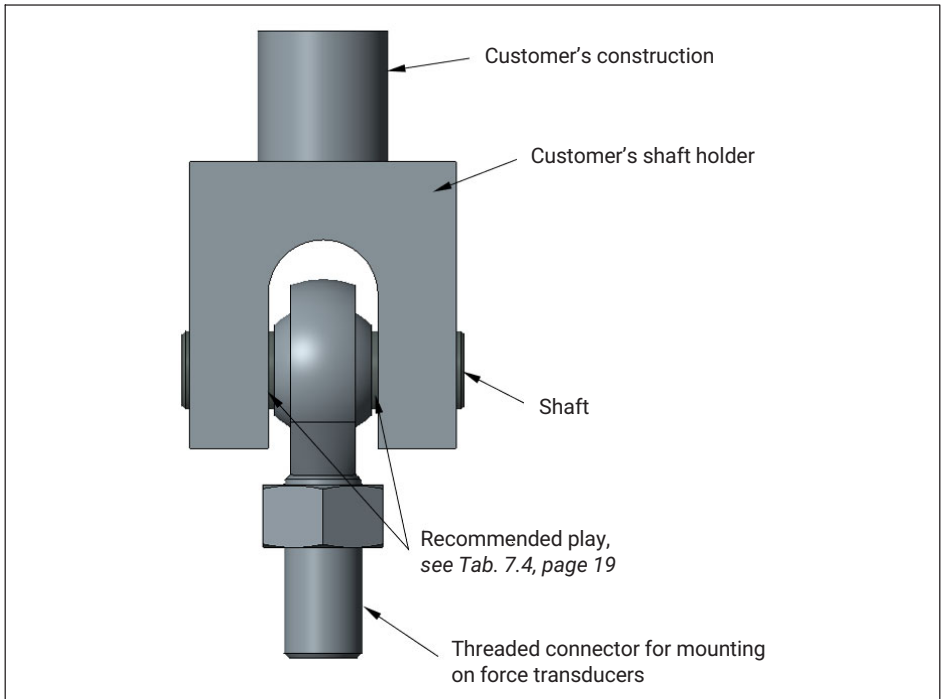


Fig. 7.4 Example diagram of installation with knuckle eye

### 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.

## 8 ELECTRICAL CONNECTION

### 8.1 Connection to measuring amplifier without permanently connected amplifier module

The U9C is a force transducer that outputs a mV/V signal based on strain gages. An amplifier is needed to condition the signal. All DC amplifiers and carrier-frequency amplifiers designed for SG measurement systems can be used.

Force transducers are executed in a four-wire circuit.

#### 8.1.1 General information

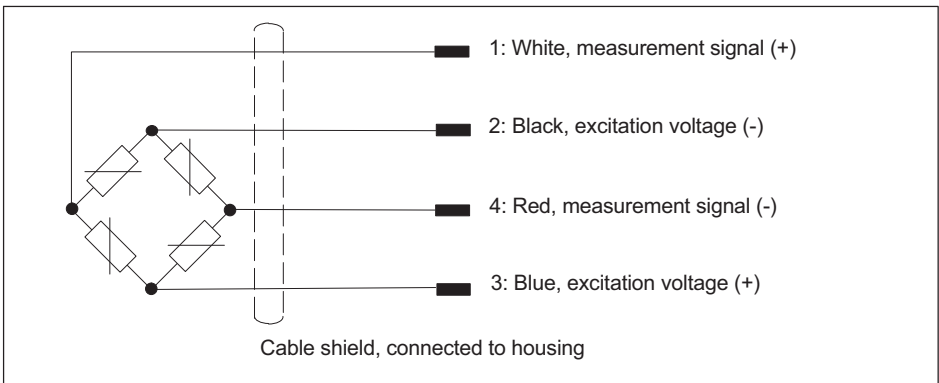


Fig. 8.1 Pin assignment and color code

The output signal is positive with this pin assignment and load in the pressure direction. If you need a negative output signal in the pressure direction, interchange the red and white wires.

The connection cable shield is connected to the transducer housing. If you are not using pre-wired HBK cables, please connect the cable shield to the cable socket housing. Use CE standard connectors on the free ends of the cable to be connected to the amplifier system; the shield must be connected extensively. With other connection techniques, a good EMC shield must be provided in the stranded area, where the shielding must also be extensively connected.

#### 8.1.2 Cable extension and cable shortening

Various connection cable lengths are available for the U9C so that cable extensions and cable shortening are generally not necessary.

As the transducer has a four-wire configuration, the cable is also used to compensate the temperature dependence of the sensitivity. We therefore do not recommend shortening

the cable and extension cables should be implemented in a 6-wire configuration. Please note the operating instructions for your amplifier system in this case. All C9Cs ordered with fitted plugs have a 6-wire configuration from the plug. See the Specifications section 10 on page 58 of this manual for the connector pin assignment. Please remember that an extension cable must have six wires. Such an extension will have no influence on the measurement. If you have selected the "Sub HD" option (for QuantumX) as the connector in combination with the "TEDS" option, you must extend with eight wires as in this case a so-called "one-Wire TEDS" is mounted, and this requires an additional wire.

With extension cables, ensure that the connection is perfect with a low contact resistance and continue to connect the cable shield extensively. Note that the protection class of your force transducer will decrease if the cable connection is not tight and water can penetrate the cable. Transducers can be irreparably damaged and fail in these circumstances.

### 8.1.3 EMC protection

Electrical and magnetic fields can often induce interference voltages in the measuring circuit. Please comply with the following points:

- Use shielded, low-capacitance measurement cables only (HBK measurement cables fulfill these conditions)
- Do not route the measurement cable parallel to power lines and control circuits. If this is not possible, protect the measurement cable with metal tubing
- Avoid stray fields from transformers, motors and contact switches.
- Note that compensating currents flowing through the cable shield can cause major interference. If the sensor and your evaluation unit are at different electrical potentials, an electrical connection with very low resistance must be provided.
- Connect all the devices in the measurement chain to the same protective conductor.
- Always connect the cable shield extensively on the amplifier side, to create the best possible Faraday cage.

## 8.2 Electrical connection of measuring amplifier with amplifier module

### 8.2.1 General information

Amplifier modules with the following output signals are available:

- Voltage output 0 ... 10 V
- Current output 4 ... 20 mA
- Digital output with IO-LINK COM3 interface

If you have ordered the sensor with integrated amplifier (or permanently connected amplifier module), the amplifier and force transducer form a measurement chain that cannot be separated. The measurement chain is accordingly calibrated as a unit, meaning the test record (or calibration certificate) of sensors with an analog output directly



indicates the relationship between the force (in Newtons) and the output signal (in V or mA).

The digital sensors output the measurement result in Newtons. Here in the test record you will find a table indicating the measured value that is outputted at a set force. Due to the very low measurement error of the digital sensors, the difference between the two values is very small.

In order to guarantee reliable measurement even under the influence of electromagnetic fields, the amplifier module and strain gage, and their wiring, are integrated in a single housing. This creates a Faraday cage.

If you are using a sensor with an inline amplifier, the housing of the amplifier is connected to the housing of the force transducer by the cable shield. Note that the transducer and amplifier housing must be at the same electrical potential in order to avoid equalizing currents via the shield of the connecting cable.

## 8.2.2 Integrated amplifiers with analog voltage or current output (VA1 and VA2)

### 8.2.2.1 Connecting the device with 0 ... 10 V and 4 ... 20 mA output signal

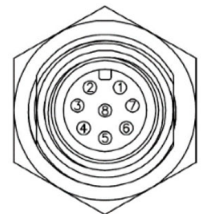
On sensors with current or voltage output (versions VA1 or VA2), the thread of the M12 connector used to connect to the next link in the measurement chain is also electrically connected to the amplifier housing, and so ultimately to the sensor housing.

If you extend the shielding of the cable connected to the M12 connector, the next component must also be connected to the potential of the sensor. Use low-ohm connections for potential equalization.

A compressive force load will result in a rising current or voltage signal.

The connection is made via the 8-pin M12 plug on the sensor. The pin assignment is shown in the following table. The supply voltage must be within the specified range (19 V ... 30 V).

Pin	Version VA 1 (voltage output)	Version VA 2 (current output)	KAB168 connection cable wire assignment
1	Supply voltage 0 V (GND)		White
2	Not in use		Brown
3	Zero control input		Green
4	Not in use		Yellow
5	Output signal 0 ... 10 V	Output signal 4 ... 20 mA	Gray
6	Output signal 0 V	Not in use	Pink



Pin	Version VA 1 (voltage output)	Version VA 2 (current output)	KAB168 connection cable wire assignment
7	Not in use		Blue
8	Voltage supply +19 ... +30 V		Red

The cable connecting the inline amplifier to the next link in the measurement chain must not exceed 30 meters in length.

### 8.2.2.2 Operating the amplifier / Zeroing

The measurement starts as soon as the sensor is connected to a supply voltage and the output of the amplifier is connected to the next link in the measurement chain.

If you apply a voltage > 10 V to the "Zero" input, a one-off zeroing is performed. After this zeroing, the device continues to measure, even if you apply a voltage above 10 V to the input.

To trigger a new zeroing operation, the input must first be set to 0 V and then be reset by applying a voltage of over 10 V.

#### Notice

*Note that you can zero the measurement chain with any force applied. If an initial load is already acting on the force transducer, it is essential to take it into account, otherwise the force transducer may be overloaded.*

The zero point is not permanently stored in the device. If you have disconnected the measurement chain from the supply voltage, we recommend zeroing again.

### 8.2.3 Integrated amplifier with IO-LINK interface (VAIO)

In accordance with the IO-LINK specification, cables for connecting the force transducer with IO-LINK interface to the IO-LINK master are not shielded. For this reason, the housings of the sensors with IO-LINK are always electrically isolated from the master.

If you have ordered your U9C with a connected "VAIO" inline amplifier, you will receive the sensor and electronics in a permanently connected unit. This version provides a digital data output signal. The sensors have an IO-Link interface with a COM3 data output rate. The data structure equates to the IO-Link Profile Smart Sensors 2nd Edition, Specification, Version 1.1 September 2021.

The product can be used both as a measuring sensor and a programmable actuator (via digital switching outputs).

### 8.2.3.1 Function

The analog signals of the force transducer are initially digitized, so that they can then be converted into measured values in Newtons as per the factory settings. Regardless of the connected master, the sample rate is always 40 kHz, so that even very fast processes (such as peak force when pressing) can be reliably recorded and evaluated in the electronics unit. It is possible to store the result of a calibration (as supporting interpolation points or as coefficients of a second or third degree polynomial) in the sensor in order to increase the accuracy. In a further scaling step, you can enter any unit and a conversion factor so that it is possible to determine other physical quantities (e.g. torque while using a lever arm, or measurements using units other than the ones in the SI system, e.g. lbf).

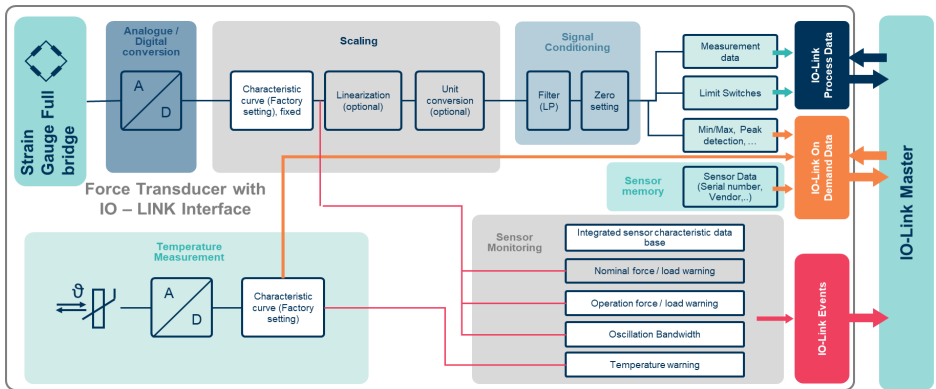


Fig. 8.2 Signal flow within the sensor electronics. The fields marked in white cannot be changed/parameterized by the user.

The amplifier module has additional functions, such as digital low-pass filters, a peak value memory (slave pointer function) or limit value switches (as per the Smart Sensors Profile).

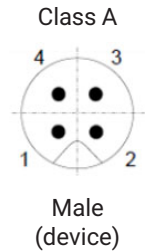
The electronics permanently monitors the output signal, so you will be warned if any critical operating states are set. These may be both thermal and mechanical overloads.

The data is transferred to the PLC via an IO-LINK master – in accordance with the standard IEC 61131-9 (IO-Link). The electric connection is also defined in this standard.

### 8.2.3.2 Electrical connection

An IO-Link master is connected to the M12 plug. The pin assignment conforms to the IO-Link standard (Class A). Please refer to the following table:

Pin	U9/C9 plug assignment
1	Supply voltage +
2	Digital output (DI/DO pin function)
3	Supply voltage/reference potential
4	IO-Link data (C/Q), switchover to the digital output (SIO mode) possible



Tab. 8.1 Socket on inline amplifier, top view of pin assignment



### Information

HBK uses M12 Class A connections as per the IO-Link standard

### 8.2.3.3 Starting up

Connect the amplifier module to an IO-Link master using a cable suitable for IO-Link communication. If the requirements for measurement accuracy are very high, we recommend warming up the measurement chain for 30 minutes.

The measurement chain starts up, and is ready for operation. The master sends a wake-up signal to the sensor for this purpose.

If the corresponding IO-Link master connection is configured for IO-Link mode, the master reads the basic device parameters from the sensor. These are used to automatically establish communication, and identify the sensor. In this state, the sensor cyclically automatically transfers the process data (measurement data in Newtons and status of the limit value switches) to the master.

Please follow the instructions for the IO-Link master, and for the engineering software you are using.

The device description file (IODD) of the measurement chain enables your application to display and process the measurement data and parameters, and allows you to configure the measurement chain according to your requirements. (limit value switches, filters, etc.). If your application does not automatically download the IODD from the Internet, you can download it from the official IO-Link page at <https://ioddfinder.io-link.com>. To do so, enter the type designation of your sensor, e.g. K-U10M/50kN, and the name of the manufacturer, i.e. Hottinger Brüel & Kjaer GmbH, in the search field, and then load the IODD into your application.

Alternatively, you can also use the table of variables (object dictionary) from these instructions to program and set up your downstream electronics.

#### 8.2.3.4 Data structure

In each IO-Link communication cycle, the device transmits six bytes of process data to the master (PDin). The master sends one byte of process data to the device (PDout). In addition, two bytes are transmitted as on-demand data.

Other events are signaled as IO-Link events if required (see IO-Link standard). The connected master then receives an event code; further evaluation depends on the other system components and their parameterization.

#### 8.2.3.5 Process Data

The measured value and the status of the limit value switches, as well as warnings (see below), are transmitted with the six process data bytes PDin0 to PDin5. The measurement data is in the first four bytes (PDin0 to PDin3). The transfer takes place every cycle; the cycle time depends on the master and parameterization being used.

**PDin: All process data sent from the sensor to the master is shown here.**

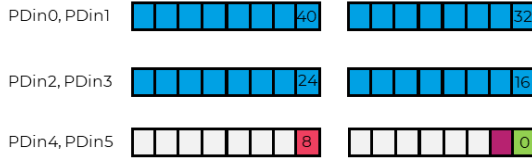
MDC – Measurement Value:	Current measured value
Operation force exceeded	Indicates when the operating force range is exceeded
SSC.1.Switching Signal	Status of limit value switch 1
SSC.2.Switching Signal	Status of limit value switch 2

**PDout: All process data sent from the master to the sensor is shown here.**

Zero Reset	"False" means zeroing is on; "True" means the zero value in the memory is ignored, zeroing is not possible.
Zero Set	Triggers zeroing. Zeroing is carried out when the bit is switched from "false" to "true" (rising edge). To a new zero reset, the bit must first be switched back to "false".
CSC – Sensor Control	Replaces the measured value with a fixed feed value.

## Process Data Structure

Device Process Data **PDin** is made up of **6 Bytes**



Master Process Data **PDout** is made up of **1 Byte**



Bit Assignment	Data Type	Bit Length	Bit Offset
----------------	-----------	------------	------------

MDC - Measurement Values	Float32T	32	16
Not assigned			
Usage Force Exceeded	BooleanT	1	8
SSC.2 Switching Signal	BooleanT	1	1
SSC.1 Switching Signal	BooleanT	1	0
Not assigned			
Zero Reset	BooleanT	1	5
Zero Set	BooleanT	1	4
CSC - Sensor Control	BooleanT	1	0

### 8.2.3.6 "Identification" menu item

This menu item contains the following input fields:

- Application specific Spec: You can enter free text here to add a comment to the measuring point. Max. 32 characters

- **Function Tag:** You can enter free text here to describe the application of the measuring point. Max. 32 characters
- **Location Tag:** You can enter free text here to indicate the location of the measuring point: Max. 32 characters

More information is provided in this menu, but the corresponding fields are read-only; please refer to the following table.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0010	0x00	ReadOnly	StringT	63	Vendor Name	Hottinger Brüel & Kjaer GmbH
0x0011	0x00	ReadOnly	StringT	63	Vendor Text	<a href="http://www.hbkworld.com">www.hbkworld.com</a>
0x0012	0x00	ReadOnly	StringT	63	Product Name	Type and maximum capacity of the sensor (e.g. U10M-1M25)
0x0013	0x00	ReadOnly	StringT	63	Product ID	Type designation of the sensor
0x0014	0x00	ReadOnly	StringT	63	Product Text	e.g.: Force transducer for compressive forces
0x0015	0x00	ReadOnly	StringT	16	Serial Number	Sensor serial number
0x0016	0x00	ReadOnly	StringT	64	Hardware Revision	Hardware version
0x0017	0x00	ReadOnly	StringT	64	Firmware Revision	Firmware version
0x0018	0x00	ReadWrite	StringT	32	Application-specific Tag	Free text, max. 32 characters (comment on the measuring point)
0x0019	0x00	ReadWrite	StringT	32	Function Tag	Free text, max. 32 characters (measuring point application)
0x001A	0x00	ReadWrite	StringT	32	Location Tag	Free text, max. 32 characters (location of the measuring point)

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0803	0x00	ReadOnly	StringT	32	Serial Number PCBA	Serial number of amplifier electronics
0x1008	0x00	ReadOnly	StringT	64	K-MAT	Ordering number of the sensor
0x43BE	0x00	ReadOnly	StringT	32	Hardware Identification Key	HBK amplifier designation

### 8.2.3.7 "Parameters" menu item

#### 8.2.3.7.1 Adjusting the measurement chain ("Adjustment")

The measurement chain is adjusted at the factory, and outputs correct force values after starting (within the scope of the measurement uncertainty). Adjustment is not necessary during normal operation. You can adapt the characteristic curve if you want to use the result of a calibration to improve the calculation of force values (linearization).

More fields and input options are available:

- Calibration date: Here you can record the date on which the sensor was calibrated. If you have HBK calibrate the sensor, the HBK calibration laboratory will enter the data.
- Calibration Authority: Here you can enter the calibration laboratory that performed the calibration. If you have HBK calibrate the sensor, the HBK calibration laboratory will enter the data.
- Certificate ID: You can enter the number of the calibration certificate here.
- Expiration Date: Here you can enter when the sensor is to be recalibrated. The time between two calibrations is defined by the customer, so if HBK performs the calibration there is no entry in this field.
- Linearization Mode: Here you enable and disable linearization, and thus the effect of entering the results of a calibration certificate. Disabled: Function ineffective; Stepwise Linear Adjustment: Enter supporting points (see "Linearization via supporting points"); Cubic Polynomial Adjustment: Enter a compensating polynomial: 1st, 2nd or 3rd order (see "Linearization via compensation function")

#### Notice

*When calibrating the sensor, it is important to use the factory characteristic curve. To do this, please set the "Linearization Mode" parameter to "Disabled" during calibration. If you do not, the linearization will be calculated incorrectly during subsequent operation.*





## Important

Note that linearization is only effective if "Linearization Mode" is NOT set to "Disabled".

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0C44	0x00	ReadWrite	StringT	32	Calibration Date	Date of calibration
0x0C45	0x00	ReadWrite	StringT	32	Calibration Authority	Calibration laboratory
0x0C46	0x00	ReadWrite	StringT	32	Certificate ID	Number of the calibration certificate
0x0C47	0x00	ReadWrite	StringT	32	Certificate Expiration Date	Date on which a new calibration is required
0x0C26	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Linearization Mode	Selection of the linearization method: 0: No linearization is applied 1: Linearization via supporting points 2: Linearization via cubic function

### Linearization via supporting points

- ▶ Select "Stepwise linear Adjustment"; the "Adjustment supporting points" menu is displayed. Open this menu.
- ▶ Enter the number of supporting points, between 2 and 21. Note that the zero point is a supporting point. So if you want to enter a straight line, select two supporting points. ("Adjustment Number of Supporting Points" menu item).
- ▶ Under "Adjustment X" enter the force preset by the calibration system. Under "Adjustment Y" enter the measurement result shown in the calibration certificate that corresponds to the respective force.
- ▶ It is important to start with the most negative force, as that is the highest tensile force. On compressive force-only sensors, 0 N is defined as the "highest tensile force".

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0C27	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Adjustment Number of Supporting Points	Number of supporting points, with zero point
0x0C28	0x01 - 0x15	ReadWrite	Float32T	4	Adjustment X [1...21]	Enter the supporting points (force levels) of a calibration
0x0C29	0x01 - 0x15	ReadWrite	Float32T	4	Adjustment Y [1...21]	Enter the calibration result for a calibration point (force level)



### Information

*As there are 21 supporting points, it is possible to create two calibration certificates for tensile/compressive force transducers: one for the tension range and one for the pressure range. This eliminates the difference in tension/compression rated outputs.*

### Linearization via compensation function

Select "Cubic polynomial calibration". You can use cubic, quadratic or linear compensation functions. The "Adjustment Coefficients" item appears, and it is possible to process two cubic functions: one for the tensile force range, and one for the compressive force range.

The precondition for this is that a calibration has been performed, and its result is in the following format:

$$F \text{ output} = R \cdot X^3 + S \cdot X^2 + T \cdot X$$



### Important

*If you have a tensile/compressive force sensor calibrated in only one force direction, we strongly recommend that you enter the value 1 for T in the non-calibrated force direction, and 0 for all other coefficients in this force direction. If you enter 0 for T, the result will also be 0 Newtons when a force is applied in the relevant direction of force. The calibrated force direction is displayed correctly if the coefficients from the calibration certificate have been entered correctly.*

F output is the measurement result calculated and corrected by the electronics. The coefficients R, S, and T are the results of an approximation of the characteristic curve, as determined by the calibration.

When you open the menu, two submenus appear:

**Adjustment Coefficients Compressive Force** Enter the coefficients of the compensation polynomial for compressive forces here: Compressive Force Cubic factor (R), Compressive Force Quad Factor (S), Compressive Force Linear factor (T)

**Adjustment Coefficients Tensile Force** Enter the coefficients of the compensation polynomial for tensile forces here: Tensile Force Cubic factor (R), Tensile Force Quad Factor (S), Tensile Force Linear factor (T)



**Tip**

*The designations are in accordance with the calibration certificate as per ISO 376. If you have such a certificate (or one calibration certificate for the compressive force range and one for the tensile force range), you can simply copy the coefficients from the calibration certificates. If you have HBK perform the calibration, HBK will enter the coefficients for you.*

If you are using a quadratic approximation, set R to zero. If you are using a linear approximation, set R and S to zero. The calibration certificate must have tared values, i.e. the function must not contain any constant.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0C2A	0x02	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs T Compr.	Linear portion for the pressure range
0x0C2A	0x03	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs S Compr.	Quadratic portion for the pressure range
0x0C2A	0x04	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs R Compr.	Cubic portion for the pressure range
0x0C2B	0x02	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs T tens.	Linear portion for the tension range

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0C2B	0x03	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs S tens.	Quadratic portion for the tension range
0x0C2B	0x04	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs T tens.	Cubic portion for the tension range

### Information

*The coefficients R, S and T usually have many decimal places. Depending on the editor (engineering software, IO-LINK master software) you are using, the number of decimal places may appear too low when reading out the coefficients. If you have HBK perform the calibration, the sensor will always work with maximum accuracy. HBK ensures that the coefficients are entered in full. Even if your software does not display the decimal places fully, they are complete in the sensor, and the device will work with optimal accuracy. HBK has no influence on the display of parameters in your editor.*

In some cases, likewise depending on the editor you are using, it might be that too few decimal places are transferred to the sensor, so that the linearization does not achieve the maximum possible accuracy. In this case we recommend:

- Entering coefficients less than 1 as an exponential number in the editor (1.2345 \* E-6 instead of 0.00000012345)
- Coefficients greater than 1 can be rounded to six decimal places without affecting the linearization.
- Alternatively, it may be useful to write the values from the calibration certificate directly into the relevant field using your control unit.

HBK has no influence on the number of decimal places that your editor transfers to the measurement chain. The sensor will always work correctly if the coefficients have been transferred correctly and with enough decimal places.

#### **8.2.3.7.2 Measurement output in a different unit (Unit Conversion)**

Use the "Unit Conversion" item to select a unit other than N. The numeric value that is then sent to the downstream electronics is the same as the one displayed in the software of your IO-Link master (editor).

You can now select the unit under "Process Data". If you select kN, MN the conversion is automatic; if you select a different unit a "User defined Unit Conversion" dialog appears. In it, you can enter a factor ("Unit Conversion Factor") by which the Newton value is multiplied. You can also enter a zero offset using the "User defined Zero Offset" field.

To use kilograms as the unit, do the following: Select kg as the unit. The gravitational acceleration at your site is  $9.806 \text{ m/s}^2$ . The scaling factor (Unit Conversion Factor) is  $1/9.806 \text{ m/s}^2 = 0.101979 \text{ s}^2/\text{m}$ .

The calculation is then performed: Output in kg = measurement value in N x  $0.101979 \text{ s}^2/\text{m}$

You can also use any unit of your choice. Select "User defined Unit" to choose one.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x00FC	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Process Data Unit	Select a unit other than N. 0-Newton 1-Kilonewton 2-Meganewton 3-Kilogram 4-Newtonmeter 5-User defined unit
0x0C19	0x00	ReadWrite	Float32T	4	Unit Conversion Factor	Conversion factor

### 8.2.3.7.3 Filters

The electronics provides low-pass filters. You can choose between Bessel and Butterworth characteristics. The filter frequencies can be set by numerical inputs ranging from 0.01 Hz to 1000 Hz.

- ▶ Open the "Filter" menu.
- ▶ Select the "Low Pass Filter Mode" menu to activate/deactivate the filter and choose the filter characteristic (Butterworth or Bessel).
- ▶ Use the "Filter Low Pass Cut Off Frequency" menu item to enter the cut-off frequency.

In the event of a signal jump, a Butterworth filter will overshoot, meaning higher values than were actually measured will be outputted for a short time, while the response time is very short. Bessel filters do not overshoot in the event of a signal jump, but do have a significantly longer settling time.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x006F	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Lowpass Filter Mode	Activate/deactivate filter and select filter characteristic 0 - No filter 50 - Bessel filter 51 - Butterworth filter
0x0071	0x00	ReadWrite	Float32T	4	Lowpass Filter Cut-off Frequency	Input cut-off frequency

#### 8.2.3.7.4 Zeroing ("Zero Setting")

You can use the "Zero-Set" function in the software of your IO-Link master to set zero. Measured data continues to be outputted after the electronics has zeroed.

The zero point is not saved permanently; if you disconnect the device from the supply voltage it will have to be zeroed again.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	System command (hex)	Description
0x0C1B	0x00	Read only	Float32T	4	Zero Offset		Current zero value, as defined by "Zero Setting"
0x0002	0x00	Write	UInteger8T	1	Zero - Set	0xD0	Triggers zeroing
0x0002	0x00	Write	UInteger8T	1	Zero - Reset	0xD2	Deletes the zero memory

#### 8.2.3.7.5 Limit value switches (Switching Signal Channel 1 / Switching Channel 2)

There are two limit value switches that are executed as per the IO-Link Smart Sensor profile specification (B.8.3 Quantity detection). Each limit value switch is a main item in the "Parameters" menu. Their operation is identical.

- Switch 1: SSC.1 (Switching Signal Channel 1)
- Switch 2: SSC.2 (Switching Signal Channel 2)

Both switches can be inverted, which means you can decide whether a switching bit is outputted as "low" or "high" as from a specific force. Additionally, both limit value switches can be assigned a hysteresis, so that a new switchover occurs in response to a lower (or higher) force than defined by the switching point.

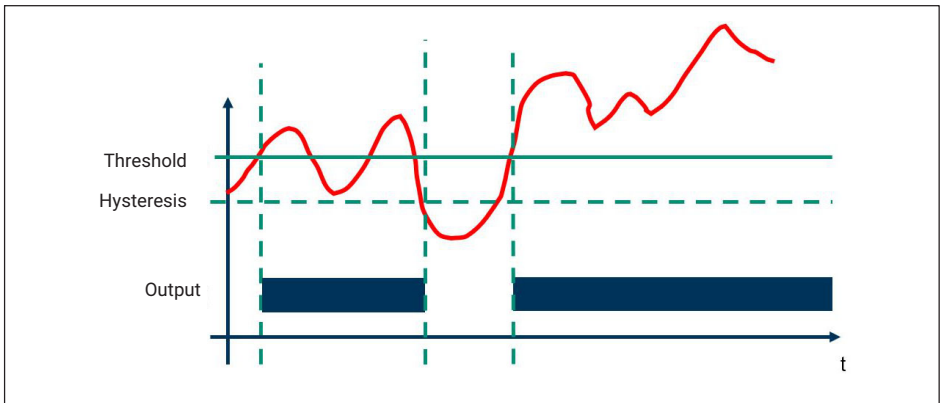


Fig. 8.3 Graph view of the limit value switch function

### Setting the limit value switches

Open the menu of the limit value switch you want to set (Switching Signal Channel 1 or 2).

► In the "Config Mode" field, first select whether:

- The limit value switch is "deactivated"
- A single pulsating force (with or without hysteresis) is set ("Single point")
- A switching point and a reset point are defined. In this case, the difference is the hysteresis. ("Two point")
- Range monitoring is required that will output a signal if the value is below or above the force range (Window mode)

In all operating modes:

- Increasing compressive forces are rising forces
- Decreasing tensile forces are rising forces
- Decreasing compressive forces are falling forces
- Increasing tensile forces are falling forces

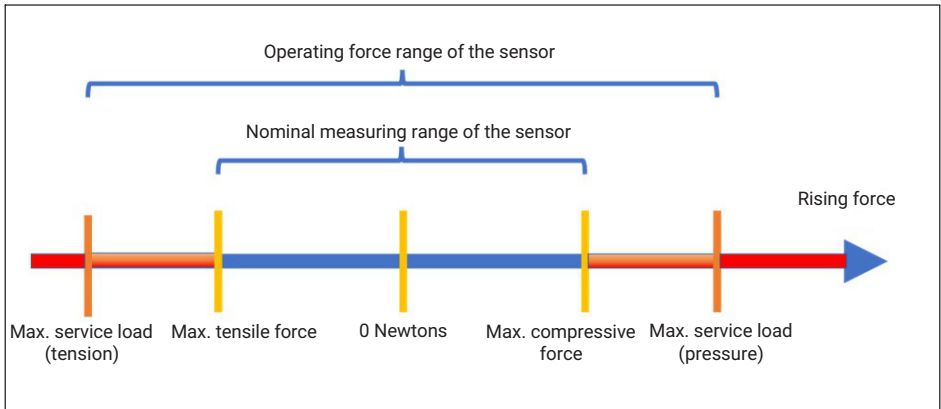


Fig. 8.4 Graph view of operating force range, nominal (rated) range of a sensor, and definition of tensile/compressive force range

### Single point (threshold & hysteresis)

The switching point or threshold limit value is specified in the following.

Where the switch is to be triggered on a **rising force**:

- ▶ Switch the logic to "High active".
- ▶ In the "SP1" field enter the force (threshold) at which to trigger the switch.
- ▶ In "Config Hys" enter a force value that represents the difference within which the switch will remain active even if the value is below the threshold.

Where the switch is to be triggered on a **falling force**:

- ▶ Switch the logic to "Low active".
- ▶ Enter the following force in the "SP1" field: Threshold minus hysteresis. The hysteresis is the force value that represents the difference within which the switch will remain active even if the force is above the value entered in SP1.
- ▶ Enter the hysteresis in "Config Hys".

The switch is "High" in both cases if the limit value switch is triggered. You can invert the logic by switching from "High active" to "Low active".

### Two point (switching point and reset point)

Where the switch is to be triggered on a **rising force**:

- ▶ Switch the logic to "High active".
- ▶ Set the "SP1" field to the higher force (in the logic defined above).
- ▶ To make the new switchover on a falling force occur at a lower force value, enter the lower force value in SP2. If you set both values the same, the switch will work without hysteresis.



Where the switch is to be triggered on a **falling force**:

- ▶ Switch the logic to "Low active".
- ▶ Set the "SP1" field to the higher force (in the logic defined above).
- ▶ To make the new switchover on a falling force at a lower force value, enter the lower force value in SP2. If you set both values the same, the switch will work without hysteresis.

## Window mode

The range can be monitored in Window mode.

- Enter the two forces that define the switching points, SP1 and SP2. Their order is irrelevant.
- If you want, you can enter an identical hysteresis for the upper and lower switching points.
- You can invert the output by selecting "High active" or "Low active". When "High active" is selected, the output is logical 1 if the value is in the window range.

The state of the limit value switch can be outputted via two digital outputs in the form of a 24 V switching signal in the electronics.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x003C	0x00	ReadWrite	RecordT	8	SSC1 Param (SP1, SP2)	Access all parameters for Switching Channel 1
0x003C	0x01	ReadWrite	Float32T	4	SSC1 SP1	Switching point for Switching Channel 1
0x003C	0x02	ReadWrite	Float32T	4	SSC1 SP2	Second switching point for Switching Channel 2
0x003D	0x00	ReadWrite	RecordT	6	SSC1 Config	Access all configurations for Switching Channel 1

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x003D	0x01	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC1 Logic	Switching Channel 2: Inverted/not inverted
0x003D	0x02	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC1 Mode	Switching Channel 1: Operating mode (e.g. Two Point)
0x003D	0x03	ReadWrite	Float32T	4	SSC1 Hyst	Switching Channel 1: Hysteresis input
0x003E	0x00	ReadWrite	RecordT	8	SSC2 Params (SP1, SP2)	Access all parameters for Switching Channel 2
0x003E	0x01	ReadWrite	Float32T	4	SSC2 SP1	Switching point for Switching Channel 2
0x003E	0x02	ReadWrite	Float32T	4	SSC2 SP2	Second switching point for Switching Channel 2
0x003F	0x00	ReadWrite	RecordT	6	SSC2 Config	Access all configurations for Switching Channel 2
0x003F	0x01	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC2 Logic	Switching Channel 2: Inverted/not inverted

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x003F	0x02	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC2 Mode	Switching Channel 2: Operating mode (e.g. Two Point)
0x003F	0x03	ReadWrite	Float32T	4	SSC2 Hyst	Switching Channel 2: Hysteresis input

### 8.2.3.7.6 Teaching-in switching points

You can also teach-in the switching points, as described by the Smart Sensors Profile. The menu includes the "Teach" subitem for the purpose.

First select which switching signal channel you want to teach-in. "Teach select" SSC.1 is switching signal channel 1; SSC.2 switching signal channel 2. "All SSC" means both switching channels are to be taught-in.

First set the desired switching force. You can then define the switching points with the forces currently being measured by choosing "Teach SP1" or "Teach SP2" in the "Teach - Single Value" menu.

With the Single Point method, you can only teach-in SP1; the hysteresis is entered (see above). SP2 is meaningless.

In Two Point or Window mode, both switching points must be taught-in for correct operation. You can enter a hysteresis (Window) for range monitoring (see above). The amount of hysteresis is identical for both switching points.

Entries are made in the "Switching Channels" menu item.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authoriza-tion	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x003A	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1 byte	Teach Select	Select switching channels 0x01 = SSC.1 0x02 = SSC.2 0xFF = All

0x0002	0x00	WriteOnly	UIntegerT	1 byte	System command	Trigger teach-in 0x41=Teach SP1 0x42 = Teach SP2
0x003B	0x01	ReadOnly		4 bits	Result (Success or Error)	Confirmation that the teach-in process is OK

### 8.2.3.7.7 Assignment of digital switching outputs ("Digital IO")

The DO connection (pin 2, see above) is always available as a digital output. The C/Q/SIO connection (pin 4, see above) can only be used as a digital output if IO-Link data transfer is not required at the same time.

You can output the status of the limit value switches as digital IO with a switching voltage of 24 V (max. 50 mA). If you want to do this, you must assign a limit switch to the digital switching outputs. To do so, open the "Digital IO" menu.

- "DO pin function" determines which limit value switch is assigned to pin 2 on the plug. This digital output is always available when the device is in operation.
- "C/Q pin function in SIO-mode" determines which limit value is assigned to pin 4 on the plug when the device is operated in SIO mode. SIO mode means that the force measurement chain is not connected to an IO-Link master, or that the IO-Link master is being operated in SIO mode. The force measurement chain automatically switches to this operating mode if no IO-Link connection is initiated by a master. Note that in this operating state there are two switching outputs, but no other measurement or process data is transferred.
- The "Permanent high", "Permanent low" and "Limit switch 1" and "Limit switch 2" options are available for both outputs.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0DAD	0x00	Read-Write	UIntegerT	1	Digital Output Pin	Select switching channel to assign to pin 2 Permanent low (0 V): 0x00 Permanent high (24 V): 0x01 Switching Channel 1: 0x02 Switching Channel 2: 0x03
0x0DAE	0x00	Read-Write	UIntegerT	1	C/Q-Pin function in SIO-Mode	Select switching channel to assign to pin 4 Permanent low (0 V): 0x00 Permanent high (24 V): 0x01 Switching Channel 1: 0x02 Switching Channel 2: 0x03



### Tip

*The digital switching outputs always work with the internal sample rate, and so are suitable for very fast switching operations. The latency time between a physical event that triggers a limit value switch in the amplifier module and a switchover of the digital switching output is a maximum of 350 µs if no filters are used.*

### 8.2.3.7.8 Statistical functions ("Statistics")

It is important to note that the internal sample rate is used to evaluate the signal in the following functions. As the electronics works with 40,000 measurement points, even very short load peaks are recorded. Note that any low-pass filters you set can quickly suppress load peaks, which will then not be recorded in the maximum value memory.

All the following functions run continuously, and are not saved permanently, so a power failure is equivalent to a reset.

#### Maximum force, minimum force, peak-to-peak memory

The following functions do not save values permanently.

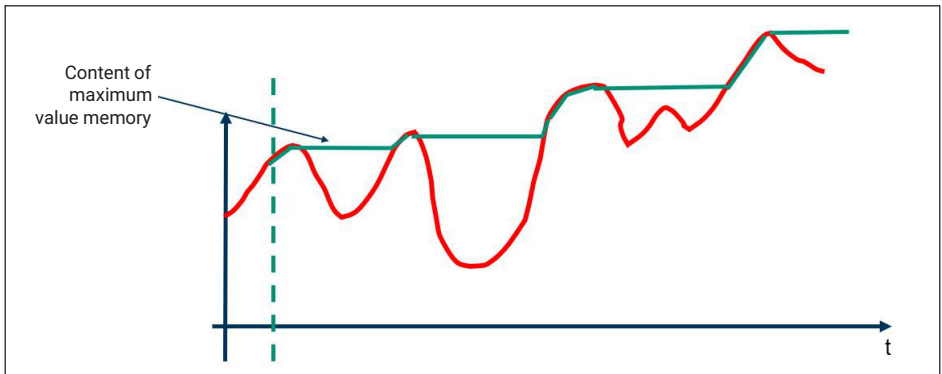


Fig. 8.5 Functionality of maximum value memory (Statistics max)

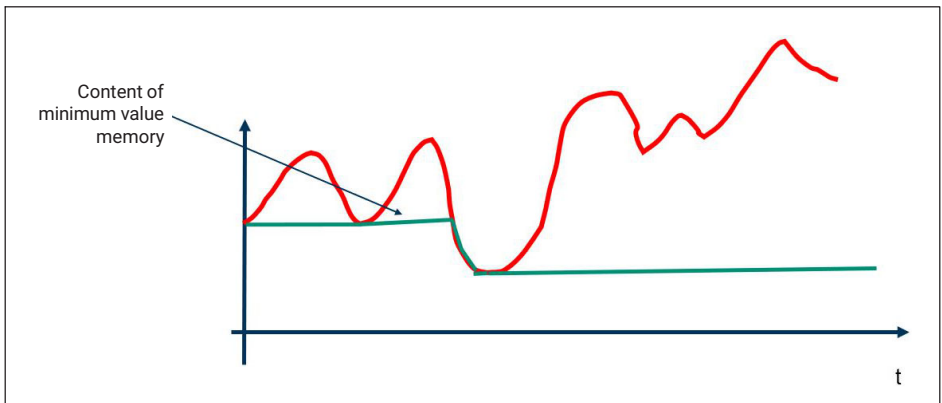


Fig. 8.6 Functionality of minimum value memory (Statistics min)

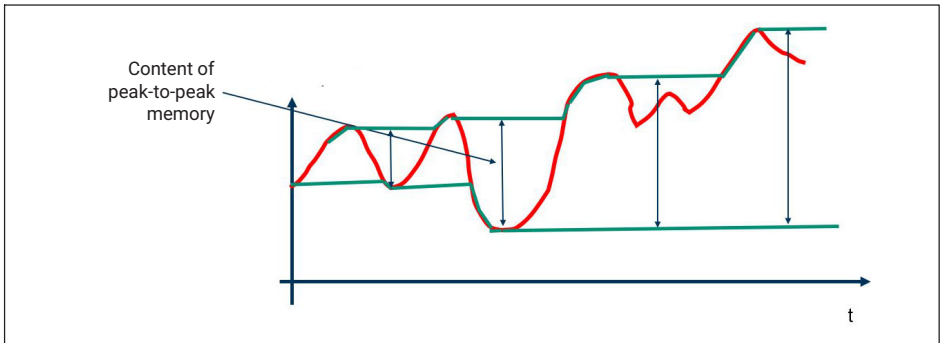


Fig. 8.7 Functionality of peak-to-peak memory (Statistics Peak - Peak)

The arithmetic mean (Statistic mean), standard deviation (Statistics s) and number of measured values since last reset in internal sample rate (Statistics count) are recorded continuously.

All values can be reset via a common Reset command. To do this, write the system command code 209 (0xD1) to index 0x02; see "System command" section.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0D49	0x00	ReadOnly	UIntegerT	8	Count	Number of measured values since last reset
0x0D4A	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Load	The current measurement value as a sample, used as input for the statistical calculations
0x0D4B	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Minimum	Minimum value
0x0D4C	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Maximum	Maximum value
0x0D4D	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Peak to Peak	Peak-to-peak value
0x0D4E	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Mean	Arithmetic mean value
0x0D4F	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Standard Deviation	Standard deviation

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	System command (hex)	Description
0x0002	0x00	Write	UInteger 8T	1	Statistics reset	0xD1 (dec: 209)	Restart recording of statistical values; clear previous values

### 8.2.3.7.9 Reset functions

IO-Link enables different types of reset. The table below shows you the effect of the different resets and the value of the factory setting. All reset functions are triggered by a corresponding system command (see 8.2.3.10 "System commands" section, page 55).

Functions	Device Reset	Application Reset	Restore Factory Reset	Back to Box	Factory settings
The sensor restarts	x				-
Statistical information (peak value memory, peak-to-peak, etc.) is lost	x	x	x	x	-
Factory settings are restored for the filter		x	x	x	Butterworth, 1Hz
Factory settings are restored for switching points of limit switches		x	x	x	0, disabled (not active)
Factory settings are restored for limit switch hysteresis		x	x	x	0, disabled (not active)
Factory settings are restored for zero value (tare value)		x	x	x	0
Unit factory settings are restored		x	x	x	Newton
Factory settings are restored for digital outputs		x	x	x	Continuous "low" (0 V)
Factory settings are restored for warning when nominal (rated) force range is exceeded		x	x	x	Warning active
Factory settings are restored for Application Tag			x	x	***



Functions	Device Reset	Application Reset	Restore Factory Reset	Back to Box	Factory settings
Factory settings are restored for Function Tag			X	X	***
Factory settings are restored for Location Tag			X	X	***
Linearization			X	X	Not active
Factory settings are restored for linearization interpolation points			X	X	All interpolation points 0
Factory settings are restored for linearization coefficients			X	X	All coefficients (R, S, T) = 0
Master device disconnected				X	-

The system commands can be written directly to address "0x0002".

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Description
0x0002	0	Write Only	UINT8	1	System command

Code (decimal)	Function
128	Device Reset
129	Application Reset
130	Restore factory settings
131	Back to box

### 8.2.3.8 Additional information ("Diagnosis")

This menu item displays additional measured values and information.

Nominal Overload Warning: Here you can set whether the sensor is to generate an IO-Link event on exceeding the nominal (rated) force ("Enable Warning") or not ("Disable Warning"). Exceeding the maximum operating force always leads to an IO-Link event.

Nominal compressive force: Maximum nominal (rated) force in the compressive force range.

Nominal tensile force: Maximum nominal (rated) force in the tensile force range.

For technical reasons, for compressive force transducers the same amount is entered as for the maximum tensile force.

Operational compressive force: Maximum operating force in the compressive force range.

Operational tensile force: Maximum operating force in the tensile force range.

Supply Voltage: Connected supply voltage.

IO-Link Reconnections: Number of interruptions in the IO-Link connection since connecting to the power supply.

Device Uptime Hours: Number of hours the module has been running without interruption.

Reboot Count: Number of restarts.

Overload counter compressive force: Number of times the operating compressive force range has been exceeded.

Overload counter tensile force: Number of times the operating tensile force range has been exceeded.

#### Oscillation Bandwidth Percentage (Score)

The oscillation bandwidth score is indicated as a percentage, and predicts how long the sensor will withstand the given dynamic amplitude load.

If you operate the sensor exclusively within the permissible (fatigue-proof) oscillation bandwidth, this score will not increase. If the peak-to-peak force value of your application exceeds the given oscillation bandwidth of the force transducer, the system calculates an estimated value indicating the extent to which the current load will affect the service life of the transducer. Once 100% is reached, it can be assumed that damage will be caused, making it necessary to replace the sensor. To warn against this, events are outputted when certain score limits are reached (see Events).

Compressive Force Max: Highest compressive force ever measured with this sensor. This field is read-only.

Tensile Force Max: Highest tensile force ever measured with this sensor. This field is read-only.



#### Tip

*Use a sensor with a higher nominal (rated) force if you notice that the score changes or you receive an IO-Link event with a corresponding warning.*

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0202	0x00	ReadWrite	UInteger8T	1	Nominal Force Overload Warning	Enables/disables warnings when the nominal load (maximum capacity) is exceeded  0x00 = Disable 0x01 = Enable
0x0080	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Nominal Compressive Force	Compressive force maximum capacity
0x0081	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Nominal Tensile Force	Tensile force maximum capacity
0x0082	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Operational Compressive Force	Compressive force service load
0x0083	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Operational Tensile Force	Tensile force service load
0x0075	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Supply Voltage	Current supply voltage in volts
0x00FD	0x00	ReadOnly	UIntegerT	2	IO-Link reconnect counter	Number of IO-Link connection interruptions since start-up
0x1215	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Device Uptime Hours	Number of operating hours since start-up
0x1214	0x00	Read and Write	UInteger32T	4	Reboot Count	Number of restarts of the measurement chain

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0200	0x00	ReadOnly	UInteger32T	4	Overload Counter Compressive Force	Number of overload processes in compression
0x0201	0x00	ReadOnly	UInteger32T	4	Overload Counter Tensile Force	Number of overload processes in tension
0x0303	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Oscillation Bandwidth Percentage	Degree of consumption of the dynamic overload reserve
0x0304	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Compressive Force Max	Highest compressive force ever measured
0x0305	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Tensile Force Max	Highest tensile force ever measured

### 8.2.3.8.1 Measurement Data Information

**Lower Value:** This value indicates the start of the measuring range (lowest possible measured value). The lowest possible measured value of compression force transducers is the end of the measuring range as a negative number.

**Upper Value:** This value indicates the end of the measuring range (highest possible measured value).

**Unit code:** The IO-Link standard defines various units. Here you will find the code of the unit being used (usually Newton) as per the IO-Link standard.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x4080	0x01	ReadOnly	Float32T	4	MDC Descriptor – Lower Value	Lower limit value of the measurement data range
0x4080	0x02	ReadOnly	Float32T	4	MDC Descriptor – Upper Value	Upper limit value of the measurement data range
0x4080	0x03	ReadOnly	UIntegerT	2	MDC Descriptor – Unit Code	Current physical unit of the measurement data in the process data; see IO-Link unit codes

### 8.2.3.8.2 Temperature

Mainboard Temperature: Current temperature of the amplifier module's printed circuit board.

Processor Temperature: Current temperature of the amplifier module's processor.

Transducer Temperature: Current temperature of the sensor. This field is not displayed if your force transducer does not have a temperature sensor: C9C, U9C, U93A.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0053	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Mainboard Temperature	Current temperature of the mainboard
0x0055	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Processor Temperature	Current temperature of the processor
0x0052	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Transducer Temperature	Current temperature of the sensor

### 8.2.3.8.3 Temperature Limits

The "Temperature Limits" submenu contains a number of readable parameters indicating the limit values stored in the device for temperature monitoring purposes.

Mainboard temperature upper limit: Upper limit temperature of the amplifier's mainboard.

Mainboard temperature lower limit: Lower limit temperature of the amplifier's mainboard.

Processor temperature upper limit: Upper limit temperature of the processor.

Processor temperature lower limit: Lower limit temperature of the processor.

Temperature warning upper hysteresis: Temperature difference resulting in a warning being canceled. The temperature must drop by at least the specified value for an "Upper limit" warning to be canceled.

Temperature warning lower hysteresis: Temperature difference resulting in a warning being canceled. The temperature must rise by at least the specified value for a "Lower limit" warning to be canceled.

The following fields are not displayed if your force transducer does not have a temperature sensor: C9C, U9C, U93A.

Nominal Temperature Overload Warning: Enables/disables warnings when the temperature exceeds/falls below the nominal (rated) temperature of the transducer. Exceeding/falling below the operating temperature range always results in a warning.

Transducer nominal temperature upper limit: Upper nominal (rated) temperature of the transducer.

Transducer nominal temperature lower limit: Lower nominal (rated) temperature of the transducer.

Transducer operational temperature upper limit: Upper limit temperature of the transducer.

Transducer operational temperature lower limit: Lower limit temperature of the transducer.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0056	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Mainboard temperature	Upper limit
0x0058	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Lower limit
0x005E	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Processor temperature	Upper limit
0x005F	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Lower limit

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name	Description
0x0203	0x00	Read/Write	UInteger8T	1	Nominal Temperature Overload Warning	Enables/disables warnings when the temperature exceeds/falls below the nominal (rated) temperature of the sensor 0x00 = Disable 0x01 = Enable
0x0055	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Transducer temperature	Nominal (rated) temperature upper limit
0x0056	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Nominal (rated) temperature lower limit
0x0057	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Operating temperature upper limit
0x0058	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Operating temperature lower limit
0x005E	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Hysteresis for resetting temperature warnings
0x005F	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Lower limits	

### 8.2.3.9 Alarms (IO-LINK events)

The electronics monitors the sensor and continuously compares the mechanical and thermal stresses against the limit values of the force transducer. With thermal monitoring, they are also compared against the limit values of the electronic components.

The electronics uses a very high sample rate to evaluate the mechanical stress. Even very short force peaks are recorded, and a notification is given if the limit values are exceeded. As the output of measurement values via the IO-Link connection runs at a lower sample rate, it may be that you cannot find a force value registered as a force overshoot in the transferred measurement data.

The non-zeroed, unfiltered measured values are used to evaluate whether the nominal (rated) force/operating force has been exceeded, meaning that zeroing or filter settings have no influence on the monitoring functions.

An IO-Link event will always be generated if the parameters explained above are exceeded. The master can forward the event to the fieldbus level. The master automatically requests the event ID.

The warning of exceeding the nominal (rated) force and temperature ranges can be disabled. All other events cannot be disabled.

"Notification" events are sent once when the event occurs.

"Error" and "Warning" events remain active as long as the status that triggered them persists (e.g. electronics operating outside the temperature range). The "Error" and "Warning" events disappear as soon as this state changes to indicate that the device is operating in the permissible range again.

If the temperature error 0x4000 appears, you can check which value is outside the specification in the "Temperature Limits" menu.

Event ID	Trigger	Event type	Description
0x4000 (dec: 16384)	Temperature error processor, mainboard or sensor operating range	Error	Temperature fault – Overload Failure
0x4210 (dec: 16912)	Operation above the permissible nominal (rated) temperature range of the sensor	Warning	Temperature overrun – Clear source of heat
0x4220 (dec: 16928)	Operation below the permissible nominal (rated) temperature range of the sensor	Warning	Temperature underrun – Insulate Device
0x1801 (dec: 6145)	Nominal (rated) compressive force exceeded	Warning	Nominal force limit Exceeded – Maximum nominal compressive force limited exceeded
0x1802 (dec: 6146)	Nominal (rated) tensile force exceeded	Warning	Nominal force limit Exceeded – Maximum nominal tensile force limited exceeded
0x1803 (dec: 6147)	Operating compressive force exceeded	Error	Maximum operation compressive force limit exceeded
0x1804 (dec: 6148)	Operating tensile force exceeded	Error	Maximum operation tensile force limit exceeded



Event ID (hex)	Consumption of dynamic overload reserve	Event type	Note
0x1811	10%	Notification	If the percentage threshold value is reached, the notification event is triggered once
0x1812	20%		
0x1813	30%		
0x1814	40%		
0x1815	50%		
0x1816	60%		
0x1817	70%		
0x1818	80%		
0x1819	90%		
0x181A	100%	Warning	The warning event is activated permanently when 100% of the dynamic reserve is used up

### 8.2.3.10 System commands

The IO-Link standard defines some system commands. Further application-specific commands are added to the standard commands by the electronics.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Authorization	Data type	Data size (bytes)	Name
0x0002	0x00	Write Only	UInteger8T	1	System Command

A command is triggered by writing the assigned code to the "System Command" variable. The electronics supports the following commands:

Code	Function	See section
0x41 (dec: 65)	Teach switching point limit value switch 1	8.2.3.7.5, page 36
0x42 (dec: 66)	Teach switching point limit value switch 2	8.2.3.7.5, page 36
0x80 (dec: 128)	Device Reset	8.2.3.7.9, page 46
0x81 (dec: 129)	Application Reset	8.2.3.7.9, page 46

0x82 (dec: 130)	Restore factory settings	8.2.3.7.9, page 46
0x83 (dec: 131)	Back to box	8.2.3.7.9, page 46
0xD0 (dec: 208)	Set user-defined zero point offset to current measured value	8.2.3.7.4, page 36
0xD1 (dec: 209)	Restart recording of statistical values	8.2.3.7.8, page 44
0xD2 (dec: 210)	Set user-defined zero point offset to zero	8.2.3.7.4, page 36

### 8.2.3.11 Sources

[IO-Link] IO-Link Interface and System, Specification, Version 1.1.3 June 2019, <https://io-link.com/de/Download/Download.php>

[Smart Sensor Profile] IO-Link Profile Smart Sensors 2nd Edition, Specification, Version 1.1 September 2021, <https://io-link.com/de/Download/Download.php>

## 9 TEDS TRANSDUCER IDENTIFICATION

---

A TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) chip allows you to store the rated outputs of a sensor in a chip in accordance with IEEE 1451.4. The U9C can be supplied with TEDS, which is then mounted in the connector housing, connected and supplied with data by HBK before delivery. If the force transducer is ordered with TEDS, the characteristics values from the test record are stored in the TEDS chip and, if an additional DAkkS (national accreditation body for the Federal Republic of Germany) calibration is ordered, the calibration results are also stored in the TEDS chip.

The TEDS chip is executed in a zero-wire configuration for all connector variants. The connector wiring is then implemented such that the force transducer can be connected to the HBK measuring amplifier with a zero-wire configuration. Please note that for TEDS to function correctly, all extensions must be executed in a 6-wire configuration.

If a suitable amplifier is connected (e.g., QuantumX from HBK), then the amplifier electronics will read the TEDS chip and parameterization will follow automatically, without any intervention required by the user.

The chip content can be edited and modified with suitable hardware and software. The Quantum Assistant, or DAQ CATMAN software from HBK, can be used for this purpose, for example. Please pay attention to the operating manuals of these products.

## 10 SPECIFICATIONS

Nominal (rated) force	$F_{nom}$	N	50	100	200							
		kN				0.5	1	2	5	10	20	50
<b>Accuracy</b>												
Accuracy class			0.2									
Relative reproducibility and repeatability errors in unchanged mounting position	$b_{rg}$	%	< 0.2									
Relative reversibility error	$v$	%	< 0.2									
Non-linearity	$d_{lin}$	%	< 0.2									
Relative creep (30 min)	$d_{cr,F}$	%	< 0.2				< 0.1					
Bending moment influence at 10% $F_{nom} * 10$ mm (typical)	$d_{Mb}$	%	0.055	0.045	2.35				2.45	0.5		
<b>Temperature coefficient of sensitivity</b>												
in the nominal (rated) temperature range	$TC_S$	%/10K	0.2									
in the operating temperature range	$TC_S$	%/10K	< 0.5									
<b>Temperature coefficient of zero signal</b>												
in the nominal (rated) temperature range	$TC_0$	%/10K	< 0.2									
in the operating temperature range	$TC_0$	%/10K	< 0.50									
<b>Rated electrical output</b>												
Nominal (rated) output	$C_{nom}$	mV/V	1									
Tolerance range of zero signal	$d_{s,0}$	mV/V	$\pm 0.2$									
Sensitivity error	$d_c$	%	$< \pm 1$ tension, $< \pm 2$ pressure									

Nominal (rated) force	F <sub>nom</sub>	N	50	100	200							
		kN				0.5	1	2	5	10	20	50
Rated output variation for tension/pressure	d <sub>zd</sub>	%	< 2									
Input resistance	R <sub>e</sub>	Ω	250 - 400			300 - 450						
Output resistance	R <sub>a</sub>	Ω	200 - 400			145 - 450						
Insulation resistance	R <sub>ISO</sub>	Ω	> 1*10 <sup>9</sup>									
Operating range of the excitation voltage	B <sub>u,gt</sub>	V	0.5...12									
Reference excitation voltage	U <sub>ref</sub>	V	5									
Connection			4-wire circuit									
<b>Temperature</b>												
Reference temperature	t <sub>ref</sub>	°C	23									
Nominal (rated) temperature range	B <sub>t,nom</sub>	°C	-10...+70									
Operating temperature range	B <sub>t,g</sub>	°C	-30...+85									
Storage temperature range	B <sub>t,S</sub>	°C	-30...+85									
<b>Characteristic mechanical quantities</b>												
Max. operating force	F <sub>G</sub>	% of F <sub>nom</sub>	200			150						
Force limit	F <sub>L</sub>		> 200			> 150						
Breaking force	F <sub>B</sub>		> 400									
Torque limit	M <sub>G</sub>	Nm	1.7	3.4	2.5	3.7	4.5	28	23	11	11	35
Limit bending moment when loading with nominal (rated) force	M <sub>b perm.</sub>	Nm	0.17	0.7	1.5	3.7	3.8	10.2	14.4	8.2	8.6	28.5
Static lateral limit force when loaded with nominal (rated) force	F <sub>q</sub>	% of F <sub>nom</sub>	100				50	100	50	18	6	8
Nominal (rated) displacement	s	mm	0.008			0.018			0.03	0.05	0.09	0.14
Natural frequency	f <sub>G</sub>	kHz	6.5	9.1	12.6	15.3	15.9	13.2	14.5	14.6	14.6	7.2

Nominal (rated) force	$F_{nom}$	N	50	100	200							
		kN				0.5	1	2	5	10	20	50
Relative vibrational stress	$F_{rb}$	% of $F_{nom}$	70			80						70
<b>Maximum impact load to ICE 60068-2-6</b>												
Number			1,000									
Duration		ms	3									
Acceleration		$m/s^2$	1,000									
<b>Vibrational stress as per IEC 60068-2-27</b>												
Frequency range		Hz	5 ... 65									
Duration		min	30									
Acceleration		$m/s^2$	150									
<b>General information</b>												
Degree of protection as per EN 60529			IP67									
Spring element material			Steel									
Potting material			Silicone									
Cable			Four-wire circuit, PUR insulation									
Cable length		m	1.5; 3; 5; 6; 7; 12									
Weight		g	75	100							400	

### Inline amplifier VA1, VA2

Module type		VA1	VA2
<b>Accuracy</b>			
Accuracy class	%	0.15	
Effect of temperature on amplification	%	0.10	
Relative linearity error	%	0.01	
Effect of temperature on zero point	%	0.15	
<b>Rated electrical output</b>			
Output signal		0 ... 10 V	4 ... 20 mA
Nominal (rated) output		10 V	16mA
Sensitivity tolerance		$\pm 0.1$ V	$\pm 0.16$ mA
Zero signal		5 V	12mA

Module type		VA1	VA2
Output signal range		-0.3 ... 11 V	3 ... 21 mA
Cut-off frequency (-3 dB)	kHz	2	
Supply voltage	V	19 ... 30	
Nominal (rated) voltage	V	24	
Maximum current consumption	mA	15	30
<b>Temperature</b>			
Nominal (rated) temperature range	°C	-10...+50	
Operating temperature range	°C	-20...+60	
Storage temperature range	°C	-25...+85	
Reference temperature	°C	23	
<b>Maximum impact load to ICE 60068-2-6</b>			
Number		1,000	
Duration	ms	3	
Acceleration	m/s <sup>2</sup>	1,000	
<b>Vibrational stress as per IEC 60068-2-27</b>			
Frequency range	Hz	5 ... 65	
Duration	min	30	
Acceleration	m/s <sup>2</sup>	150	
<b>General information</b>			
Housing material		Aluminum	
Weight without cable	g	125	
Maximum cable length for supply voltage/output signal	m	30	
Degree of protection as per EN 60529		IP67	

### Inline amplifier VAIO

Module type		VAIO
<b>Accuracy</b>		
Accuracy class		0.01
Effect of temperature on amplification	%/10K	0.01

Module type		VAIO
Effect of temperature on zero point	%/10K	0.01
<b>Rated electrical output</b>		
Output signal; interface		COM3, as per IO-Link standard, class A
Min. cycle (max. output rate)	ms	0.9
Sample rate (internal)	S/s	40000
Cut-off frequency (-3 dB)	kHz	4
Reference supply voltage	V	24
Supply voltage range	V	19 - 30
Max. power consumption	mW	3200
Noise	ppm of nominal (rated) force	With 1 Hz Bessel filter: 25 With 10 Hz Bessel filter: 63 With 100 Hz Bessel filter: 195 With 200 Hz Bessel filter: 275 No filter: 3020
<b>Filter</b>		
Low-pass filter		Infinitely adjustable cut-off frequency, Bessel or Butterworth characteristics, 6th order
<b>Device functions</b>		
Limit value switches		2 limit value switches. Invertible, adjustable hysteresis. Output via process data or digital output
Digital IO		After IO-Link smart sensor profile, 1 permanently available digital output, 1 output can be assigned to the data output, no measurement is then possible
Trailing pointer function		Yes
Peak value memory		Yes
Peak-peak memory		Yes
Warning functions		Warning about exceeding the nominal (rated) force/operating force; nominal (rated) temperature/operating temperature



Module type		VAIO
<b>Temperature</b>		
Nominal (rated) temperature range	°C	-10 ... +50
Operating temperature range	°C	-10 ... +60
Storage temperature range	°C	-25... +85
Reference temperature	°C	23
<b>Maximum impact load to ICE 60068-2-6</b>		
Number		1000
Duration	ms	3
Acceleration	m/s <sup>2</sup>	1000
<b>Maximum vibrational stress as per IEC 60068-2-27</b>		
Frequency range	Hz	5 ... 65
Duration	min	30
Acceleration	m/s <sup>2</sup>	150

# 11 DIMENSIONS

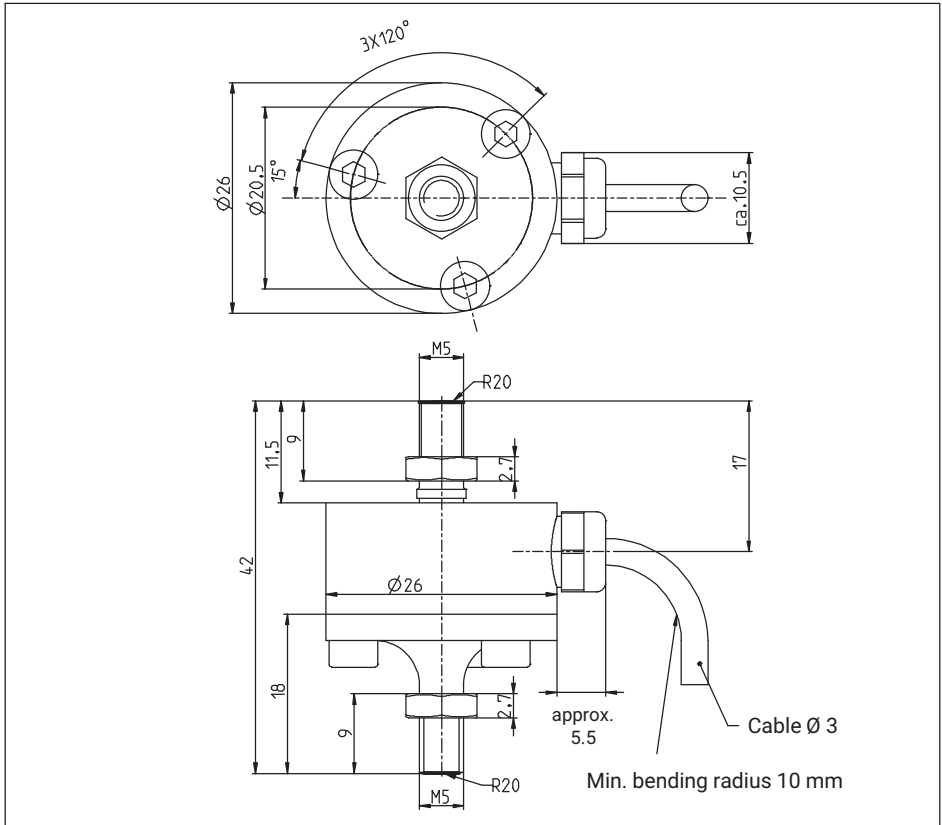


Fig. 11.1 Dimensions of U9C with nominal (rated) forces 50 N, 100 N and 200 N

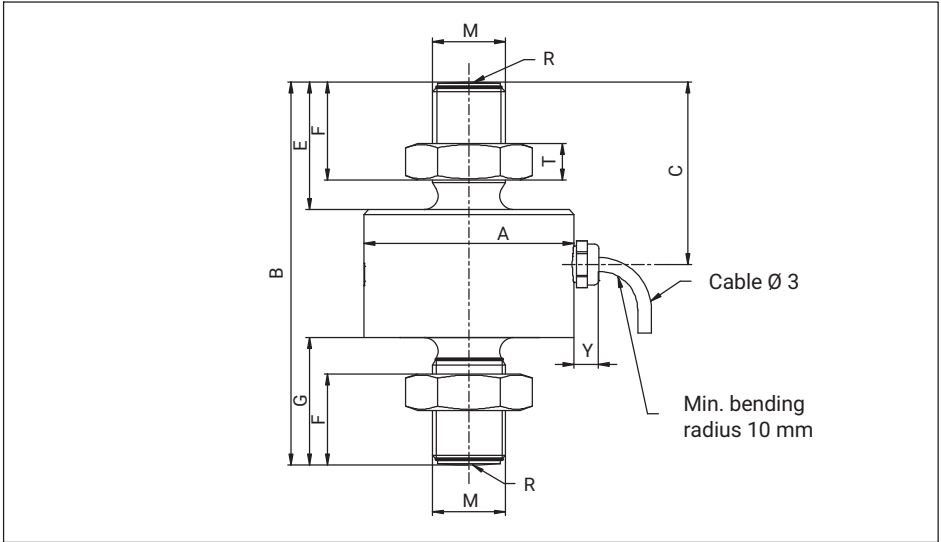


Fig. 11.2 Dimensions of U9C 0.5 kN to 50 kN

Nominal (rated) force of U9C	A <sub>0.1</sub>	B	C	E	F	G	M	R	Y	T
	[mm]									
0.5 kN to 1kN	26	44.5	20.5	13	9.5	13.5	M5	20	approx. 5.5	2.7
2 kN to 20 kN	26	60	28.5	21	16	21	M10	40	approx. 5.5	5
50 kN	46	84	40	28	21.5	28	M16x1.5	80	approx. 5.5	8

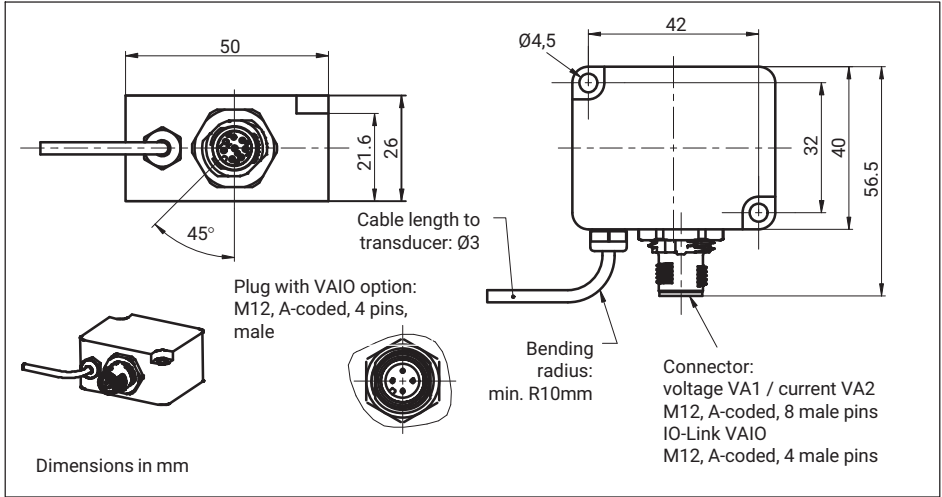


Fig. 11.3 Dimensions of inline amplifier module

**Knuckle eyes (to be ordered separately)**

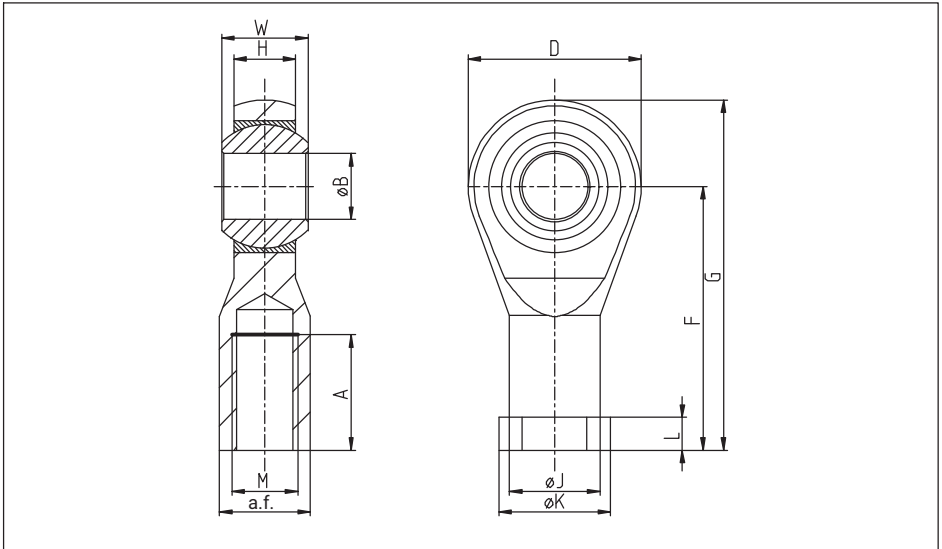


Fig. 11.4 Knuckle eyes for U9C

Nominal (rated) forces	Ordering number	A	B <sup>H7</sup>	D	F	G	H	J	K	L	M	a.f.	W
		[mm]											
50 N to 1 kN	1-Z8/ 100kg/ ZGW	10	5	18	27	36	6	9	11	4	M5	9	8
2 kN to 20 kN	1-U9/ 20KN/ ZGWR	20	10	28	43	57	10.5	15	19	6.5	M10	17	14
50 kN	1-U9a/ 50kN/ ZGW	28	16	42	64	85	15	22	27	8	M16x1.5	22	21

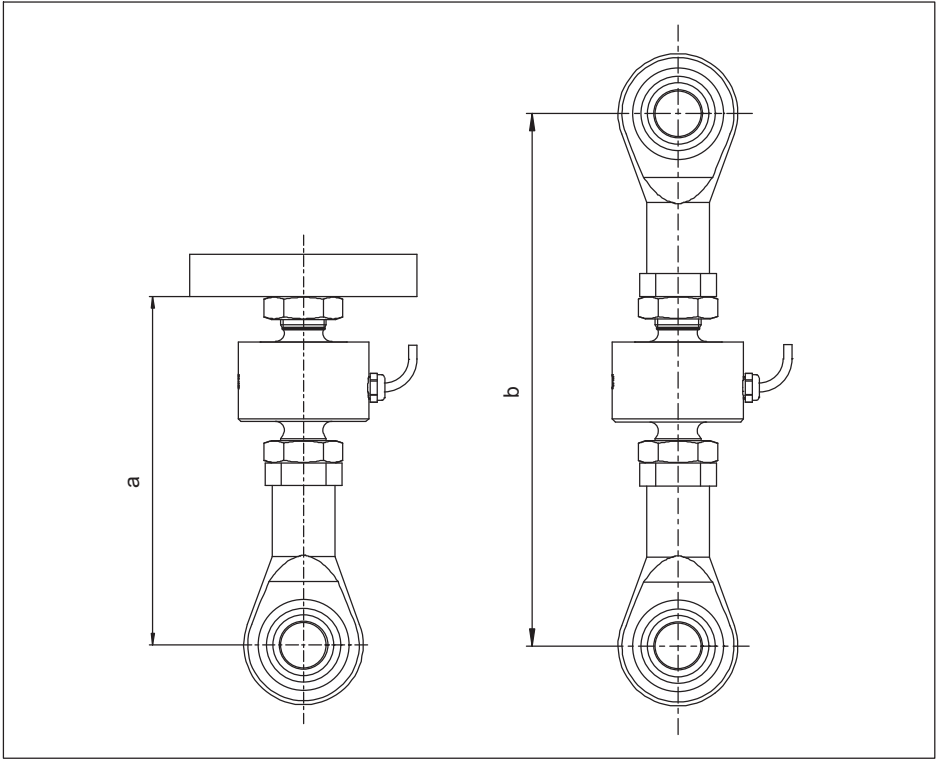


Fig. 11.5 U9C dimensions when using one or two knuckle eyes.

Nominal (rated) force	$a_{\min}$	$a_{\max}$	$b_{\min}$	$b_{\max}$
	[mm]			
50 ... 20 N	55	59	82	86
0.5 ... 1 kN	56	61	83	88
2 ... 20 kN	79	82	122	125
50 kN	116	116	180	180

Tab. 11.1 Mounting dimensions of the U9C when using knuckle eyes

ENGLISH    DEUTSCH

## Montageanleitung



# U9C

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>1</b>	<b>Sicherheitshinweise</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Verwendete Kennzeichnungen</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Lieferumfang, Konfigurationen, Zubehör</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Allgemeine Anwendungshinweise</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Aufbau und Wirkungsweise</b> .....	<b>11</b>
5.1	Aufnehmer .....	11
5.2	DMS-Abdeckung .....	11
5.3	Option fest angeschlossenes Verstärkermodul .....	11
<b>6</b>	<b>Bedingungen am Einsatzort</b> .....	<b>13</b>
6.1	Umgebungstemperatur .....	13
6.2	Feuchtigkeits- und Korrosionsschutz .....	13
6.3	Ablagerungen .....	13
<b>7</b>	<b>Mechanischer Einbau</b> .....	<b>14</b>
7.1	Wichtige Vorkehrungen beim Einbau .....	14
7.2	Allgemeine Einbaurichtlinien .....	14
7.3	Montage der U9C .....	15
7.3.1	Montage mit Zug- und Druckstäben .....	15
7.3.2	Montage mit Gelenkösen .....	16
<b>8</b>	<b>Elektrischer Anschluss</b> .....	<b>21</b>
8.1	Anschluss an Messverstärker ohne fest angeschlossenes Verstärkermodul	21
8.1.1	Allgemeine Hinweise .....	21
8.1.2	Kabelverlängerung und Kabelkürzung .....	21
8.1.3	EMV-Schutz .....	22
8.2	Elektrischer Anschluss Messverstärker mit Verstärkermodul .....	22
8.2.1	Allgemeine Hinweise .....	22
8.2.2	Integrierte Verstärker mit analogem Spannungs- oder Stromausgang (VA1 und VA2) .....	23
8.2.3	Integrierte Verstärker mit IO-LINK-Schnittstelle (VAIO) .....	25
<b>9</b>	<b>Aufnehmer-Identifikation TEDS</b> .....	<b>58</b>
<b>10</b>	<b>Technische Daten</b> .....	<b>59</b>
<b>11</b>	<b>Abmessungen</b> .....	<b>65</b>



## **Bestimmungsgemäßer Gebrauch**

Die Kraftaufnehmer der Typenreihe U9C sind ausschließlich für die Messung statischer und dynamischer Zug- und 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 für den 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
- Grenzbiege- und Grenzdrehmomente
- Bruchkräfte
- Zulässigen dynamischen Belastungen
- Temperaturgrenzen
- Elektrische Belastungsgrenzen

Beachten Sie bei der Zusammenschaltung mehrerer Kraftaufnehmer, dass die Last/Kraftverteilung nicht immer gleichmäßig ist. In diesem Fall besteht die Gefahr, dass ein einzelner Kraftaufnehmer überlastet ist, obwohl die Gesamtkraft aller zusammengeschalteter Kraftaufnehmer noch nicht erreicht ist.

## **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 worden sind. Beachten Sie hierzu den Abschnitt „Belastbarkeitsgrenzen“ und die technischen Daten.

## **Unfallverhütung**

Obwohl die angegebene Bruchkraft im Zerstörungsbereich ein Mehrfaches vom Messbereichsendwert beträgt, müssen die einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften berücksichtigt werden.

## **Zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen**

Die Kraftaufnehmer können (als passive Aufnehmer oder als Sensoren mit fest angeschlossener Elektronik) 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 einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften genügen (z.B. automatische Notabschaltung, Überlastsicherung, 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 bestimmungsgemäßen Gebrauch der Kraftaufnehmer, bei Nichtbeachtung der Montageanleitung, dieser Sicherheitshinweise oder einschlägiger Sicherheitsvorschriften (Unfallverhütungsvorschriften der BG) beim Umgang mit den Kraftaufnehmern, können die Kraftaufnehmer beschädigt oder zerstört werden. Insbesondere bei Überlasten kann es zum Bruch eines Kraftaufnehmers kommen. Durch den Bruch eines Kraftaufnehmers können 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 Montageanleitung außer Acht gelassen, kann es ferner zum Ausfall oder zu Fehlfunktionen der Kraftaufnehmer kommen, mit der Folge, dass (durch auf die Kraftaufnehmer einwirkende oder durch diese überwachte Lasten) Menschen oder Sachen zu Schaden kommen.

Der Leistungs- und Lieferumfang des Aufnehmers deckt nur einen Teilbereich der Kraftmesstechnik ab, da Messungen mit (resistiven) DMS-Sensoren eine elektronische Verstärkung voraussetzen und Messketten eine weitere Signalverarbeitung benötigen. Dies gilt auch für die Varianten mit fest angeschlossenen Verstärkermodul. Sicherheitstechnische Belange der Kraftmesstechnik sind grundsätzlich 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 resultierende Schäden aus.

## **Wartung**

Kraftaufnehmer der Serie U9C sind wartungsfrei. Wir empfehlen eine regelmäßige Rekalibrierung.

## **Entsorgung**

Nicht mehr gebrauchsfähige Aufnehmer sind gemäß den nationalen und örtlichen Vorschriften für Umweltschutz und Rohstoffrückgewinnung getrennt vom regulären 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 und Betrieb des Produktes vertraut sind und über die ihrer Tätigkeit entsprechenden Qualifikationen verfügen.

Dazu zählen Personen, die mindestens eine der drei Voraussetzungen erfüllen:






- Ihnen sind die Sicherheitskonzepte der Automatisierungstechnik bekannt und Sie sind als Projektpersonal damit vertraut.
- Sie sind Bedienpersonal der Automatisierungsanlagen und im Umgang mit den Anlagen unterwiesen. Sie sind mit der Bedienung der in dieser Dokumentation beschriebenen Geräten und Technologien vertraut.
- Sie sind Inbetriebnehmer oder für den Service eingesetzt und haben eine Ausbildung absolviert, die Sie zur Reparatur der Automatisierungsanlagen befähigt. Außerdem haben Sie die 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

Wichtige Hinweise für Ihre Sicherheit sind besonders gekennzeichnet. Beachten Sie diese Hinweise unbedingt, um Unfälle und Sachschäden 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>Tip</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, KONFIGURATIONEN, ZUBEHÖR

---

### Lieferumfang

- Kraftaufnehmer U9C
- Montageanleitung U9C
- Prüfprotokoll

### Konfigurationen

Die Kraftaufnehmer sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

#### 1. Nennkraft

Der Kraftaufnehmer C9C wird in folgenden Nennkräften (Messbereichen) angeboten:

50 N	Code 050N
100 N	Code 100N
200 N	Code 200N
0,5 kN	Code 00K5
1 kN	Code 01K0
2 kN	Code 02K0
5 kN	Code 05K0
10 kN	Code 10K0
20 kN	Code 20K0
50 kN	Code 50K0

#### 2. Kabellänge

Die U9C ist in der Standardversion mit einem Kabel von 1,5 m ausgestattet. Sie können den Kraftaufnehmer auch mit den folgenden Kabellängen bestellen:

1,5 m	Code 01m5
3 m	Code 03m0
5 m	Code 05m0
6 m	Code 06m0
7 m	Code 07m0
12 m	Code 12m0

#### 3. Elektrischer Anschluss

Auf Wunsch montieren wir einen der folgenden Stecker an die U9C:

Freie Enden, kein Verstärker	Code Y
15-poliger Sub-D-Stecker für MGC+, Scout, MP85 und weitere HBK-Verstärker	Code F
Stecker MS3106PEMV für ältere HBK-Messverstärker, z.B. DK38	Code N

15-poliger Sub-HD-Stecker für HBK-System QuantumX, z.B. MX840	Code Q
8-poliger M12-Stecker passend zu den Messverstärkern digiBOX und DSE	Code M
Mit Inline-Verstärker 0...10 V	Code VA1
Mit Inline-Verstärker 4...20 mA	Code VA2
Mit Inline-Verstärker IO-Link	Code VAIO

Bei der Bestellung eines der Inline-Verstärkermodule, stehen nur Kabellängen von 1,5 m und 3 m zur Verfügung.

#### 4. TEDS

Sie können den Kraftaufnehmer mit einer Aufnehmeridentifikation („TEDS“) bestellen. TEDS (Transducer Electronic Data Sheet) ermöglicht Ihnen, die Aufnehmerdaten (Kennwerte) in einem Chip zu hinterlegen, der von dem angeschlossenen Messgerät (entsprechender Messverstärker vorausgesetzt) ausgelesen wird. HBK beschreibt den TEDS bei Auslieferung, so dass keine Parametrierung des Verstärkers notwendig ist.

TEDS können an die U9C nur im Stecker montiert werden, deshalb kann die Ausführung „mit freien Kabelenden“ nicht mit TEDS ausgestattet werden. Die Versionen mit fest verbundener Verstärkerelektronik können nicht mit der Option TEDS verbunden werden.

Mit TEDS	Code T
Ohne TEDS	Code S

#### 5. Firmware

Wenn Sie die U9C mit der Option VAIO bestellen, so wird die Messkette immer mit der neuesten Firmware ausgeliefert. Sie können das Verstärkermodul auch mit einer älteren Firmware bestellen.

Keine Firmware für Sensoren mit analogem Ausgangssignal	Code N
Firmware 1.2.6	Code IO01
Firmware 2.0.0	Code IO02
Firmware 2.0.8	Code IO03

## Zubehör (nicht im Lieferumfang enthalten)

Beschreibung	Bestellnummer
KAB168-5, PUR-Anschlusskabel mit M12-Buchse 8-polig, 5 m lang, Gegenseite mit freien Enden. Zur Verbindung des Verstärkermoduls mit nachfolgender Elektronik. Nicht geeignet zur Verwendung mit der IO-Link Schnittstelle.	1-KAB168-5
KAB168-20, PUR-Anschlusskabel mit M12-Buchse 8-polig, 20 m lang, Gegenseite mit freien Enden. Zur Verbindung des Verstärkermoduls mit nachfolgender Elektronik. Nicht geeignet zur Verwendung mit der IO-Link Schnittstelle.	1-KAB168-20
Erdungskabel 400 mm lang	1-EEK4
Erdungskabel 600 mm lang	1-EEK6
Erdungskabel 800 mm lang	1-EEK8
Gelenköse für Nennkräfte 50 N ... 1 kN	1-Z8/100kg/ZGW
Gelenköse für Nennkräfte 2 kN ... 20 kN	1-U9/20kN/ZGWR
Gelenköse für Nennkraft 50 kN	1-U9a/50kN/ZGW

## 4 ALLGEMEINE ANWENDUNGSHINWEISE

---

Die Kraftaufnehmer sind zur Messung von Zug- und Druckkräften geeignet. Sie messen statische und dynamische Kräfte mit hoher Genauigkeit und verlangen daher umsichtige Handhabung. Besondere Aufmerksamkeit erfordert Transport und Einbau. Stöße und Stürze können zu permanenten Schäden am Aufnehmer führen.

Die Kraftaufnehmer der Serie U9C zwei Außengewinde auf, in die die zu messenden Kräfte eingeleitet werden müssen.

Die Grenzen der zulässigen mechanischen, thermischen und elektrischen Beanspruchungen sind im Kapitel 10, den technischen Daten, auf Seite 59 aufgeführt. Bitte beachten Sie diese unbedingt bei der Planung der Messanordnung, beim Einbau und letztendlich im Betrieb.



## 5 AUFBAU UND WIRKUNGSWEISE

### 5.1 Aufnehmer

Der Messkörper ist ein Verformungskörper aus Stahl, auf dem Dehnungsmessstreifen (DMS) installiert sind. Unter Einfluss einer Kraft wird der Messkörper verformt, so dass an den Stellen, an denen die Dehnungsmessstreifen installiert sind eine Verformung entsteht. Die DMS sind so angebracht, dass unter Einfluss einer Kraft zwei gedehnt und zwei gestaucht werden. Die Dehnungsmessstreifen sind zu einer Wheatstonschen Brückenschaltung verdrahtet. Sie ändern proportional zur 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 eingeleiteten Kraft. Die Anordnung der DMS ist so gewählt, dass parasitäre Kräfte und Momente (z.B. Querkräfte und Exzentrizitätseinflüsse) sowie Temperatureinflüsse weitestgehend kompensiert werden.

### 5.2 DMS-Abdeckung

Zum Schutz der DMS verfügen die Kraftaufnehmer über dünne Abdeckbleche, die am Boden und bei den Versionen mit einer Nennkraft von bis zu 200N auf der Oberseite eingeschweißt sind. Diese Methode bietet einen sehr guten Schutz gegen Umwelteinflüsse, so dass die U9C die Schutzklasse IP67 erreicht. Um die Schutzwirkung nicht zu gefährden, dürfen die Bleche keinesfalls entfernt oder beschädigt werden.

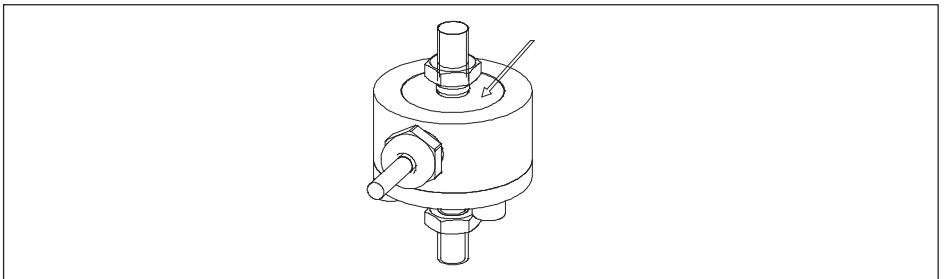


Abb. 5.1 Bei den Nennkräften 50N, 100N und 200N darf das dünne Blech auf der Oberseite nicht zerstört werden, gleiches gilt für das Blech auf der Unterseite aller Kraftaufnehmer.

### 5.3 Option fest angeschlossenes Verstärkermodul

Optional können die Sensoren mit einem Inline-Verstärker bestellt werden. Dieses Verstärkermodul versorgt die Brückenschaltung der Sensoren mit einer geeigneten Versorgungsspannung und wandelt das kleine Ausgangssignal der Kraftaufnehmer rausch-arm in ein Spannungssignal 0 ... 10 V (VA1) oder in ein Stromsignal 4 ... 20 mA (VA2). Die Lieferung erfolgt dann als Messkette und das Prüfprotokoll beschreibt den Zusammenhang zwischen der Eingangsgröße Kraft und dem Ausgangssignal in V oder mA.

Weiterhin können Sie den Kraftaufnehmer mit einem Inline-Verstärker mit IO-Link Schnittstelle bestellen (VAIO). Die Lieferung erfolgt dann als Messkette und das Prüfprotokoll beschreibt den Zusammenhang zwischen der Eingangsgröße Kraft und dem Ausgangssignal in V oder mA.

## 6 BEDINGUNGEN AM EINSATZORT

---

Die Kraftaufnehmer der Serie U9C sind aus rostfreien Materialien hergestellt. Trotzdem ist es wichtig, den Aufnehmer vor Witterungseinflüssen zu schützen, z.B. Regen, Schnee, Eis und Salzwasser.

### 6.1 Umgebungstemperatur

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

Um optimale Messergebnisse zu erzielen, müssen Sie den Nenntemperaturbereich einhalten. Die Kompensation des Temperatureinflusses auf den Nullpunkt ist mit großer Sorgfalt ausgeführt, jedoch können sich Temperaturgradienten negativ auf die Nullpunktstabilität auswirken. Deshalb sind konstante, oder sich langsam ändernde Temperaturen günstig. Ein Strahlungsschild und allseitige Wärmedämmung bewirken merkliche Verbesserungen. Sie dürfen jedoch keinen Kraftnebenschluss bilden, d.h. die geringfügige Bewegung des Kraftaufnehmers darf nicht behindert werden.

### 6.2 Feuchtigkeits- und Korrosionsschutz

Die Kraftaufnehmer sind hermetisch gekapselt und deshalb sehr unempfindlich gegen Feuchtigkeit. Die Aufnehmer erreichen die Schutzklasse IP67.

Trotz der sorgfältig ausgeführten Kapselung ist es sinnvoll, die Aufnehmer gegen dauerhafte Feuchtigkeitseinwirkung zu schützen.

Die Kraftaufnehmer müssen gegen Chemikalien geschützt werden, die den Stahl angreifen.

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

Das Gehäuse der Inline-Verstärker besteht aus Aluminium und erfüllt wie der Sensor die Anforderungen der Schutzart IP67. Wir empfehlen, das Verstärkergehäuse vor dauerhaftem Witterungseinfluss zu schützen.

### 6.3 Ablagerungen

Staub, Schmutz und andere Fremdkörper dürfen sich nicht so ansammeln, dass sie einen Teil der Messkraft um den Kraftaufnehmer herum leiten und dadurch den Messwert verfälschen. (Kraftnebenschluss). Bedenken Sie auch, dass das Anschlusskabel bei den kleinen Nennkräften (<1 kN) so zu verlegen ist, dass es keinen Kraftnebenschluss bildet.

### 7.1 Wichtige Vorkehrungen beim Einbau

- Behandeln Sie den Aufnehmer schonend
- Beachten Sie, dass die Krafteinleitungsteile, die Sie an den Sensor montieren, so ausgelegt sind, dass sie den zu messenden Kräften standhalten können.
- 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 das hochflexible Erdungskabel EEK in verschiedenen Längen an, das oberhalb und unterhalb des Aufnehmers angeschraubt wird.
- Stellen Sie sicher, dass der Aufnehmer nicht überlastet wird.

Die Kabelbefestigungsseite des Aufnehmers sollte immer direkt mit den starren kunden-seitigen Kraftausleitungsbereich verbunden sein. Achten Sie darauf, dass das Kabel so verlegt wird, dass kein Kraftnebenschluss durch das Kabel verursacht wird.

#### 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, sowie für Personen, die sich in der Umgebung aufhalten.*

Treffen Sie geeignete Sicherungsmaßnahmen zur Vermeidung einer Überlastung (siehe auch technische Daten Kapitel 10, Seite 59) oder zur Sicherung der sich daraus ergebenden Gefahren.

---

### 7.2 Allgemeine Einbaurichtlinien

Die zu messenden Kräfte müssen möglichst genau in Messrichtung auf den Aufnehmer wirken. Drehmomente, aus einer Querkraft resultierende Biegemomente und außermittige Belastungen, sowie Querkräfte selbst, können zu Messfehlern führen und bei Überschreitung der Grenzwerte den Aufnehmer zerstören.

Außermittige Belastungen führen zu einer Biegemomentbelastung. Das Biegemoment kann errechnet werden, in dem Sie eingeleitete Kraft mit der Exzentrizität multiplizieren:

$$M_b = F \cdot e$$

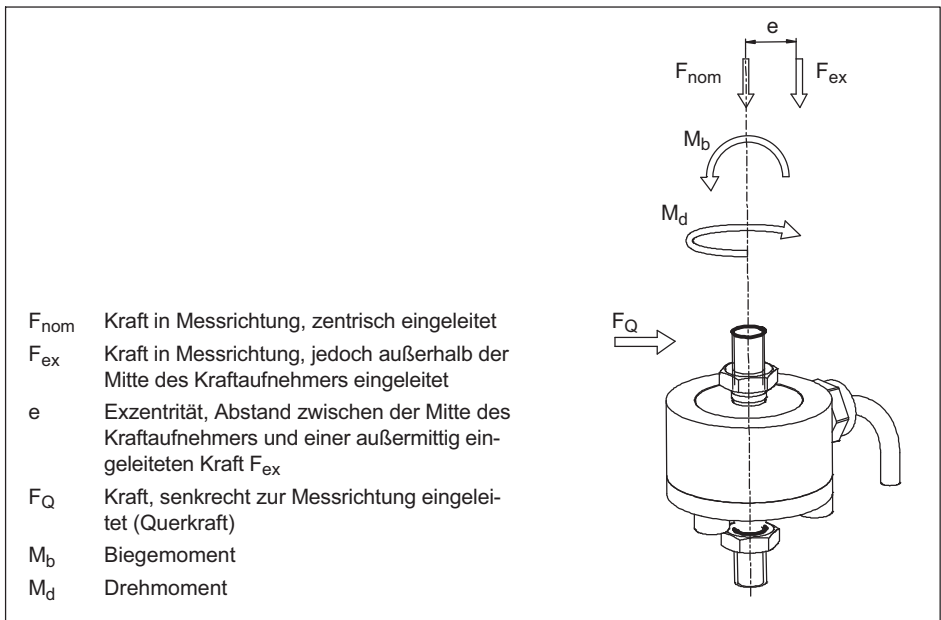


Abb. 7.1 Parasitäre Kräfte und Momente

### Hinweis

Beachten Sie beim Einbau und während des Betriebs des Aufnehmers die maximalen parasitären Kräfte – Querkräfte (durch Schiefeinleitung), Biegemomente (durch außermittige Kräfteinleitung) und Drehmomente, siehe Technische Daten Kapitel 10, und die maximale zulässige Belastbarkeit der verwendeten (eventuell kundenseitigen) Kräfteinleitungsteilen. Beachten sei ebenfalls die maximalen Belastbarkeit der verwendeten Einbauteile, sowie Zug/Druckstäbe, Schrauben und Gelenkösen.

## 7.3 Montage der U9C

### 7.3.1 Montage mit Zug- und Druckstäben

Bei dieser Montagevariante wird der Aufnehmer mittels Zug-/Druckstäben an ein Konstruktionselement montiert und kann Zug- und Druckkräfte messen. Auch Wechsellasten werden korrekt erfasst, wenn der Aufnehmer ohne axiales Spiel montiert ist. Für dynamische Wechsellasten müssen die oberen und unteren Gewindeanschlüsse bis über die maximale zu messende Kraft vorgespannt und dann gekontert werden.

1. Einbau und Kontern mittels Vorspannung (für dynamische Belastung):
  - Kontermutter aufschrauben und Anschlussgewinde anschrauben
  - Aufnehmer auf 110% der Betriebslast in Zugrichtung vorspannen. Zur Messung dieser Kraft kann der Aufnehmer selbst verwendet werden.
  - Kontermutter handfest anziehen
  - Aufnehmer entlasten

### Hinweis

Wenn das Drehmoment zum Kontern durch den Aufnehmer geleitet wird, ist darauf zu achten, dass das maximale Drehmoment nicht überschritten wird. Siehe techn. Daten.

---

## 2. Montage mittels Kontern

Schrauben Sie die Lasteinleitungsteile an, und kontern sie mit einem Drehmoment gemäß der Tabelle unten.

### Hinweis

Da die Vorspannung auch von der Reibung zwischen Kontermutter und Gewinde abhängt, lässt sich mit dieser Methode die Vorspannung nicht ganz korrekt einstellen. Bei Verwendung des Kraftaufnehmers unter hohen Wechsellasten empfehlen wir daher die Montage nach Methode 1 (Einbau und Kontern mittels Vorspannung).

---

Nennkraftbereich	Drehmoment [Nm]
50 N ... 1 kN	8
2 kN ... 20 kN	40
50 kN	200

### 7.3.2 Montage mit Gelenkösen

Gelenkösen verhindern die Einleitung von Torsionsmomenten und – bei Verwendung von zwei Gelenkösen – auch von Biegemomenten sowie Quer- und Schrägbelastungen. Sie eignen sich insbesondere für statische und quasistatische Messungen. Bei dynamischen Wechsellasten empfehlen wir Zug-/Druckstäbe, die biegeweich ausgeführt sind.

Die Montage mit Gelenkösen erfolgt für Lasten wie die Montage mit Zug-/Druckstäben. Bei statischen und quasistatischen Anwendungen können Gelenkösen ohne Kontern eingesetzt werden.

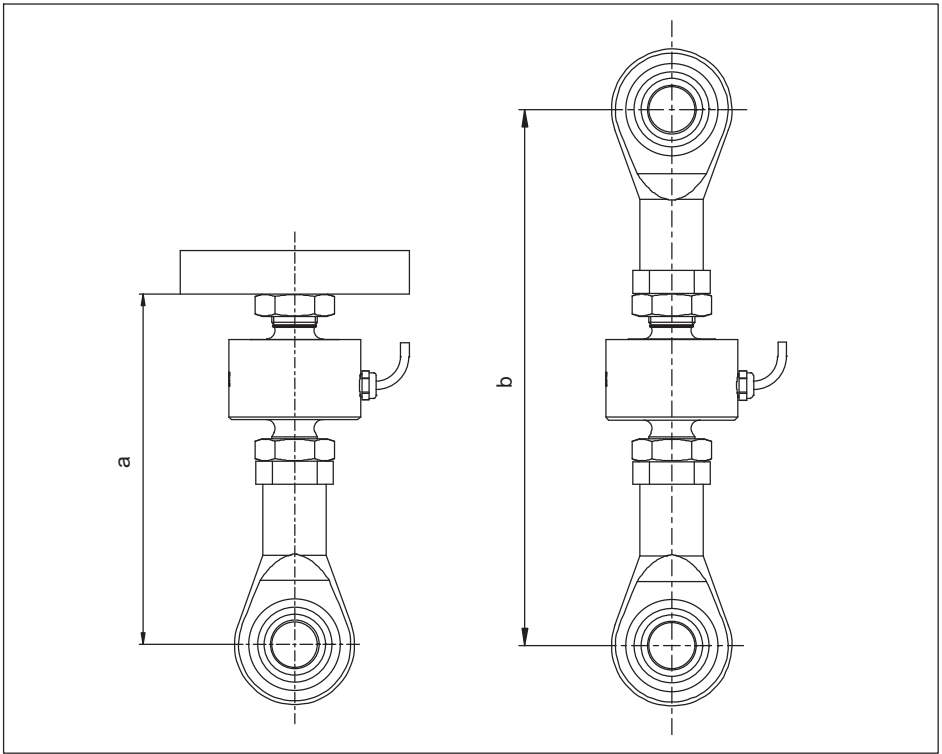


Abb. 7.2 Abmessungen der U9C bei Verwendung von einer oder zwei Gelenkösen.

Nennkraft	$a_{\min}$	$a_{\max}$	$b_{\min}$	$b_{\max}$
	[mm]			
50 ... 20 N	55	59	82	86
0,5 ... 1 kN	56	61	83	88
2 ... 20 kN	79	82	122	125
50 kN	116	116	180	180

Tab. 7.1 Einbaumaße der U9C bei Verwendung von Gelenkösen

### 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 der folgenden Tabelle finden Sie die Durchmesser der Gelenkösen und der passenden Wellen mit ihren jeweils empfohlenen Toleranzen.

Gelenkösen	Nenndurchmesser	Passung Bohrung	Empfohlene Passung Welle
1-Z8/100kg/ZGW	5	H7	g6
1-U9/20kg/ZGWR	10		
1-U9a/50kg/ZGW	16		

Tab. 7.2 Empfohlene Passungen/Toleranzen für Welle und Bohrung

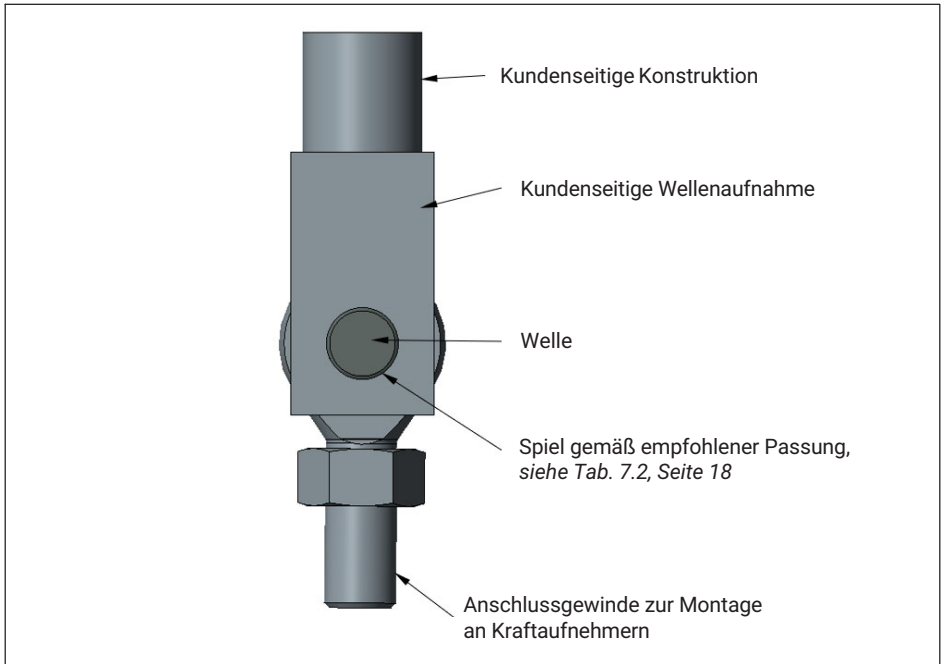


Abb. 7.3 Beispielhafte Darstellung Montage mit Gelenköse

**⚠ 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 Verformungen belasten 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

Tab. 7.3 Gelenköse-Wellenlagerung-Spiel

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

Gelenköse	Gelenkösen-Wellenlagerung-Spiel
1-Z8/100kg/ZGW	0,5 mm
1-U9/20kg/ZGWR	1 mm
1-U9a/50kg/ZGW	1,6 mm

Tab. 7.4 Empfehlungen für Gelenkösen-Wellenlagerung-Spiel

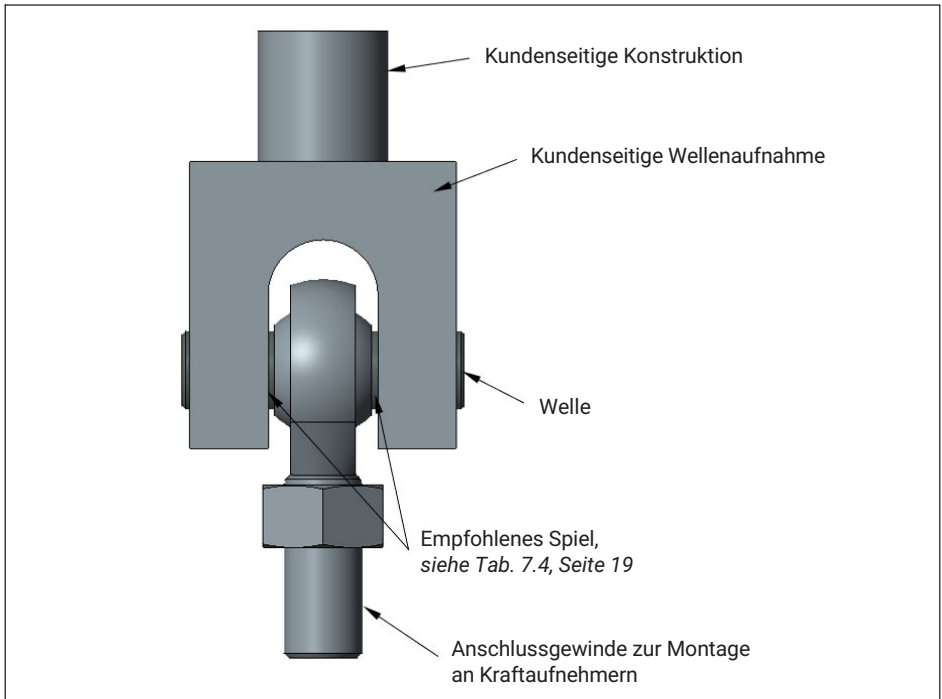


Abb. 7.4 Beispielhafte Darstellung Montage mit Gelenköse

### 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.

## 8 ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

### 8.1 Anschluss an Messverstärker ohne fest angeschlossenes Verstärkermodul

Die U9C gibt als Kraftaufnehmer auf Basis von Dehnungsmesstreifen ein Signal in mV/V aus. Es ist ein Verstärker zur Signalverarbeitung nötig. Es können alle Gleichspannungsverstärker und Trägerfrequenzverstärker verwendet werden, die für DMS - Messsysteme ausgelegt sind.

Die Kraftaufnehmer werden in Vierleiterschaltung ausgeführt.

#### 8.1.1 Allgemeine Hinweise

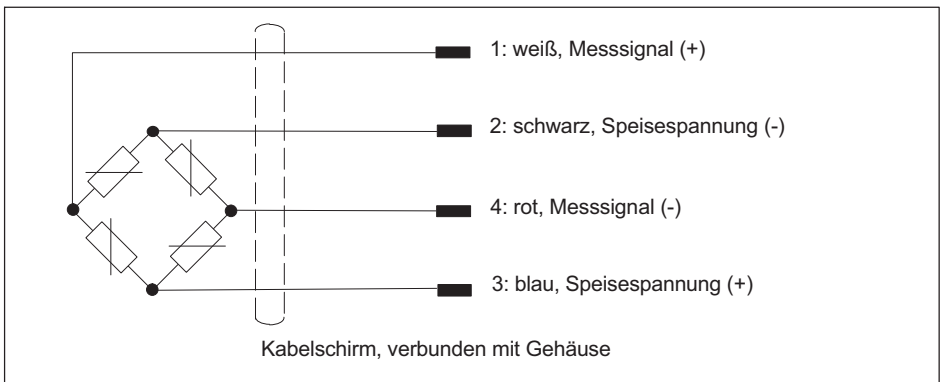


Abb. 8.1 Anschlussbelegung und Farbcode

Bei dieser Anschlussbelegung ist bei Belastung in Druckrichtung das Ausgangssignal positiv. Wünschen Sie ein negatives Ausgangssignal in Druckrichtung, so vertauschen Sie die rote und weiße Ader.

Der Schirm des Anschlusskabels ist mit dem Aufnehmergehäuses verbunden. Nutzen Sie nicht die fertig konfektionierten Kabel von HBK, so legen Sie bitte den Kabelschirm auf das Gehäuse der Kabelbuchse. An den freien Enden des Kabels, dass mit dem Messverstärkersystem verbunden wird sind Stecker nach CE Norm zu verwenden, die Schirmung ist flächig aufzulegen. Bei anderer Anschluss technik ist im Litzbereich eine EMV-feste Abschirmung vorzusehen, bei der ebenfalls die Schirmung flächig aufgelegt werden muss.

#### 8.1.2 Kabelverlängerung und Kabelkürzung

Für die U9C stehen Anschlusskabel in verschiedenen Längen bereit, so dass Kabelverlängerungen oder Kabelkürzungen im Allgemeinen nicht notwendig sind.

Da der Aufnehmer in Vierleiter-Technik ausgeführt ist, dient das Kabel auch zur Kompensation der Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeit. Wir empfehlen deshalb das Kabel nicht zu kürzen und Kabelverlängerungen in Sechseleiter-Technik auszuführen. Bitte beachten Sie hierzu die Bedienungsanleitung Ihres Messverstärkersystems. Alle U9C, die mit montiertem Stecker bestellt sind, weisen ab dem Stecker eine Sechseleiter-Technik auf. Die Steckerbelegung finden Sie in den technischen Datenblatt Kapitel 10 auf Seite 59 dieser Anleitung. Bedenken Sie bitte, dass ein Verlängerungskabel über sechs Adern verfügen muss. Eine solche Verlängerung hat keinen Einfluss auf die Messung. Haben Sie als Stecker die Option „Sub HD“ (für das Quantum X) in Kombination mit der Option „TEDS“ gewählt, so müssen Sie acht Adern verlängern, da in diesem Fall ein so genannter „OneWire-TEDS“ montiert ist, der eine zusätzliche Ader benötigt.

Achten Sie bei Kabelverlängerungen unbedingt auf einwandfreie elektrische Verbindung mit geringem Übergangswiderstand und verbinden Sie den Kabelschirm flächig weiter. Beachten Sie, dass die Schutzklasse Ihres Kraftaufnehmers sinkt, wenn die Kabelverbindung undicht ist und Wasser in das Kabel eindringen kann. Unter diesen Umständen können Aufnehmer irreparabel beschädigt werden und ausfallen.

### **8.1.3 EMV-Schutz**

Elektrische und magnetische Felder können eine Einkopplung von Störspannungen in den Messkreis verursachen. Bitte beachten Sie folgende Punkte:

- Verwenden Sie nur abgeschirmte, kapazitätsarme Messkabel (HBK-Messkabel erfüllen diese Bedingung)
- Legen Sie das Messkabel nicht parallel zu Starkstrom- und Steuerleitungen. Falls dies nicht möglich ist, schützen Sie das Messkabel durch metallene Rohre
- Meiden Sie die Streufelder von Transformatoren, Motoren und Schützen
- Beachten Sie, dass Ausgleichsströme, die über den Kabelschirm fließen, beträchtliche Störungen verursachen können. Sollten der Sensor und Ihre Auswerteeinheit auf verschiedenen elektrischen Potentialen liegen, muss für eine elektrische Verbindung mit sehr geringem Widerstand gesorgt werden.
- Schließen Sie alle Geräte der Messkette an den gleichen Schutzleiter an.
- Legen Sie in jedem Fall den Kabelschirm verstärkerseitig flächig auf, um einen möglichst optimalen Faraday'schen Käfig herzustellen.

## **8.2 Elektrischer Anschluss Messverstärker mit Verstärkermodul**

### **8.2.1 Allgemeine Hinweise**

Es stehen Verstärkermodule mit folgenden Ausgangssignalen zur Verfügung:

- Spannungsausgang 0 ... 10 V
- Stromausgang 4 ... 20 mA
- Digitaler Ausgang mit IO LINK COM3 Schnittstelle

Wenn Sie den Sensor mit integriertem Verstärker (oder fest angeschlossenem Verstärkermodul) bestellt haben, bilden Verstärker und Kraftaufnehmer eine Messkette, die nicht getrennt werden kann. Die Messkette ist dementsprechend als Einheit kalibriert, d.h. im Prüfprotokoll (oder im Kalibrierzertifikat) der Sensoren mit analogem Ausgang wird direkt der Zusammenhang zwischen der Kraft (in Newton) und dem Ausgangssignal (in V oder mA) angegeben.

Die digitalen Sensoren geben das Messergebnis in Newton aus. Hier finden Sie im Prüfprotokoll eine Tabelle, in der Sie den Messwert finden, der bei einer vorgegebenen Kraft ausgegeben wird. Wegen des sehr geringen Messfehlers der digitalen Sensoren ist die Differenz beider Angaben sehr klein.

Um auch unter dem Einfluss von elektromagnetischen Feldern eine sichere Messung zu garantieren, sind Verstärkermodul und Dehnungsmessstreifen, sowie deren Verschaltung, in einem gemeinsamen Gehäuse integriert. Somit entsteht ein Faraday'scher Käfig.

Verwenden Sie einen Sensor mit Inline-Verstärker, ist das Gehäuse des Verstärkers mit dem Gehäuse des Kraftaufnehmer mit den Kabelschirm verbunden. Bitte beachten Sie, dass Aufnehmer und Verstärkergehäuse auf gleichen elektrischen Potential sein muss, um Ausgleichströme über den Kabelschirm des Verbindungskabels zu vermeiden.

## **8.2.2 Integrierte Verstärker mit analogem Spannungs- oder Stromausgang (VA1 und VA2)**

### **8.2.2.1 Anschluss des Gerätes mit 0...10 V und 4...20 mA Ausgangssignal**

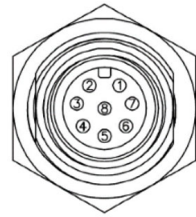
Bei Sensoren mit Strom- oder Spannungsausgang (Versionen VA1 oder VA2) ist das Gewinde des M12-Steckers, mittels dem Sie die Verbindung zum nächsten Glied der Messkette herstellen, ebenfalls galvanisch mit dem Verstärkergehäuse und somit letztlich mit dem Sensorgehäuse verbunden.

Sollten Sie die Schirmung des Kabels, welches am M12-Stecker angeschlossen ist, weiter verbinden, so muss die nachfolgende Komponente ebenfalls auf das Potenzial des Sensors gebracht werden. Verwenden Sie niederohmige Verbindungen zum Potenzialausgleich.

Eine Belastung mit einer Druckkraft führt zu einem steigenden Strom- oder Spannungssignal.

Der Anschluss erfolgt über den 8-poligen M12-Stecker am Sensor, die Belegung finden Sie in der folgenden Tabelle. Die Versorgungsspannung muss im vorgegebenen Bereich (19 V ... 30 V) liegen.

Pin	Version VA 1 (Spannungsausgang)	Version VA 2 (Stromausgang)	Belegung der Kabeladern des Anschlusskabels KAB168
1	Versorgungsspannung 0 V (GND)		weiß
2	Nicht belegt		braun
3	Steuereingang Nullsetzen		grün
4	Nicht belegt		gelb
5	Ausgangssignal 0 ... 10 V	Ausgangssignal 4 ... 20 mA	grau
6	Ausgangssignal 0 V	Nicht belegt	rosa
7	Nicht belegt		blau
8	Spannungsversorgung +19 ... +30 V		rot



Die Länge des Kabels, das den Inline-Verstärker mit dem nachfolgenden Glied der Messkette verbindet, darf 30 m nicht überschreiten.

### 8.2.2.2 Betrieb des Verstärkers / Nullsetzen

Die Messung startet, sobald der Sensor mit einer Versorgungsspannung und der Ausgang des Verstärkers mit dem nächsten Glied der Messkette verbunden sind.

Wenn Sie den Eingang „Nullsetzen“ mit einer Spannung > 10 V belegen, wird ein einmaliges Nullsetzen ausgeführt. Nach diesem Nullsetzen misst das Gerät weiter, auch wenn Sie eine Spannung über 10 V am entsprechenden Eingang anliegen lassen.

Um erneut ein Nullsetzen auszulösen, muss der Eingang zunächst auf 0 V gesetzt werden, um dann wieder durch Anlegen einer Spannung von über 10 V Nullsetzen auszulösen.

#### Hinweis

*Bitte beachten Sie, dass Sie bei jeder anliegenden Kraft die Messkette Nullsetzen können. Sollte bereits eine Vorlast auf den Kraftaufnehmer wirken, ist dies unbedingt zu beachten, da sonst der Kraftaufnehmer überlastet werden kann.*

Der Nullpunkt wird nicht dauerhaft im Gerät gespeichert. Wenn Sie die Messkette von der Versorgungsspannung getrennt haben empfehlen wir, Nullsetzen erneut durchzuführen.

### 8.2.3 Integrierte Verstärker mit IO-LINK-Schnittstelle (VAIO)

Kabel für die Verbindung des Kraftaufnehmers mit IO-LINK-Schnittstelle zum IO-LINK MASTER sind gemäß IO-LINK-Spezifikation nicht geschirmt. Deshalb sind die Gehäuse der Sensoren mit IO-LINK immer galvanisch vom Master getrennt.

Wenn Sie Ihre U9C mit angeschlossenerm Inline-Verstärker „VAIO“ bestellt haben, erhalten Sie den Sensor und Elektronik in einer fest verbundenen Einheit. In dieser Version steht ein digitales Daten-Ausgangssignal bereit. Die Sensoren weisen als Schnittstelle IO-Link, mit Datenausgaberate COM3 auf. Die Datenstruktur entspricht dem IO-Link Profile Smart Sensors 2nd Edition, Specification, Version 1.1 September 2021

Das Produkt kann sowohl als messender Sensor, wie auch als programmierbarer Kraftschalter (über digitale Schaltausgänge) verwendet werden.

#### 8.2.3.1 Funktionsweise

Die analogen Signale des Kraftaufnehmers werden zunächst digitalisiert, um dann in Messwerte gemäß der Werkseinstellung in die Einheit Newton gewandelt zu werden. Unabhängig von dem angeschlossenen Master beträgt die Abtastrate dabei immer 40 kHz, so dass auch sehr schnelle Vorgänge sicher erfasst werden und in der Elektronik ausgewertet werden können. (z.B. Spitzenkraft bei einem Pressvorgang). Es ist möglich, das Ergebnis einer Kalibrierung (als Stützstellen oder als Koeffizienten eines Polynoms zweiten oder dritten Grades) im Sensor abzulegen, um die Genauigkeit zu erhöhen. In einem weiteren Skalierungsschritt können Sie eine beliebige Einheit und einen Umrechnungsfaktor eingeben, so dass es möglich ist, andere physikalische Größen zu bestimmen (z.B. Drehmoment unter Nutzung eines Hebelarms oder Messungen in anderen Einheiten als die des SI-Systems, z.B. lbf).

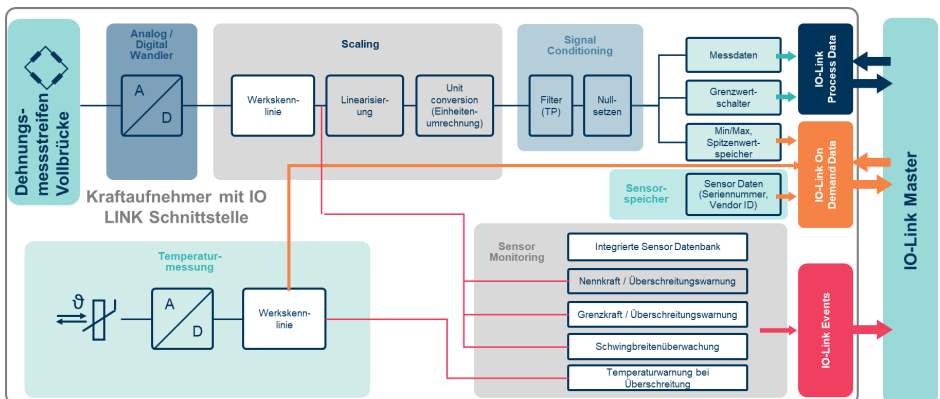


Abb. 8.2 *Signalfluss innerhalb der Sensorelektronik. Die weiß markierten Felder können nicht durch den Anwender geändert/parametriert werden.*

Das Verstärkermodul verfügt über weitere Funktionen, wie z.B. digitale Tiefpassfilter, Spitzenwertspeicher (Schleppzeigerfunktion) oder Grenzwertschalter (gemäß dem Smart Sensors Profile).

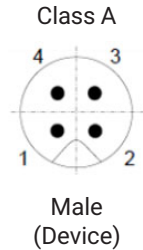
In der Elektronik findet eine permanente Überwachung des Ausgangssignals statt, so dass Sie gewarnt werden, wenn sich kritische Betriebszustände einstellen. Dies können sowohl thermische als auch mechanische Überlastungen sein.

Die Datenübertragung zur SPS erfolgt über einen IO-LINK-Master – gemäß dem Standard IEC 61131-9 (IO-Link), ebenso ist der elektrische Anschluss in diesem Standard definiert.

### 8.2.3.2 Elektrischer Anschluss

Der Anschluss eines IO-Link-Masters erfolgt am M12-Stecker. Die Steckerbelegung entspricht den Vorgaben des IO-Link-Standards (Class A). Bitte beachten Sie die folgende Tabelle:

PIN	Belegung U9/C9
1	Versorgungsspannung +
2	Digitaler Ausgang (DI/DO Pin Function)
3	Versorgungsspannung-, Bezugspotential
4	IO Link Daten (C/Q), Umschaltung zum digitalen Ausgang (SIO-Mode) möglich



Tab. 8.1 Buchse am Inline-Verstärker, Pinbelegung Draufsicht

### **i** Information

HBK nutzt M12 Class A Anschlüsse gemäß IO-Link Standard

### 8.2.3.3 Inbetriebnahme

Verbinden Sie das Verstärkermodul mit einem für die IO-LINK-Kommunikation geeigneten Kabel zu einem IO-Link-Master. Bei sehr hohen Anforderungen an die Messgenauigkeit empfehlen wir, die Messkette für 30 min warm laufen zu lassen.

Die Messkette startet und ist betriebsbereit. Hierzu sendet der Master ein „Wake-Up“-Signal an den Sensor.

Wenn der entsprechende Anschluss des IO-Link-Masters auf IO-Link-Betriebsart konfiguriert ist, liest der Master selbstständig die grundlegende Geräte-Parameter aus dem Sensor aus. Diese dienen zur automatischen Herstellung der Kommunikation und zur Identifikation des Sensors. In diesem Zustand überträgt der Sensor zyklisch und automatisch Prozessdaten (Messdaten in Newton und Status der Grenzwertschalter) an den Master.

Bitte beachten Sie die Anleitung des IO-LINK-Masters und die Anleitung der Engineering-Software, die Sie verwenden.



Die Gerätebeschreibungsdatei (IODD) der Messkette ermöglicht Ihrer Anwendung die Messdaten und Parameter darzustellen und zu verarbeiten, sowie die Messkette nach ihren Bedürfnissen zu konfigurieren. (Grenzwertschalter, Filter, usw.). Wenn Ihre Anwendung die IODD nicht automatisch aus dem Internet lädt, können Sie diese von der offiziellen IO-Link-Seite <https://ioddfinder.io-link.com> herunterladen. Geben Sie dazu die Typenbezeichnung Ihres Sensors, also z.B. K-U10M/50kN und den Herstellernamen, also Hottinger Brüel & Kjaer GmbH in das Suchfeld ein und laden die IODD anschließend in Ihre Anwendung.

Alternativ können Sie auch die Tabelle der Variablen (Object dictionary) aus dieser Anleitung verwenden, so dass Sie Ihre nachfolgende Elektronik programmieren und einrichten können.

#### 8.2.3.4 Datenstruktur

In jedem Zyklus der IO-Link-Kommunikation überträgt das Gerät 6 Byte Prozessdaten an den Master (PDin). Vom Master wird 1 Byte Prozessdaten an das Gerät gesendet (Pdout). Zusätzlich werden 2 Bytes als On-Demand-Data übermittelt.

Weitere Ereignisse werden bei Bedarf als IO-Link-Events signalisiert (siehe IO-Link-Standard). Der angeschlossene Master bezieht dann einen Eventcode, die weitere Auswertung hängt von den weiteren Systemkomponenten und deren Parametrierung ab.

#### 8.2.3.5 Prozessdaten (Process Data)

Der Messwert und der Status der Grenzwertschalter sowie Warnungen (siehe unten) werden mit den sechs Prozessdaten-Bytes PDin0 bis PDin5 übertragen. Die Messdaten befinden sich in den ersten vier Bytes (PDin0 bis PDin3) und werden im Float-Format übertragen. Die Übertragung erfolgt mit jedem Zyklus, die Zykluszeit hängt vom verwendeten Master und der Parametrierung ab.

#### **PD In: Hier finden die alle Prozessdaten, die vom Sensor zum Master gegeben werden.**

MDC – Measurement Value:	Aktueller Messwert
Operation force exceeded	Zeigt an, wenn der Gebrauchskraftbereich überschritten wird
SSC.1.Switching Signal	Status des Grenzwertschalters 1
SSC.2.Switching Signal	Status des Grenzwertschalters 2

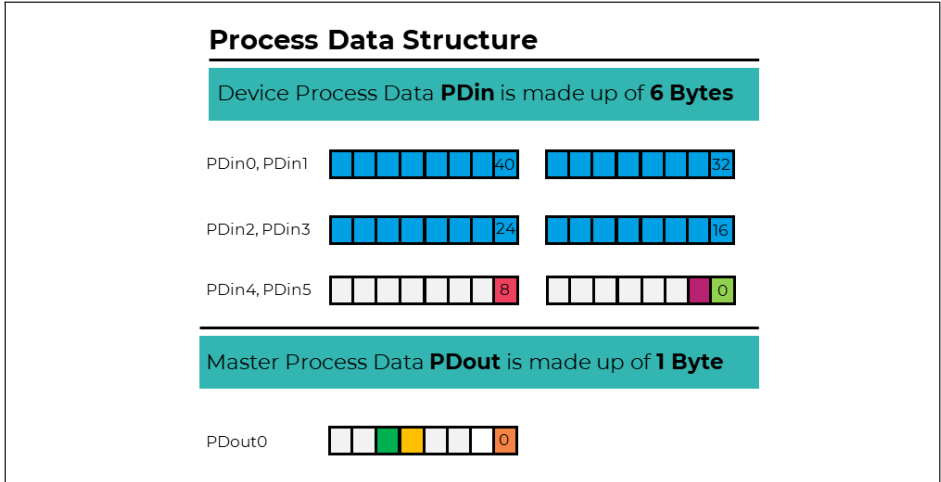
#### **PD Out : Hier finden die alle Prozessdaten, die vom Master zum Sensor gegeben werden.**

Zero Reset	„False“ bedeutet, dass Nullsetzen eingeschaltet ist, „True“ bedeutet, dass der Nullwert im Speicher nicht beachtet wird, Nullsetzen ist nicht möglich.
Zero Set	Löst Nullsetzen aus. Das Nullsetzen wird ausgeführt, wenn das Bit von „false“ auf „true“ umgeschaltet wird

(steigende Flanke). Um erneutes Nullsetzen auszulösen, muss das Bit zuerst wieder auf „false“ geschaltet werden.

CSC – Sensor Control

Ersetzt den Messwert durch einen festen Aufgabewert.



Bit Assignment	Data Type	Bit Length	Bit Offset
MDC - Measurement Values	<b>Float32T</b>	<b>32</b>	<b>16</b>
Not assigned			
Usage Force Exceeded	<b>BooleanT</b>	<b>1</b>	<b>8</b>
SSC.2 Switching Signal	<b>BooleanT</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
SSC.1 Switching Signal	<b>BooleanT</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Not assigned			
Zero Reset	<b>BooleanT</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
Zero Set	<b>BooleanT</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
CSC – Sensor Control	<b>BooleanT</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

### 8.2.3.6 Menüpunkt "Identification"

In diesem Menüpunkt finden Sie folgende Felder, die Sie beschreiben können:

- Application specific Spec: Hier können Sie Freitext eingeben, um die Messstelle zu kommentieren. Max. 32 Zeichen
- Function Tag: Hier können Sie Freitext eingeben, um die Anwendung der Messstelle zu beschreiben. Max. 32 Zeichen
- Location Tag: Hier können Sie Freitext eingeben, um den Ort der Messstelle zu notieren: Max. 32 Zeichen

Es stehen weitere Informationen in diesem Menü zur Verfügung, die entsprechenden Felder können jedoch nur gelesen werden, bitte beachten Sie die nachfolgende Tabelle.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0010	0x00	ReadOnly	StringT	63	Vendor Name	Hottinger Brüel & Kjaer GmbH
0x0011	0x00	ReadOnly	StringT	63	Vendor Text	<a href="http://www.hbkworld.com">www.hbkworld.com</a>
0x0012	0x00	ReadOnly	StringT	63	Product Name	Typ und Nennlast des Sensors (Z.B.: U10M-1M25)
0x0013	0x00	ReadOnly	StringT	63	Product ID	Typenbezeichnung des Sensors
0x0014	0x00	ReadOnly	StringT	63	Product Text	z.B: Force Transducer for compressive forces
0x0015	0x00	ReadOnly	StringT	16	Serial Number	Seriennummer Sensor
0x0016	0x00	ReadOnly	StringT	64	Hardware Revision	Hardwarestand
0x0017	0x00	ReadOnly	StringT	64	Firmware Revision	Firmwarestand
0x0018	0x00	ReadWrite	StringT	32	Application-specific Tag	Freitext, max 32 Zeichen (Kommentar zur Messstelle)
0x0019	0x00	ReadWrite	StringT	32	Function Tag	Freitext, max 32 Zeichen (Anwendung der Messstelle)
0x001A	0x00	ReadWrite	StringT	32	Location Tag	Freitext, max 32 Zeichen (Ort der Messstelle)

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0803	0x00	ReadOnly	StringT	32	Serial Number PCBA	Seriennummer Verstärkerelektronik
0x1008	0x00	ReadOnly	StringT	64	K-MAT	Bestellnummer des Sensors
0x43BE	0x00	ReadOnly	StringT	32	Hardware Identification Key	Verstärker Bezeichnung HBK

### 8.2.3.7 Menüpunkt Parameter

#### 8.2.3.7.1 Justage der Messkette ("Adjustment")

Die Messkette ist ab Werk justiert und gibt nach Start (im Rahmen der Messunsicherheit) richtige Kraftwerte aus. Eine Justage ist im Normalbetrieb nicht notwendig. Sie können die Kennlinie anpassen, wenn Sie das Ergebnis einer Kalibrierung zur Verbesserung der Berechnung der Kraftwerte (Linearisierung) nutzen wollen.

Es stehen weiter Felder und Eingabemöglichkeiten zur Verfügung:

- Calibration date: Hier können Sie den Tag notieren, an dem der Sensor kalibriert wurde. Wenn Sie den Sensor bei HBK kalibrieren lassen, werden die Daten vom HBK Kalibrierlabor eingetragen.
- Calibration Authority: Hier können Sie das Kalibrierlabor eingeben, das die Kalibrierung durchgeführt hat. Wenn Sie den Sensor im HBK Kalibrierlabor kalibrieren lassen, werden die Daten vom HBK Kalibrierlabor eingetragen.
- Certificate ID: Hier können Sie die Nummer des Kalibrierscheins hinterlegen.
- Expiration Date: Hier können Sie eingeben, wann der Sensor erneut kalibriert werden soll. Die Abstände zwischen zwei Kalibrierungen werden kundenseitig definiert, deshalb wird dieses Feld im Falle einer Kalibrierung bei HBK nicht ausgefüllt.
- Linearization Mode: Hier können Sie die Linearisierung, und damit die Wirkung der Eingabe des Ergebnisses eines Kalibrierscheins ein- und ausschalten. Disabled: Funktion unwirksam; Stepwise Linear Adjustment: Eingabe von Stützstellen (siehe „Linearisierung mittels Stützstellen“); Cubic Polynomial Adjustment: Eingabe einer Ausgleichspolynoms: 1., 2. oder 3. Grades (Siehe „Linearisierung mittels Ausgleichsfunktion“)

## Hinweis

Wenn Sie eine Kalibrierung des Sensors durchführen, ist es wichtig, dass die Werkskennlinie genutzt wird. Hierzu bitte den Parameter „Linearization Mode“ während der Kalibrierung auf „Disabled“ einstellen. Wird dies nicht beachtet, wird die Linearisierung später im Betrieb unrichtig berechnet.



## Wichtig

Bitte denken Sie daran, dass die Linearisierung nur wirksam ist, wenn „Linearization Mode“ NICHT auf „disabled“ steht

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0C44	0x00	ReadWrite	StringT	32	Calibration Date	Datum der Kalibrierung
0x0C45	0x00	ReadWrite	StringT	32	Calibration Authority	Kalibrierlabor
0x0C46	0x00	ReadWrite	StringT	32	Certificate ID	Nummer des Kalibrierscheins
0x0C47	0x00	ReadWrite	StringT	32	Certificate Expiration Date	Datum, an dem erneute Kalibrierung notwendig ist
0x0C26	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Linearization Mode	Auswahl der Art der Linearisierung: 0: keine Linearisierung wird angewendet 1: Linearisierung über Stützstellen 2: Linearisierung über kubische Funktion

## Linearisierung mittels Stützstellen

- ▶ Wählen Sie „Stepwise linear Adjustment“, es erscheint das Menü „Adjustment supporting points“. Öffnen Sie dieses Menü.

- ▶ Geben Sie die Anzahl der Stützstellen ein, diese Anzahl kann zwischen 2 und 21 liegen. Beachten Sie bitte, dass der Nullpunkt eine Stützstelle darstellt. Wollen Sie also eine Gerade eingeben, wählen Sie zwei Stützstellen aus. (Menüpunkt Adjustment Number of Supporting points)
- ▶ Unter „Adjustment X“ geben Sie die durch die Kalibrieranlage vorgegebene Kraft (die Kraftstufe) ein, unter „Adjustment Y“ geben Sie das im Kalibrierschein ausgewiesene Messergebnis ein, dass der jeweiligen Kraftstufe entspricht.
- ▶ Es ist wichtig, mit der negativsten Kraft zu beginnen, das ist die höchste Zugkraft. Bei reinen Druckkraftsensor ist 0 N als „höchste Zugkraft“ definiert.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0C27	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Adjustment Number of Supporting Points	Anzahl der Stützstellen, mit Nullpunkt
0x0C28	0x01 - 0x15	ReadWrite	Float32T	4	Adjustment X [1...21]	Eingabe der Stützstellen (Kraftstufe) einer Kalibrierung
0x0C29	0x01 - 0x15	ReadWrite	Float32T	4	Adjustment Y [1...21]	Eingabe des Kalibrierergebnisses zu einer Stützstelle (Kraftstufe)



### Information

*Da 21 Stützstellen vorgesehen sind, ist es bei Zug-/Druckkraftaufnehmern möglich, zwei Kalibrierscheine abzulegen, jeweils einen für den Zugbereich, einen für den Druckbereich. Somit eliminieren Sie den Zug-/Druckkennwertunterschied.*

### Linearisierung mittels Ausgleichsfunktion

Wählen Sie „Cubic polynomial calibration“. Sie können kubische, quadratische oder lineare Ausgleichsfunktionen verwenden. Es erscheint der Punkt „Adjustment Coefficients“ und es ist möglich, zwei kubische Funktionen zu verarbeiten: Eine für den Zugkraftbereich, eine für den Druckkraftbereich.

Voraussetzung ist, dass eine Kalibrierung durchgeführt wurde und das Ergebnis in folgender Form vorliegt:

$$F \text{ Ausgabe} = R \cdot X^3 + S \cdot X^2 + T \cdot X$$



## Wichtig

Wenn Sie einen Zug-/Druckkraftsensor nur in einer Krafrichtung kalibrieren lassen, so empfehlen wir dringend, in der nicht kalibrierten Krafrichtung für T den Wert 1 einzutragen, für alle anderen Koeffizienten dieser Krafrichtung den Wert 0. Tragen Sie für T die Zahl 0 ein, so erscheint auch bei Belastung der entsprechenden Krafrichtung 0 Newton als Ergebnis, wenn eine Kraft in dieser Richtung angelegt wird. Die kalibrierte Krafrichtung wird richtig angezeigt, wenn die Koeffizienten aus dem Kalibrierschein korrekt eingegeben sind.

F Ausgabe ist dabei das von der Elektronik errechnete korrigierte Messergebnis. Die Koeffizienten R, S und T sind das Ergebnis einer Approximation der Kennlinie, wie Sie die Kalibrierung festgestellt hat.

Wenn Sie das Menü öffnen, erscheinen zwei Submenüs:

“Adjustment Coefficients Compressive Force”: Hier geben Sie die Koeffizienten des Ausgleichspolynoms für Druckkräfte ein: Compressive Force Cubic factor (R), Compressive Force Quad Factor (S), Compressive Force Linear factor (T)

“Adjustment Coefficients Tensile Force”: Hier geben Sie die Koeffizienten des Ausgleichspolynoms für Zugkräfte ein: Tensile Force Cubic factor (R), Tensile Force Quad Factor (S), Tensile Force Linear factor (T)



## Tipp

Die Bezeichnungen entsprechen dem Kalibrierschein nach ISO376. Liegt Ihnen ein solcher Schein (oder jeweils ein Kalibrierschein für den Druckkraftbereich, einer für den Zugkraftbereich) vor, können Sie die Koeffizienten einfach aus den Kalibrierscheinen übernehmen. HBK übernimmt für Sie den Eintrag der Koeffizienten, wenn Sie die Kalibrierung bei HBK durchführen lassen.

Arbeiten Sie mit einer quadratischen Approximation, setzen Sie bitte R zu Null. Bei einer linearen Approximation setzten Sie bitte R und S zu Null. Der Kalibrierschein muss tarierte Werte aufweisen, d.h. die Funktion darf keine Konstante enthalten.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0C2A	0x02	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs T Compr.	Linearer Anteil für den Druckbereich
0x0C2A	0x03	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs S Compr.	Quadratischer Anteil für den Druckbereich

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0C2A	0x04	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs R Compr.	Kubischer Anteil für den Druckbereich
0x0C2B	0x02	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs T tens.	Linearer Anteil für den Zugbereich
0x0C2B	0x03	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs S tens.	Quadratischer Anteil für den Zugbereich
0x0C2B	0x04	Read-Write	Float32T	4	Adjustment Coeffs T tens.	Kubischer Anteil für den Zugbereich



### Information

Die Koeffizienten *R*, *S* und *T* weisen in der Regel viele Nachkommastellen auf. Abhängig vom Editor (der verwendeten Engineering Software, Software Ihres IO-LINK-Masters) den Sie verwenden kann es sein, dass die Anzahl der Nachkommastellen beim Auslesen der Koeffizienten zu gering erscheint. Wenn Sie die Kalibrierung bei HBK durchführen lassen, arbeitet der Sensor auf jeden Fall mit maximaler Genauigkeit. HBK trägt Sorge, dass die Koeffizienten vollständig eingetragen werden. Auch wenn Ihre Software die Nachkommastellen nicht vollständig anzeigt, sind diese im Sensor vollständig und das Gerät arbeitet mit bestmöglicher Genauigkeit. HBK hat keinen Einfluss auf die Darstellung der Parameter in Ihrem Editor.

In einigen Fällen, ebenfalls abhängig vom verwendeten Editor, ist es möglich, dass zu wenige Nachkommastellen an den Sensor übertragen werden, so dass die Linearisierung nicht die maximal mögliche Genauigkeit erreicht. In diesem Fall empfehlen wir:

- Koeffizienten, die kleiner als 1 sind als Exponentialzahl in den Editor einzutragen. (1,2345 \* E-6 statt 0,00000012345)
- Koeffizienten, die größer als 1 sind können ohne Einfluss auf die Linearisierung auf sechs Nachkommastellen gerundet werden.
- Alternativ kann es sinnvoll sein, die Werte aus dem Kalibrierschein mit Ihrer Steuerung direkt in das betreffende Feld zu schreiben.

Auf die Anzahl der Nachkommastellen, die Ihr Editor an die Messkette überträgt, hat HBK keinen Einfluss. Der Sensor arbeitet in jedem Fall richtig, wenn die Koeffizienten korrekt und mit ausreichend Nachkommastellen übertragen wurden.



### 8.2.3.7.2 Messwertausgabe in einer anderen Einheit (Unit Conversion)

Verwenden Sie den Punkt „Unit Conversion“, um eine andere Einheit als N auszuwählen. Dabei ist der an die nachfolgende Elektronik gesendete Zahlenwert der gleiche, wie in der Software ihres IO-Link-Masters (Editor) angezeigt.

Unter Process data können Sie nun die Einheit wählen. Im Fall von kN, MN erfolgt die Umrechnung ohne Ihr Zutun, wählen Sie eine der anderen Einheiten erscheint ein Dialog „Userdefined Unit Conversion“. Hier können Sie einen Faktor („Unit Conversion Factor“) eingeben, der dazu führt, dass der Newtonwert mit diesem Faktor multipliziert wird). Sie können auch eine Nullpunktverschiebung eintragen, hierzu dient das Feld „Userdefined Zero Offset“

Soll die Einheit Kilogramm sein, gehen Sie wie folgt vor: Wählen Sie kg als Einheit. An Ihrem Einsatzort ist die Erdbeschleunigung  $9,806 \text{ m/s}^2$ . Der Skalierungsfaktor (Unit Conversion Factor) ist  $1/9,806 \text{ m/s}^2 = 0,101979 \text{ s}^2/\text{m}$ .

Die Berechnung erfolgt dann: Ausgabe in kg = Messwert in N x  $0,101979 \text{ s}^2/\text{m}$

Sie können auch eine beliebige Einheit verwenden. Hierzu nutzen Sie bitte „User defined Unit“.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Name	Beschreibung
0x00FC	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Process Data Unit	Auswahl einer anderen Einheit als N. 0-Newton 1-Kilonewton 2-Meganewton 3-Kilogramm 4-Newtonmeter 5-User defined unit
0x0C19	0x00	ReadWrite	Float32T	4	Unit Conversion Factor	Umrechnungsfaktor

### 8.2.3.7.3 Filter

Die Elektronik stellt Tiefpassfilter zur Verfügung. Sie können zwischen Bessel- und Butterworth-Charakteristik wählen. Die Filterfrequenzen sind via numerischer Eingabe beliebig im Bereich von 0,001 Hz bis 1 000 Hz einstellbar.

► Öffnen Sie das Menü „Filter“.

- ▶ Wählen Sie das Menü „Low Pass Filter Mode“, um den Filter zu aktivieren / deaktivieren und die Filtercharakteristik auszuwählen (Butterworth oder Bessel).
- ▶ Nutzen Sie den Menüpunkt „Filter Low Pass Cut Off Frequency“, um die Grenzfrequenz einzugeben.

Bei einem Signalsprung schwingt ein Butterworthfilter über, d.h. kurzzeitig werden höhere Werte ausgegeben, als tatsächlich gemessen werden, dafür ist die Ansprechzeit sehr gering. Besselfilter schwingen bei einem Signalsprung nicht über, zeigen aber eine deutlich längere Einschwingzeit.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Name	Beschreibung
0x006F	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1	Lowpass Filter Mode	Ein-/Ausschalten Filter und Auswahl Filtercharakteristik 0 - Kein Filter 50 - Besselfilter 51 - Butterworth Filter
0x0071	0x00	ReadWrite	Float32T	4	Lowpass Filter Cutoff Frequency	Eingangs-Grenzfrequenz

#### 8.2.3.7.4 Nullsetzen („Zero Setting“)

Sie können in der Software Ihres IO-Link-Masters die Funktion „Zero-Set“ verwenden, um Nullsetzen durchzuführen. Nachdem die Elektronik Nullsetzen durchgeführt hat, werden weiter Messdaten ausgegeben.

Der Nullpunkt wird nicht permanent gespeichert, wenn Sie das Gerät von der Versorgungsspannung trennen, ist erneutes Nullsetzen erforderlich.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	System-command (hex)	Beschreibung
0x0C1B	0x00	Read only	Float32T	4	Zero Offset		Aktueller Nullwert, wie durch Zero Setting definiert
0x0002	0x00	Write	UInteger8T	1	Zero - Set	0xD0	Löst Nullsetzen aus
0x0002	0x00	Write	UInteger8T	1	Zero - Reset	0xD2	Löscht den Nullspeicher

### 8.2.3.7.5 Grenzwertschalter (Switching Signal Channel 1 / Switching Channel 2)

Es stehen zwei Grenzwertschalter zur Verfügung die gemäß der IO-Link Smart Sensor Profile Spezifikation ([Smart Sensor Profile] B.8.3 Quantity detection) ausgeführt sind. Jeder Grenzwertschalter ist ein Hauptpunkt im Menü „Parameter“. Die Bedienung ist identisch.

- Schalter 1: SSC.1 (Switching Signal Channel 1)
- Schalter 2: SSC.2 (Switching Signal Channel 2)

Beide Schalter können invertiert werden, d.h. Sie können entscheiden, ob ein Schaltbit ab einer bestimmten Kraft auf „low“ oder „high“ ausgegeben wird. Zusätzlich können beide Grenzwertschalter mit einer Hysterese versehen werden, so dass ein erneutes Umschalten bei einer kleineren (oder größeren) Kraft erfolgt, als der Schaltpunkt definiert.

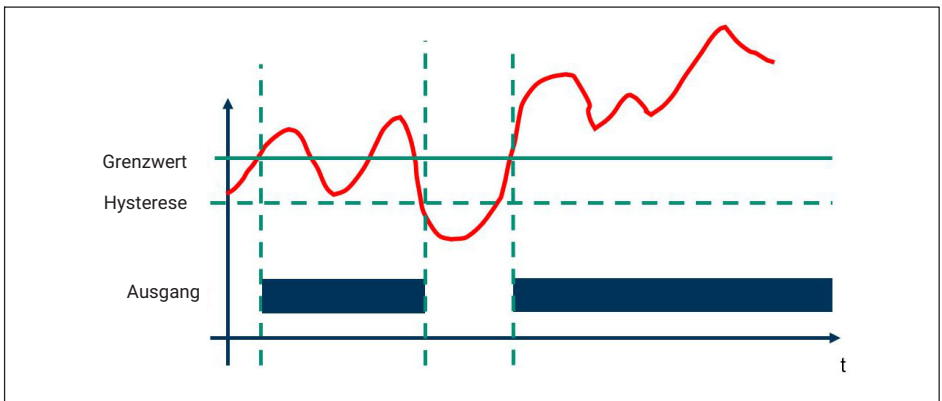


Abb. 8.3 Grafische Darstellung Funktion Grenzwertschalter

## Einstellung der Grenzwertschalter

Öffnen Sie das Menü des Grenzwertschalter, den Sie einstellen möchten (Switching Signal Channel 1 oder 2)

- ▶ Zunächst wählen Sie im Feld „Config Mode“ aus, ob
  - Der Grenzwertschalter inaktiv ist (deactivated)
  - Eine einzelne Schwellkraft (mit oder ohne Hysterese) eingestellt wird (single point)
  - Ein Schaltpunkt und ein Rückschaltpunkt festgelegt werden sollen. In diesem Fall ist die Differenz die Hysterese. (Two point)
  - Eine Bereichsüberwachung gewünscht wird, die ein Signal auslöst, wenn ein Kraftbereich über- oder unterschritten wird (Window-Mode)

Dabei gilt für alle Betriebsmodi:

- Größer werdende Druckkräfte sind steigende Kräfte
- Kleiner werdende Zugkräfte steigende Kräfte
- Kleiner werdende Druckkräfte sind fallende Kräfte
- Größer werdende Zugkräfte sind fallende Kräfte

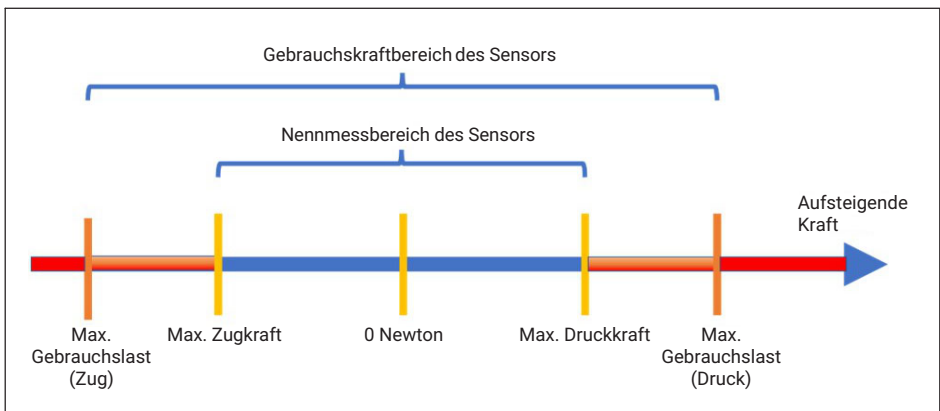


Abb. 8.4 Grafische Darstellung Gebrauchskraftbereich, Nennbereich eines Sensors und Definition Zug-/Druckkraftbereich

### Single point (Schwellwert & Hysterese)

Im Folgenden nennen wir den Schaltpunkt oder Grenzwert Schwellenwert.

Im Fall, dass der Schalter bei **steigender Kraft** ausgelöst werden soll:

- ▶ Schalten Sie Logic auf „High active“.
- ▶ Geben Sie im Feld „SP1“ die Kraft (Schwellenwert) ein, bei der der Schalter ausgelöst werden soll.

- ▶ Geben Sie im „Config Hys“ einen Kraftwert ein, der die Differenz darstellt, innerhalb der der Schalter aktiv bleibt, auch wenn der Schwellenwert unterschritten wird.

Im Fall, dass der Schalter bei **fallender Kraft** ausgelöst werden soll:

- ▶ Schalten Sie Logic auf „Low active“.
- ▶ Geben Sie im Feld „SP1“ die folgende Kraft ein: Schwellenwert minus Hysterese. Die Hysterese ist dabei der Kraftwert, der die Differenz darstellt, innerhalb der der Schalter aktiv bleibt, auch wenn die Kraft über den im Feld SP1 eingetragenen Wert liegt.
- ▶ Geben Sie im „Config Hys“ die Hysterese ein.

Der Schalter ist in beiden Fällen „High“, wenn der Grenzwertschalter auslöst, Sie können durch Umschalten von High Active auf Low Active die Logik invertieren

### **Two point (Schaltpunkt und Rückschaltpunkt)**

Im Fall, dass der Schalter bei **steigender Kraft** ausgelöst werden soll:

- ▶ Schalten Sie Logic auf „High active“.
- ▶ Setzen Sie das Feld „SP1“ auf die höhere Kraft (in der oben definierten Logik)
- ▶ Wünschen Sie, dass das erneute Umschalten bei fallender Kraft bei einem kleineren Kraftwert erfolgt, setzen Sie im Feld SP2 diesen kleineren Kraftwert. Setzen Sie beide Werte gleich, funktioniert der Schalter ohne Hysterese.

Im Fall, dass der Schalter **bei fallender Kraft** ausgelöst werden soll:

- ▶ Schalten Sie Logic auf „Low active“.
- ▶ Setzen Sie das Feld „SP1“ auf die höhere Kraft (in der oben definierten Logik).
- ▶ Wünschen Sie, dass das erneute Umschalten bei steigender Kraft bei einem kleineren Kraftwert erfolgt, setzen Sie im Feld SP2 diesen kleineren Kraftwert. Setzen Sie beide Werte gleich, funktioniert der Schalter ohne Hysterese.

### **Window mode**

Mit dem Window Mode ist eine Bereichsüberwachung möglich.

- Geben Sie die beiden Kräfte, die die Schaltpunkte definieren, SP1 und SP2 ein. Die Reihenfolge ist unerheblich.
- Falls gewünscht, können Sie eine Hysterese eingeben, welche für den oberen und unteren Schaltpunkt identisch ist.
- Sie können die Ausgabe invertieren, in dem Sie „high Active“ oder „low active“ wählen. Bei High active ist die Ausgabe logisch 1, wenn der Messwert im Window-Bereich liegt.

Der Zustand der Grenzwertschalter kann über zwei Digitalausgänge in Form eines 24 V Schaltsignals an der Elektronik ausgegeben werden.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x003C	0x00	ReadWrite	RecordT	8	SSC1 Param (SP1, SP2)	Zugriff auf alle Parameter für Switching Channel 1
0x003C	0x01	ReadWrite	Float32T	4	SSC1 SP1	Schaltpunkt für Switching Channel 1
0x003C	0x02	ReadWrite	Float32T	4	SSC1 SP2	Zweiter Schaltpunkt für Switching Channel 2
0x003D	0x00	ReadWrite	RecordT	6	SSC1 Config	Zugriff auf alle Konfigurationen für Switching Channel 1
0x003D	0x01	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC1 Logic	Switching Channel 2: Invertiert / nicht invertiert
0x003D	0x02	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC1 Mode	Switching Channel 1: Betriebsart (z.B. Two Point)
0x003D	0x03	ReadWrite	Float32T	4	SSC1 Hyst	Switching Channel 1: Eingabe Hysterese
0x003E	0x00	ReadWrite	RecordT	8	SSC2 Params (SP1, SP2)	Zugriff auf alle Parameter für Switching Channel 2
0x003E	0x01	ReadWrite	Float32T	4	SSC2 SP1	Schaltpunkt für Switching Channel 2

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Name	Beschreibung
0x003E	0x02	ReadWrite	Float32T	4	SSC2 SP2	Zweiter Schaltpunkt für Switching Channel 2
0x003F	0x00	ReadWrite	RecordT	6	SSC2 Config	Zugriff auf alle Configurationen für Switching Channel 2
0x003F	0x01	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC2 Logic	Switching Channel 2: Invertiert / nicht invertiert
0x003F	0x02	ReadWrite	UIntegerT	1	SSC2 Mode	Switching Channel 2: Betriebsart (z.B. Two Point)
0x003F	0x03	ReadWrite	Float32T	4	SSC2 Hyst	Switching Channel 2: Eingabe Hysterese

### 8.2.3.7.6 Einlernen von Schaltpunkten (Teach)

Sie können die Schaltpunkte auch einlernen, wie vom Smart Sensors Profil beschrieben. Hierzu finden Sie im Menü den Unterpunkt „Teach“.

Wählen Sie zunächst, welchen Switching Signal Channel Sie einlernen möchten. Punkt „teach select) SSC.1 ist der Switching Channel 1, SSC.2 entsprechend der zweite Grenzwertschalter. „All SSC“ bedeutet, dass beide Schaltkanäle (Switching Signal Channels - SSC) eingelernt werden sollen.

Legen Sie zunächst die gewünschte Schaltkraft an. Dann können Sie durch aktivieren „Teach SP1“ oder „Teach SP2“ im Menü „Teach – Single Value“ die Schaltpunkte mit den Kräften, die gerade gemessen werden, definieren.

Bei der Single Point Methode können Sie nur SP1 einlernen, die Hysterese wird eingegeben (siehe oben). SP2 ist bedeutungslos.

Beim Two Point oder Window Mode müssen für eine korrekte Funktionsweise beide Schaltpunkte eingelernt werden. Für die Bereichsüberwachung (Window) können Sie eine

Hysterese eingeben (siehe oben). Der Betrag der Hysterese ist für beide Schaltpunkte identisch.

Eingaben erfolgen im Menüpunkt „Grenzwertschalter (Switching Channels).

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x003A	0x00	ReadWrite	UIntegerT	1 Byte	Teach Select	Auswahl des Switching Channels 0x01 = SSC.1 0x02 = SSC.2 0xFF = All
0x0002	0x00	WriteOnly	UIntegerT	1 Byte	System-command	Auslösen des Teachprozesses 0x41=Teach SP1 0x42 = Teach SP2
0x003B	0x01	ReadOnly		4 Bit	Result (Success oder Error)	Bestätigung, dass Teach Prozess o.k. ist

### 8.2.3.7.7 Belegung der digitalen Schaltausgänge („Digital IO“)

Der Anschluss DO (Pin 2, siehe oben) steht immer als digitaler Ausgang zur Verfügung. Der Anschluss C/Q / SIO (Pin 4, siehe oben) kann nur als Digitalausgang genutzt werden, wenn nicht zeitgleich eine IO-Link-Datenübertragung benötigt wird.

Sie können den Status der Grenzwertschalter als digitales IO mit einer Schaltspannung von 24 V (max. 50 mA) ausgeben. Wünschen Sie dies, so ist den digitalen Schaltausgängen ein Limit-Switch zuzuweisen. Öffnen Sie hierzu das Menü „Digital IO“

- „DO-pin function“ bestimmt, welcher Grenzwertschalter auf PIN 2 des Steckers gelegt wird. Dieser digitale Ausgang steht immer zur Verfügung, wenn das Gerät in Betrieb ist.
- „C/Q pin function in SIO-mode“ bestimmt, welcher Grenzwertschalter auf PIN 4 des Steckers gelegt wird, wenn das Gerät im SIO-Mode betrieben wird. SIO-Mode bedeutet, dass die Kraftmesskette nicht an einem IO-Link-Master angeschlossen ist, oder



der IO-Link-Master-Port im SIO-Mode betrieben wird. Die Kraftmesskette schaltet automatisch in diesen Betriebsmodus, wenn keine IO-Link-Verbindung durch einen Master initiiert wird. Bitte beachten Sie, dass in diesem Betriebszustand zwei Schaltausgänge zur Verfügung stehen, dafür aber keine Messdaten oder andere Prozessdaten übertragen werden.

- Für beide Ausgänge stehen die Optionen „Permanent high“, „Permanent low“ sowie „Limit switch 1“ und „Limit switch 2“ zur Verfügung.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0DAD	0x00	Read-Write	UIntegerT	1	Digital Output Pin	Auswahl des Switching Channels, der auf PIN 2 gelegt werden soll. Permanent low (0 V): 0x00 Permanent high (24 V): 0x01 Switching Channel 1: 0x02 Switching Channel 2: 0x03
0x0DAE	0x00	Read-Write	UIntegerT	1	C/Q-Pin function in SIO-Mode	Auswahl des Switching Channels, der auf PIN 4 gelegt werden soll Permanent low (0 V): 0x00 Permanent high (24 V): 0x01 Switching Channel 1: 0x02 Switching Channel 2: 0x03



## Tipp

Die digitalen Schaltausgänge arbeiten immer mit der internen Abtastrate und sind deshalb für sehr schnelle Schaltvorgänge geeignet. Die Latenzzeit zwischen einem physikalischem Ereignis, das einen Grenzwertschalter im Verstärkermodul und einem Umschalten des digitalen Schaltausganges bewirkt, liegt bei maximal  $350 \mu\text{s}$ , wenn keine Filter genutzt werden.

### 8.2.3.7.8 Statistische Funktionen (Statistics)

Bei den nachfolgenden Funktionen ist es wichtig zu beachten, dass zur Bewertung des Signals die interne Abtastrate genutzt wird. Da die Elektronik mit 40.000 Messpunkten/s arbeitet, werden auch sehr kurze Lastspitzen erfasst. Bitte beachten Sie, dass Tiefpassfilter, die Sie einstellen, schnelle Lastspitzen unterdrücken können, die dann nicht im Maximalwertspeicher erfasst werden.

Alle folgenden Funktionen werden ständig ausgeführt, und nicht permanent gespeichert, d.h. ein Stromausfall gleicht einem Reset.

#### Maximalkraft-, Minimalkraft-, Spitze-Spitze-Speicher

Die folgenden Funktionen speichern die Werte nicht permanent.

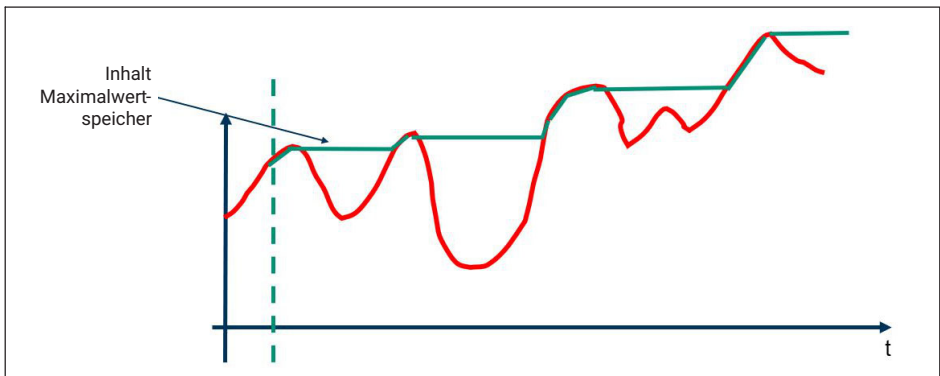


Abb. 8.5 Funktionsweise Maximalwertspeicher (Statistics max)

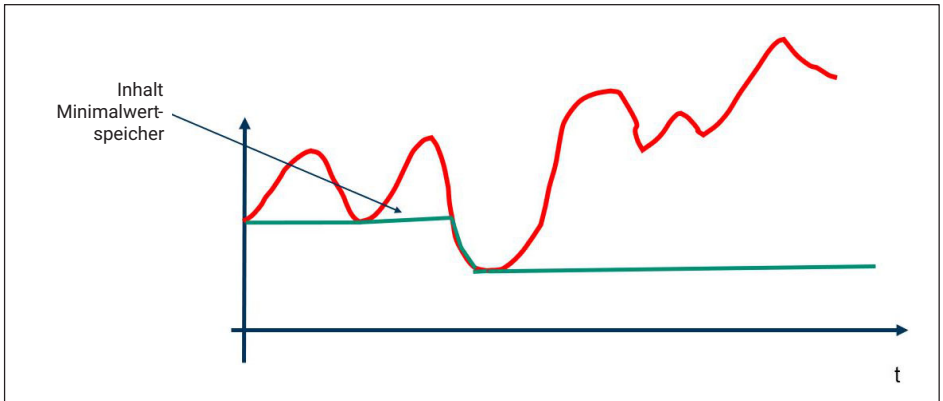


Abb. 8.6 Funktionsweise Minimalwertspeicher (Statistics min)

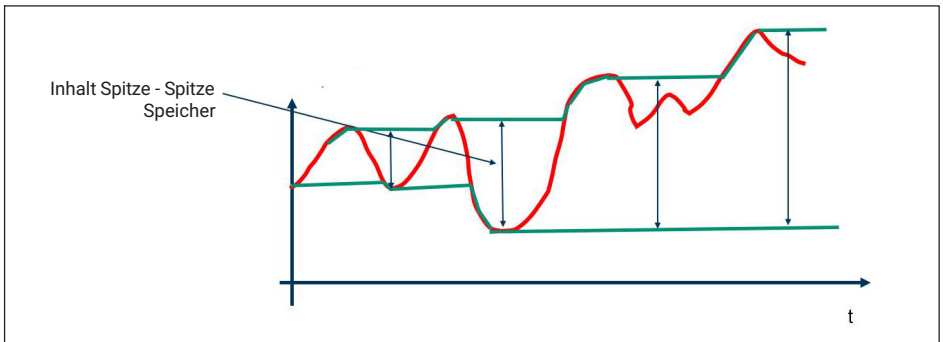


Abb. 8.7 Funktionsweise Spitze-Spitze-Speicher (Statistics peak - peak)

Weiterhin werden kontinuierlich arithmetischer Mittelwert, (Statistic mean) Standardabweichung (Statistics s) und Anzahl der Messwerte seit dem letzten Reset in interner Messdatenrate (Statistics count) erfasst.

Alle Werte können über einen gemeinsamen Reset-Befehl zurückgesetzt werden. Hierzu schreiben Sie bitte den System Command Code 209 (0xD1) an Index 0x02, siehe Abschnitt „System Command“.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0D49	0x00	ReadOnly	UIntegerT	8	Count	Anzahl der Messwerte seit dem letzten Reset
0x0D4A	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Last	Der aktuelle Messwert als Stichprobe, der als Eingabe für die Statistik-Berechnungen dient.
0x0D4B	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Minimum	Minimalwert
0x0D4C	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Maximum	Maximalwert
0x0D4D	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Peak to Peak	Spitze-Spitze-Wert
0x0D4E	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Mean	Mittelwert
0x0D4F	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Standard Deviation	Standardabweichung

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Name	System-command (hex)	Beschreibung
0x0002	0x00	Write	UInteger 8T	1	Statistics reset	0xD1 (dec: 209)	Erfassung der statistischen Werte neu starten, löschen bisheriger Werte

### 8.2.3.7.9 Reset Funktionen

IO-Link sieht verschiedene Arten eines Resets vor. In der Tabelle unten finden Sie die Wirkung der verschiedenen Resets sowie den Wert der Werkseinstellung. Alle Reset-Funktionen werden durch ein entsprechendes System Command (*siehe Kapitel 8.2.3.10 „System Commands“, Seite 56*) ausgelöst.

Funktionen	Device Reset	Application Reset	Restore Factory Reset	Back to Box	Werks-einstellung
Sensor startet neu	x				-
Statistische Informationen (Spitzenwertspeicher, Peak to Peak, usw. ) gehen verloren	x	x	x	x	-
Filtereinstellungen werden auf Werkseinstellung zurück-gesetzt		x	x	x	Butterworth, 1 Hz
Schaltpunkte der Grenzwert-schalter werden auf Werks-einstellung zurückgesetzt		x	x	x	0, disabled (nicht aktiv)
Hysterese der Grenzwert-schalter werden auf Werks-einstellung zurückgesetzt		x	x	x	0, disabled (nicht aktiv)
Nullwert (Tarierwert) wird auf Werkseinstellung zurück-gesetzt		x	x	x	0
Einheit wird auf Werks-einstellung zurück gesetzt		x	x	x	Newton
Digitale Ausgängen werden auf Werkseinstellung zurück gesetzt		x	x	x	Dauerhaft "low" (0 V)
Warnung bei Überschreitung Nennkraftbereich wird auf Werkseinstellung zurück-gesetzt		x	x	x	Warnung aktiv
Application Tag wird auf Werkseinstellung zurück-gesetzt			x	x	***
Function Tag wird auf Werks-einstellung zurückgesetzt			x	x	***

Funktionen	Device Reset	Application Reset	Restore Factory Reset	Back to Box	Werks-einstellung
Location Tag wird auf Werks-einstellung zurückgesetzt			X	X	***
Linearisierung			X	X	Nicht aktiv
Stützstellen für punktwaiser Linearisierung auf Werks-einstellung zurück			X	X	Alle Stützstellen 0
Koeffizienten zur Linearisierung werden auf Werkseinstellung zurückgesetzt			X	X	Alle Koeffizienten (R, S, T) = 0
Trennung Master-Device				X	-

Die System Commands können direkt in die Adresse "0x0002" geschrieben werden.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Beschreibung
0x0002	0	Write Only	UINT8	1	System Command

Code (dezimal)	Funktion
128	Device Reset
129	Application Reset
130	Restore factory settings
131	Back-to-box

### 8.2.3.8 Zusatzinformationen („Diagnosis“)

In diesem Menüpunkt können Sie zusätzliche Messwerte und Informationen auslesen.

Nominal Overload Warning: Hier können sie einstellen, ob der Sensor beim Verlassen des Nennkraftbereiches (Überschreitung der Nennkraft) ein IO-Link-Event erzeugen soll („Enable Warning“), oder ob dies nicht geschehen soll („Disable Warning“). Das Überschreiten der Gebrauchskraft führt immer zu einem IO-Link-Event.

Nominal compressive force: Maximale Nennkraft im Druckkraftbereich

Nominal tensile force: Maximale Nennkraft im Zugkraftbereich. Bei Druckkraftaufnehmern ist aus technischen Gründen der gleiche Betrag wie für die maximale Zugkraft eingetragen.

Operational compressive force: Maximale Gebrauchskraft im Druckkraftbereich

Operational tensile force: Maximale Gebrauchskraft im Zugkraftbereich

Supply Voltage: Anliegende Versorgungsspannung

IO-Link Reconnections: Anzahl der Unterbrechungen der IO-Link Verbindung seit der Verbindung mit der Spannungsversorgung.

Device Uptime Hours: Anzahl der Stunden, die das Modul ohne Unterbrechung in Betrieb ist

Reboot Count: Anzahl der Neustarts

Overload counter compressive force: Anzahl der Überschreitungen des Gebrauchskraftbereiches in Druckkraft

Overload counter tensile force: Anzahl der Überschreitungen des Gebrauchskraftbereiches in Zugkraft

Occillation Bandwidth Percentage (Schwingbreiten Score)

Der Schwingbreiten-Score wird in % angegeben und gibt Ihnen eine Vorhersage, wie lange der Sensor die gegebene dynamische Amplitudenbelastung standhält.

Betreiben Sie den Sensor ausschließlich innerhalb der zulässigen (dauerfesten) Schwingbreite, so wird dieser Score nicht hochgezählt. Übersteigt der Spitze-Spitze-Kraftwert Ihrer Anwendung die gegebene Schwingbreite des Kraftaufnehmers, so errechnet das System einen Schätzwert, der angibt, wie stark sich die aktuelle Belastung auf die Lebensdauer des Aufnehmers auswirkt. Bei Erreichen von 100 % ist von einer Schädigung auszugehen, die es erforderlich macht, den Sensor zu tauschen. Um davor zu warnen, werden bei Erreichen bestimmter Grenzwerte des Scores Events ausgegeben (siehe Events).

Compressive Force Max: Größte jemals mit diesem Sensor gemessene Druckkraft. Dieses Feld ist nur lesbar.

Tensile Force Max: Größte jemals mit diesem Sensor gemessene Zugkraft. Dieses Feld ist nur lesbar.



### **Tipp**

*Verwenden Sie einen Sensor mit größerer Nennkraft, wenn Sie bemerken, dass der Score sich ändert, oder Sie ein IO-Link-Event mit entsprechender Warnung erhalten.*

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0202	0x00	ReadWrite	UInteger8T	1	Nominal Force Overload Warning	Aktiviert/deaktiviert die Warnungen bei Überschreitungen der Nennlast 0x00 = Deaktivieren 0x01= Aktivieren
0x0080	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Nominal Compressive Force	Nennlast Druckkraft
0x0081	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Nominal Tensile Force	Nennlast Zugkraft
0x0082	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Operational Compressive Force	Gebrauchslast Druckkraft
0x0083	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Operational Tensile Force	Gebrauchslast Zugkraft
0x0075	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Supply Voltage	Aktuelle Versorgungsspannung in Volt
0x00FD	0x00	ReadOnly	UIntegerT	2	IO-Link reconnect counter	Anzahl der IO-Link-Verbindungsunterbrechungen, seit Einschalten
0x1215	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Device Uptime Hours	Anzahl der Betriebsstunden seit Einschalten
0x1214	0x00	Read and Write	UInteger32T	4	Reboot Count	Anzahl der Neustarts der Messkette



Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0200	0x00	ReadOnly	UInteger32T	4	Overload Counter Compressive Force	Anzahl der Überlastvorgänge in Druck
0x0201	0x00	ReadOnly	UInteger32T	4	Overload Counter Tensile Force	Anzahl der Überlastungsvorgänge in Zug
0x0303	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Oscillation Bandwidth Percentage	Verbrauchsgrad der dynamischen Überlastungsreserve
0x0304	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Compressive Force Max	Größte jemals gemessene Druckkraft
0x0305	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Tensile Force Max	Größte jemals gemessene Zugkraft

### 8.2.3.8.1 Measurement Data Information

Lower Value: Dieser Wert gibt den Messbereichsanfang an (Kleinster möglicher Messwert). Bei Druckkraftaufnehmern ist der kleinste mögliche Messwert das Messbereichsende als negative Zahl.

Upper Value: Dieser Wert gibt das Messbereichsende an (Größter möglicher Messwert)

Unit code: Der IO-Link Standard definiert verschiedene Einheiten. Hier finden Sie die Codierung der genutzten Einheit (in der Regel Newton) nach IO-Link Standard.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x4080	0x01	ReadOnly	Float32T	4	MDC Descriptor – Lower Value	Unterer Grenzwert des Wertebereichs der Messdaten
0x4080	0x02	ReadOnly	Float32T	4	MDC Descriptor – Upper Value	Oberer Grenzwert des Wertebereichs der Messdaten
0x4080	0x03	ReadOnly	UIntegerT	2	MDC Descriptor – Unit Code	Aktuelle physikalische Einheit der Messdaten in den Prozessdaten, siehe IO-Link UnitCodes

### 8.2.3.8.2 Temperature

Mainboard Temperature: Aktuelle Temperatur der Leiterplatte des Verstärkermoduls

Processor Temperature: Aktuelle Temperatur des Prozessors des Verstärkermoduls

Transducer Temperature: Aktuelle Temperatur des Sensors. Dieses Feld wird nicht angezeigt, wenn ihre Kraftmessdose nicht über einen Temperatursensor verfügt: C9C, U9C, U93A.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0053	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Mainboard Temperature	Aktuelle Temperatur der Platine
0x0055	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Processor Temperature	Aktuelle Temperatur des Prozessors
0x0052	0x00	ReadOnly	Float32T	4	TransducerTemperature	Aktuelle Temperatur des Sensors

### 8.2.3.8.3 Temperature Limits

Das Untermenü „Temperature Limits“ enthält einige lesbare Parameter, welche die zur Überwachung im Gerät gespeicherten Grenzwerte zur Temperaturüberwachung enthält.

Mainboard temperature upper limit: Obere Grenztemperatur der Verstärkerplatine

Mainboard temperature lower limit: Untere Grenztemperatur der Verstärkerplatine

Processor temperature upper limit: Obere Grenztemperatur der Prozessors

Processor temperature lower limit: Untere Grenztemperatur des Prozessors

Temperature warning upper hysteresis: Temperaturdifferenz, die zur Aufhebung einer Warnung führt. Die Temperatur muss mindestens um den angegebenen Wert sinken, damit eine „upper limit“ Warnung aufgehoben wird.

Temperature warning lower hysteresis: Temperaturdifferenz, die zur Aufhebung einer Warnung führt. Die Temperatur muss mindestens um den angegebenen Wert steigen, damit eine „lower limit“ Warnung aufgehoben wird.

Folgende Felder werden nicht angezeigt, wenn ihre Kraftmessdose nicht über einen Temperatursensor verfügt: C9C, U9C, U93A.

Nominal Temperature Overload Warning: Aktiviert/deaktiviert die Warnungen bei Über-/Unterschreitungen der Nenntemperatur des Aufnehmers. Über-/Unterschreitungen des Gebrauchstemperaturbereichs ergeben immer eine Warnung.

Transducer nominal temperature upper limit: Obere Nenntemperatur des Aufnehmers

Transducer nominal temperature lower limit: Untere Nenntemperatur des Aufnehmers

Transducer operational temperature upper limit: Obere Grenztemperatur des Aufnehmers

Transducer operational temperature lower limit: Untere Grenztemperatur des Aufnehmers

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0056	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Mainboard-temperatur	Oberes Limit
0x0058	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Unteres Limit
0x005E	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Prozessor-temperatur	Oberes Limit
0x005F	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Unteres Limit

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Daten-größe (Bytes)	Name	Beschreibung
0x0203	0x00	Read/Write	UInteger8T	1	Nominal Temperature Overload Warning	Aktiviert/deaktiviert die Warnungen bei Über-/Unterschreitungen der Nenntemperatur des Sensors 0x00 = Deaktivieren 0x01 = Aktivieren
0x0055	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Aufnehmer-Temperatur	Nenntemperatur Oberes Limit
0x0056	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Nenntemperatur Unteres Limit
0x0057	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Gebrauchstemperatur Oberes Limit
0x0058	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Gebrauchstemperatur Unteres Limit
0x005E	0x00	ReadOnly	Float32T	4		Hysterese zum Zurücknehmen von Temperaturwarnungen
0x005F	0x00	ReadOnly	Float32T	4	Untere Limits	

### 8.2.3.9 Alarmer (IO-Link Events)

Die Elektronik überwacht den Sensor und vergleicht die mechanischen und thermischen Belastungen ständig mit den Grenzwerten der Kraftmessdose, im Fall der thermischen Überwachung auch mit den Grenzwerten der elektronischen Komponenten.

Die Elektronik nutzt für die Bewertung der mechanischen Belastung eine sehr hohe Abtastrate. Auch sehr kurze Kraftspitzen werden erfasst und führen im Falle einer Überschreitung der Grenzwerte zu einer Meldung. Da die Ausgabe der Messwerte über die IO-Link-Verbindung mit geringerer Datenrate erfolgt, ist es möglich, dass Sie einen

Kraftwert, der als Überlastung registriert wurde, in den übertragenen Messdaten nicht finden können.

Zur Bewertung der Überschreitung der Nennkraft/Gebrauchskraft werden die nicht null-gesetzten ungefilterten Messwerte genutzt, d.h. Nullsetzen oder Filtereinstellungen haben keinen Einfluss auf die Überwachungsfunktionen.

Im Fall einer Überschreitung der oben erklärten Parameter wird immer ein IO-Link-Event erzeugt. Der Master kann das Event in die Feldbusebene weiterleiten. Der Master fordert automatisiert die Event-ID an.

Die Warnung zur Überschreitung des Nennbereiches von Kraft und Temperatur kann deaktiviert werden. Alle anderen Events sind nicht abschaltbar.

„Notification“-Events werden bei Eintritt des Ereignisses einmalig gesendet.

„Error“- und „Warning“-Events bleiben aktiv, solange der sie auslösende Zustand besteht (z.B. Elektronik arbeitet außerhalb des Temperaturbereichs). Sobald dieser Zustand sich so ändert, dass das Gerät wieder im zulässigen Bereich arbeitet, werden „Error“- und „Warning“-Events deaktiviert.

Erscheint der Temperaturfehler 0x4000, so können Sie im Menü „Temperature Limits“ kontrollieren, welcher Wert außerhalb der Spezifikation liegt.

Event ID	Auslöser	Art des Events	Beschreibung
0x4000 (dec: 16384)	Temperaturfehler Prozessor, Mainboard oder Gebrauchsbereich des Sensors	Error	Temperature fault – Overload Failure
0x4210 (dec: 16912)	Betrieb oberhalb des zulässigen Nenn-temperaturbereichs des Sensors	Warning	Temperature overrun – Clear source of heat
0x4220 (dec: 16928)	Betrieb unterhalb des zulässigen Nenn-temperaturbereichs des Sensors	Warning	Temperature underrun – Insulate Device
0x1801 (dec: 6145)	Überschreitung Nennkraft Druck	Warning	Nominal force limit Exceeded – Maximum nominal compressive force limited exceeded
0x1802 (dec: 6146)	Überschreitung Nennkraft Zug	Warning	Nominal force limit Exceeded – Maximum nominal tensile force limited exceeded

Event ID	Auslöser	Art des Events	Beschreibung
0x1803 (dec: 6147)	Überschreitung Gebrauchskraft Druck	Error	Maximum operation compressive force limit exceeded
0x1804 (dec: 6148)	Überschreitung Gebrauchskraft Zug	Error	Maximum operation tensile force limit exceeded

Event ID (hex)	Verbrauch der dynamischen Überlastreserve	Art des Events	Anmerkung
0x1811	10%	Notification	Wird der prozentuale Schwellenwert erreicht, wird das Notification-Event einmalig ausgelöst.
0x1812	20%		
0x1813	30%		
0x1814	40%		
0x1815	50%		
0x1816	60%		
0x1817	70%		
0x1818	80%		
0x1819	90%		
0x181A	100%	Warning	Bei 100% Verbrauch der dynamischen Reserve wird das Warnungs-Event dauerhaft aktiviert

### 8.2.3.10 System Commands

Durch den IO-Link-Standard sind einige „System Commands“ definiert. Diese Standardbefehle werden durch die Elektronik um weitere anwendungsspezifische Befehle ergänzt.

Index (hex)	Sub-index (hex)	Berechtigung	Datentyp	Datengröße (Bytes)	Name
0x0002	0x00	Write Only	UInteger8T	1	System Command

Ein Befehl wird unmittelbar durch Schreiben des zugeordneten Codes an die Variable „System Command“ ausgelöst. Die Elektronik unterstützt die folgenden Befehle:

Code	Funktion	Siehe Kapitel
0x41 (dec: 65)	Teach Schalterpunkt Grenzwertschalter 1	8.2.3.7.5, Seite 37
0x42 (dec: 66)	Teach Schalterpunkt Grenzwertschalter 2	8.2.3.7.5, Seite 37
0x80 (dec: 128)	Device Reset	8.2.3.7.9, Seite 47
0x81 (dec: 129)	Application Reset	8.2.3.7.9, Seite 47
0x82 (dec: 130)	Restore factory settings	8.2.3.7.9, Seite 47
0x83 (dec: 131)	Back-to-box	8.2.3.7.9, Seite 47
0xD0 (dec: 208)	Benutzerdefinierten Nullpunkt-Offset auf aktuellen Messwert setzen	8.2.3.7.4, Seite 36
0xD1 (dec: 209)	Erfassung der statistischen Werte neu starten	8.2.3.7.8, Seite 44
0xD2 (dec: 210)	Benutzerdefinierten Nullpunkt-Offset auf Null setzen	8.2.3.7.4, Seite 36

### 8.2.3.11 Quellen

[IO-Link] IO-Link Interface and System, Specification, Version 1.1.3 June 2019, <https://io-link.com/de/Download/Download.php>

[Smart Sensor Profile] IO-Link Profile Smart Sensors 2nd Edition, Specification, Version 1.1 September 2021, <https://io-link.com/de/Download/Download.php>

## 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 U9C kann mit TEDS ausgeliefert werden, der dann im Steckergehäuse montiert und verschaltet ist und von HBK vor Auslieferung beschrieben wird. Wird der Kraftaufnehmer mit TEDS bestellt, so werden die Kennwerte aus dem Prüfprotokoll im TEDS Chip hinterlegt, bei einer eventuellen zusätzlich bestellten DAkKS-Kalibrierung werden die Ergebnisse der Kalibrierung in den TEDS-Chip abgelegt.

Das TEDS-Modul ist für alle Steckervarianten in Zero-Wire-Technik ausgeführt. Dabei wird die Verschaltung im Stecker so vorgenommen, dass der Kraftaufnehmer an die HBK-Messverstärker mit Zero Wire Technik angeschlossen werden kann. Beachten Sie, dass zur einwandfreien Funktion des TEDS alle Verlängerungen in Sechisleitertechnik ausgeführt sein müssen.

Wird ein entsprechender Verstärker angeschlossen (z.B. QuantumX von HBK), so liest die Elektronik des Verstärkers den TEDS Chip aus, die Parametrierung erfolgt dann automatisch ohne weiteres Zutun des Benutzers.

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 TECHNISCHE DATEN

Nennkraft	$F_{nom}$	N	50	100	200							
		kN				0,5	1	2	5	10	20	50
<b>Genauigkeit</b>												
<b>Genauigkeitsklasse</b>			0,2									
<b>relative Spannweite in unveränderter Einbaulage</b>	$b_{rg}$	%	< 0,2									
<b>relative Umkehrspanne</b>	$v$	%	< 0,2									
<b>Linearitätsabweichung</b>	$d_{lin}$	%	< 0,2									
<b>relatives Kriechen (30 min)</b>	$d_{cr,F}$	%	< 0,2				< 0,1					
<b>Biegemomenteinflüsse bei 10% <math>F_{nom}</math> * 10 mm (typisch)</b>	$d_{Mb}$	%	0,055	0,045	2,35				2,45	0,5		
<b>Temperatureinfluss auf den Kennwert</b>												
<b>im Nenntemperaturbereich</b>	$TK_C$	%/10K	0,2									
<b>im Gebrauchstemperaturbereich</b>	$TK_C$	%/10K	< 0,5									
<b>Temperatureinfluss auf das Nullsignal</b>												
<b>im Nenntemperaturbereich</b>	$TK_0$	%/10K	< 0,2									
<b>im Gebrauchstemperaturbereich</b>	$TK_0$	%/10K	< 0,50									
<b>Elektrische Kennwerte</b>												
<b>Nennkennwert</b>	$C_{nom}$	mV/V	1									
<b>Toleranzbereich des Nullsignals</b>	$d_{s,0}$	mV/V	$\pm 0,2$									
<b>Kennwertabweichung</b>	$d_c$	%	< $\pm 1$ Zug, < $\pm 2$ Druck									
<b>Kennwertunterschied Zug/Druck</b>	$d_{zd}$	%	< 2									
<b>Eingangswiderstand</b>	$R_e$	$\Omega$	250 - 400				300 - 450					
<b>Ausgangswiderstand</b>	$R_a$	$\Omega$	200 - 400				145 - 450					
<b>Isolationswiderstand</b>	$R_{ISO}$	$\Omega$	> $1 \cdot 10^9$									

Nennkraft	$F_{nom}$	N	50	100	200								
		kN				0,5	1	2	5	10	20	50	
<b>Gebrauchsbereich der Speisespannung</b>	$B_{u,gt}$	V	0,5...12										
<b>Referenzspeisespannung</b>	$U_{ref}$	V	5										
<b>Anschluss</b>			4-Leiterschaltung										
<b>Temperatur</b>													
<b>Referenztemperatur</b>	$t_{ref}$	°C	23										
<b>Nenntemperaturbereich</b>	$B_{t,nom}$	°C	-10...+70										
<b>Gebrauchstemperaturbereich</b>	$B_{t,g}$	°C	-30...+85										
<b>Lagertemperaturbereich</b>	$B_{t,S}$	°C	-30...+85										
<b>Mechanische Kenngrößen</b>													
<b>Max. Gebrauchskraft</b>	$F_G$	% von $F_{nom}$	200				150						
<b>Grenzkraft</b>	$F_L$		> 200				> 150						
<b>Bruchkraft</b>	$F_B$		> 400										
<b>Grenzdrehmoment</b>	$M_G$	Nm	1,7	3,4	2,5	3,7	4,5	28	23	11	11	35	
<b>Grenzbiegemoment bei Belastung mit Nennkraft</b>	$M_{b,zul}$	Nm	0,17	0,7	1,5	3,7	3,8	10,2	14,4	8,2	8,6	28,5	
<b>Statische Grenzquerkraft bei Belastung mit Nennkraft</b>	$F_q$	% von $F_{nom}$	100				50	100	50	18	6	8	
<b>Nennmessweg</b>	s	mm	0,008				0,018			0,03	0,05	0,09	0,14
<b>Grundresonanzfrequenz</b>	$f_G$	kHz	6,5	9,1	12,6	15,3	15,9	13,2	14,5	14,6	14,6	7,2	
<b>Relative Schwingbeanspruchung</b>	$F_{rb}$	% von $F_{nom}$	70				80					70	
<b>Maximale Schockbelastung nach IEC 60068-2-6</b>													
<b>Anzahl</b>			1.000										
<b>Dauer</b>		ms	3										
<b>Beschleunigung</b>		m/s <sup>2</sup>	1.000										

Nennkraft	F <sub>nom</sub>	N	50	100	200							
		kN				0,5	1	2	5	10	20	50
<b>Schwingbeanspruchung nach IEC 60068-2-27</b>												
Frequenzbereich		Hz	5 ... 65									
Dauer		min	30									
Beschleunigung		m/s <sup>2</sup>	150									
<b>Allgemeine Angaben</b>												
Schutzart nach EN 60529			IP67									
Federkörperwerkstoff			Stahl									
Vergussmasse			Silikon									
Kabel			Vierleiterschaltung, PUR - Isolierung									
Kabellänge		m	1,5; 3; 5; 6; 7; 12									
Gewicht		g	75	100							400	

### Inline-Verstärker VA1, VA2

Modultyp		VA1	VA2
<b>Genauigkeit</b>			
Genauigkeitsklasse	%	0,15	
Temperatureinfluss auf die Verstärkung	%	0,10	
Relative Linearitätsabweichung	%	0,01	
Temperatureinfluss auf den Nullpunkt	%	0,15	
<b>Elektrische Kennwerte</b>			
Ausgangssignal		0 ... 10 V	4 ... 20 mA
Nennkennwert		10 V	16 mA
Kennwerttoleranz		± 0,1 V	± 0,16 mA
Nullsignal		5 V	12 mA
Bereich des Ausgangssignals		-0,3 ... 11 V	3 ... 21 mA
Grenzfrequenz (-3 dB)	kHz	2	
Versorgungsspannung	V	19 ... 30	
Nennversorgungsspannung	V	24	
Maximal Stromaufnahme	mA	15	30

Modultyp		VA1	VA2
<b>Temperatur</b>			
Nenntemperaturbereich	°C	-10...+50	
Gebrauchstemperaturbereich	°C	-20...+60	
Lagerungstemperaturbereich	°C	-25...+85	
Referenztemperatur	°C	23	
<b>Maximale Schockbelastung nach IEC 60068-2-6</b>			
Anzahl		1.000	
Dauer	ms	3	
Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>	1.000	
<b>Schwingbeanspruchung nach IEC 60068-2-27</b>			
Frequenzbereich	Hz	5 ... 65	
Dauer	min	30	
Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>	150	
<b>Allgemeine Angaben</b>			
Gehäusematerial		Aluminium	
Gewicht ohne Kabel	g	125	
Maximale Kabellänge für Versorgungsspannung/Ausgangssignal	m	30	
Schutzart nach EN 60529		IP67	

### Inline-Verstärker VAIO

Modultyp		VAIO
<b>Genauigkeit</b>		
Genauigkeitsklasse		0,01
Temperatureinfluss auf die Verstärkung	%/10K	0,01
Temperatureinfluss auf den Nullpunkt	%/10K	0,01
<b>Elektrische Kennwerte</b>		
Ausgangssignal; Interface		COM3, Nach IO Link Standard, Class A
Min. Zyklus (max. Ausgaberate)	ms	0,9
Messrate (intern)	S/s	40000
Grenzfrequenz (-3 dB)	kHz	4

Modultyp		VAIO
Referenzversorgungsspannung	V	24
Bereich der Versorgungsspannung	V	19 - 30
Max. Leistungsaufnahme	mW	3200
Rauschen	ppm von Nennkraft	Mit Besselfilter 1 Hz: 25 Mit Besselfilter 10 Hz: 63 Mit Besselfilter 100 Hz: 195 Mit Besselfilter 200 Hz: 275 Ohne Filter: 3020
<b>Filter</b>		
Tiefpassfilter		Beliebig einstellbare Grenzfrequenz, Bessel- oder Butterworthcharakteristik, 6. Ordnung
<b>Gerätefunktionen</b>		
Grenzwertschalter		2 Grenzwertschalter. Invertierbar, Hysterese beliebig einstellbar. Ausgabe über Prozessdaten oder digitalem Ausgang
Digitale IO		Nach IO Link Smart Sensor Profile, 1 permanent verfügbarer digitaler Ausgang, 1 Ausgang kann auf Datenausgang gelegt werden, dann keine Messung möglich
Schleppzeigerfunktion		Ja
Spitzenwertspeicher		Ja
Peak-Peak-Speicher		Ja
Warnfunktionen		Warnung bei Überschreitung Nennkraft/ Gebrauchskraft; Nenntemperatur/Gebrauchstemperatur
<b>Temperatur</b>		
Nenntemperaturbereich	°C	-10 ... +50
Gebrauchstemperaturbereich	°C	-10 ... +60
Lagertemperaturbereich	°C	-25 ... +85
Referenztemperatur	°C	23
<b>Maximale Schockbelastung nach IEC 60068-2-6</b>		
Anzahl		1000
Dauer	ms	3

Modultyp		VAIO
Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>	1000
<b>Maximale Schwingbeanspruchung nach IEC 60068-2-27</b>		
Frequenzbereich	Hz	5 ... 65
Dauer	min	30
Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>	150



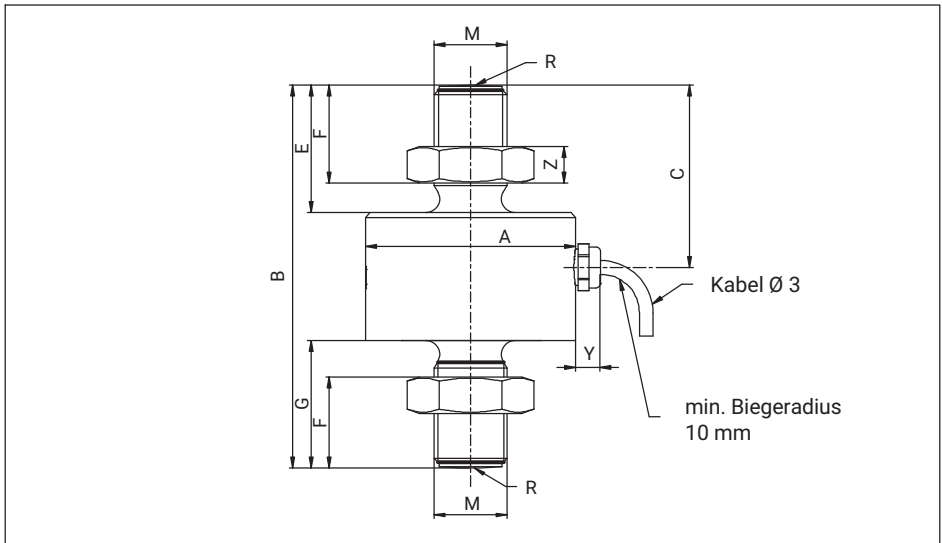


Abb. 11.2 Abmessungen U9C 0,5 kN bis 50 kN

Nennkraft der U9C	A <sub>0,1</sub>	B	C	E	F	G	M	R	Y	Z
	[mm]									
0,5kN bis 1kN	26	44,5	20,5	13	9,5	13,5	M5	20	ca. 5,5	2,7
2kN bis 20kN	26	60	28,5	21	16	21	M10	40	ca. 5,5	5
50kN	46	84	40	28	21,5	28	M16x1,5	80	ca. 5,5	8



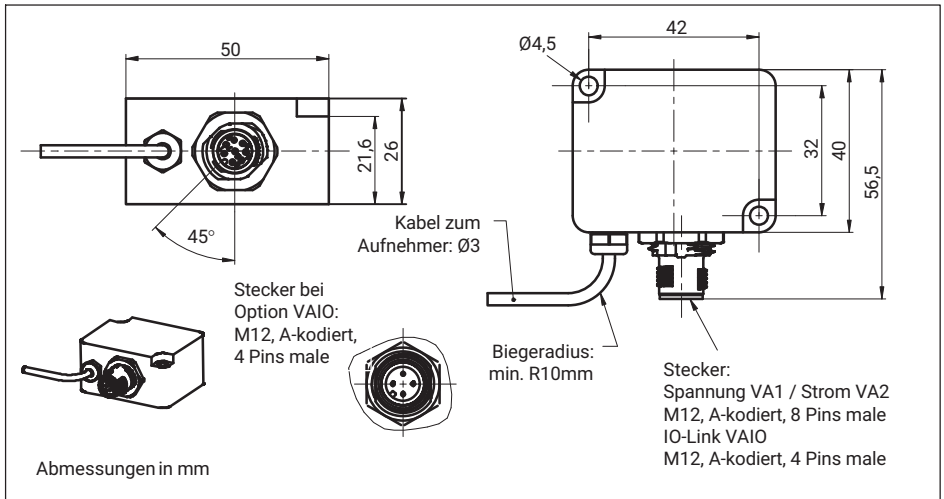


Abb. 11.3 Abmessungen Inline-Verstärkermodul

**Gelenkösen** (zusätzlich zu beziehen)

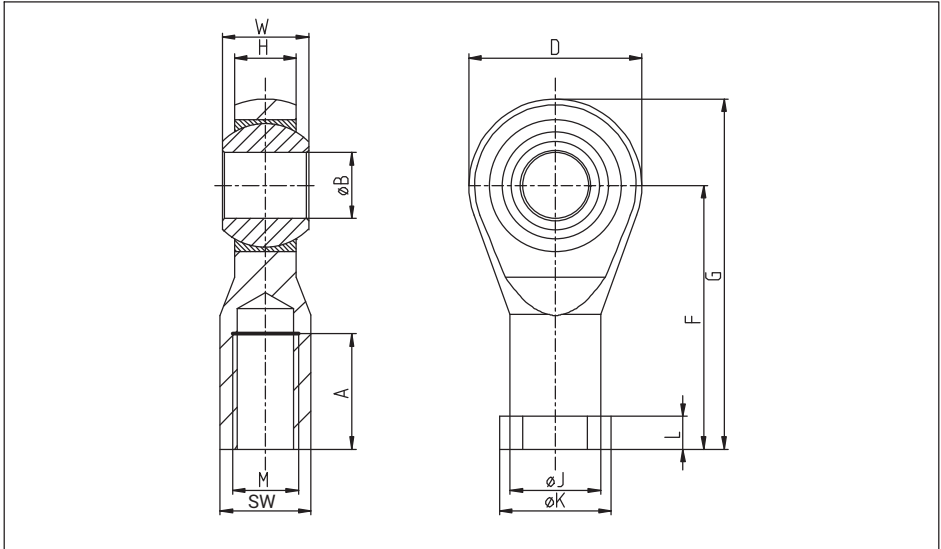


Abb. 11.4 Gelenkösen zur U9C

Nennkräfte	Bestellnummer	A	B <sup>H7</sup>	D	F	G	H	J	K	L	M	SW	W
		[mm]											
50N bis 1kN	1-Z8/100kg/ZGW	10	5	18	27	36	6	9	11	4	M5	9	8
2kN bis 20 kN	1-U9/20KN/ZGWR	20	10	28	43	57	10,5	15	19	6,5	M10	17	14
50 kN	1-U9a/50kN/ZGW	28	16	42	64	85	15	22	27	8	M16x1,5	22	21

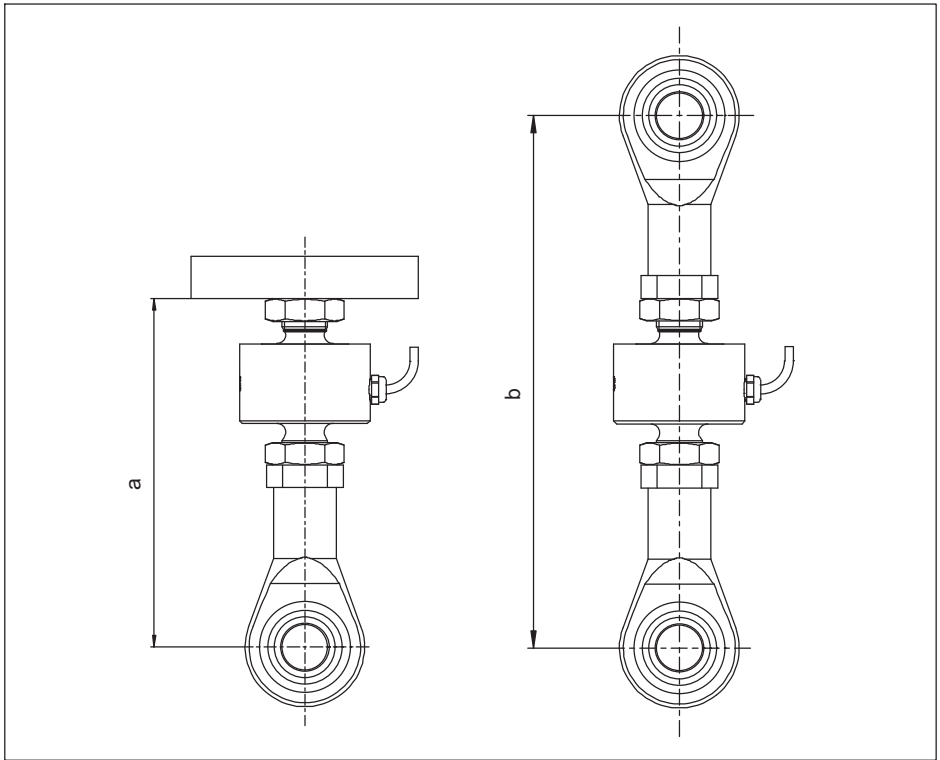


Abb. 11.5 Abmessungen der U9C bei Verwendung von einer oder zwei Gelenkösen.

Nennkraft	$a_{\min}$	$a_{\max}$	$b_{\min}$	$b_{\max}$
	[mm]			
50 ... 20 N	55	59	82	86
0,5 ... 1 kN	56	61	83	88
2 ... 20 kN	79	82	122	125
50 kN	116	116	180	180

Tab. 11.1 Einbaumaße der U9C bei Verwendung von Gelenkösen

