

Akkreditiertes Kalibrierlaboratorium nach  
*Accredited calibration laboratory according to*

DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Mitglied im  
*Member of*

**Deutschen Kalibrierdienst**

**DKD**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-12029-01-00

<b>3762011</b>
D-K- 12029-01-00
<b>2023-04</b>

Kalibrierschein  
*Calibration certificate*

**SAMPLE / MUSTER**

Kalibrierzeichen  
*Calibration mark*

Gegenstand  
*Object*

**Kraftaufnehmer**  
*Force Transducer*

Hersteller  
*Manufacturer*

**Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, DE - Darmstadt**

Typ  
*Type*

**TOP-Z30A/2 kN**

Serien-Nr.  
(Prüfmittel-Nr.)  
*Serial number  
(Test equipment no.)*

**123456789**

Eigentümer  
*Owner*

**Muster GmbH, DE - 12345 Musterstadt**

Auftragsnummer  
*Order No.*

**987654321**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
*Number of pages of the certificate*

**11**

Datum der Kalibrierung  
*Date of calibration*

**2023-04-05**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Die DAkkS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. *This calibration certificate documents the metrological traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS is signatory to the mutual agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the multilateral recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.*

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. *This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.*

Stempel  
*Seal*



Datum  
*Date*

**2023-05-04**

Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
*Head of the calibration laboratory*

**Stenner**

Bearbeiter  
*Person in charge*

**Schumann**

### Kalibriereinrichtung

Force reference standard

**2,5 kN** Kraft-BNME (s. DAkkS-Akkreditierungsurkunde vom 2022-06-17)  
(see DAkkS accreditation certificate dated 2022-06-17)

Kleinste angebbare  
Messunsicherheit:  
Best measurement capability

**0,005 / 0,008 %**

der eingestellten Kraftstufe für Druck- / Zugkraft  
of the force step selected ( for compression / tension )

### Kalibrierbedingungen

Calibration conditions

Umgebungstemperatur: Anfang / Begin: **(21,0 ± 1) °C** Ende / End: **(20,9 ± 1) °C**  
Ambient temperature

Umgebungsfeuchte: **(45 ± 2) % rel.**  
Environmental humidity

Die Kalibrierung ist nur gültig bei Verwendung des unten beschriebenen Ausgeber-Typs.

The calibration is only valid if a signal conditioner of the same type as described below is used.

### Angaben zum Aufnehmer

Transducer data

Nullsignal (ausgebaut): **-0,000174 mV/V**  
Zero signal (unmounted)

Einbauteile der Kalibrierung:  
Mounting parts for calibration

### DAkkS-Standard

DAkkS-standard

Angaben zum Kabel:

Cable data

**Laboreig. Anschlusskabel 4,5 m, 6-adrig**  
Owned by the laboratory: connection cable 4,5 m, 6-wire

### Aufnehmersversorgung:

Transducer supply voltage

**5 V; 225 Hz**

**Angaben zum Ausgeber und Anzeiger***signal conditioner and indicator data*

Grundgerät: \*\*\*\*

*system*

Identifizierung: -----

*identification*Verstärkertyp: **HBM-DMP41-E6***amplifier type*

(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums)

*(owned by the calibration laboratory)*Identifizierung: **DKD201-1***identification*Firmware-Version: **1.0.14.0***firmware version*Messkanal: **1***measuring channel*Messbereich: **2,500000 mV/V***measuring range*Filter: **0,1 Hz Bessel***filter*Kalibriersignal: **2,499999 mV/V***calibration signal*Anschlussart: **6-Leiter***type of connection**6-lead*Anzeigertyp: **PC***indicator type*

(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums)

*(owned by the calibration laboratory)*Identifizierung: **PR1205***identification*

Software: \*\*\*\*

*software*

Anzeigeranpassung: \*\*\*\*

*indicator adaptation***Sonstiges***other data*

**Auf Kundenwunsch sind die im TEDS-Speicher des Aufnehmers hinterlegten Skalierungsinformationen NICHT an die vorliegende Kalibrierung angepasst. Die vor dieser Kalibrierung bereits im TEDS gespeicherten Daten wurden nicht geändert.**

*Upon request of the customer the scaling information stored in the transducer's TEDS memory has NOT been adapted to the calibration at hand. The data already stored into TEDS before this calibration has not been changed.*

**Kalibrierverfahren**

Die Kalibrierung wurde gemäß der Norm DIN EN ISO 376:2011 durchgeführt:

- 1) 3-malige Vorbelastung vor Kalibrierung in der jeweiligen Krafrichtung mit Kalibrierhöchstkraft (diese Vorbelastung ist vor jeder Benutzung zu wiederholen!)
- 2) Anzeigewerte bei zunehmender Kraft: Messreihen R1, R2, R3, R5  
Anzeigewerte bei abnehmender Kraft: Messreihen R4', R6'
- 3) Ausbau aus der Belastungseinrichtung, Drehung, Wiedereinbau und einmalige Vorbelastung:  
nach Messreihe R2 Drehung um 120 Grad  
nach Messreihe R4' Drehung um 120 Grad

Alle Messwerte und berechneten Werte sind um die jeweilige Nullanzeige reduziert.

"AE" = Anzeigeeinheiten.

Korrekturen laut Akkreditierung sind berücksichtigt.

Die Kalibrierung erfolgt im Anlieferzustand (as found), relevante Informationen oder davon abweichende Bedingungen sind auf Seite 3 unter Sonstiges, bzw. Anzeigeranpassung dokumentiert.

**Messunsicherheit**

In den Tabellen 4 und 5 ist jeweils die kleinste relative erweiterte Messunsicherheit  $W$  für zunehmende Kräfte angegeben, in Tabelle 7 für zu- und abnehmende Kräfte. Sie setzt sich aus den Ergebnissen der Kalibrierung zusammen und wurde gemäß EA-4/02 M:2022 und Anhang C.1 der ISO 376 ermittelt. Angegeben ist die relative erweiterte Messunsicherheit nur für bestimmte Werte, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k=2$  ergibt. Sie gilt jeweils für Belastungen zwischen der angegebenen Kraftstufe und Kalibrierhöchstkraft. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall.

Ein Anteil für die Langzeit-Instabilität des Kalibriergegenstandes ist in der Messunsicherheit nicht enthalten.

Bei der Kalibrierung mit Umkehrspanne ist das Kriechen als Beitrag zur Messunsicherheit berücksichtigt. In Tabelle 7 ist als zusätzliche Information für den Anwender, die Messunsicherheit nach Punkt C.2.4 der ISO 376 inklusive eines zusätzlichen Umkehrspanneneinflusses aufgeführt.

Die erweiterte Messunsicherheit des verwendeten HBM-eigenen Messverstärkers in Höhe von  $3,5E-5$  mV/V ist in der Berechnung der Messunsicherheit enthalten.

**Kriechmessung**

Die relative Kriechabweichung  $c$  wird aus den Anzeigewerten 30 s und 300 s nach Wegnahme der Kalibrierhöchstkraft in der letzten Einbaustellung ermittelt. Die Höchstkraft wurde nach dem letzten Messpunkt dieser Einbaustellung für 60 s aufgebracht.

**Klassifizierungskriterien**

Durch die Möglichkeit der Norm ein Kraftmessgerät nur für bestimmte Kräfte oder für Interpolation und mit oder ohne Umkehrspannenmessung zu klassifizieren, ergeben sich 4 unterschiedliche Fälle. Für die Klassifizierung werden grundsätzlich die folgenden Kriterien berücksichtigt:

rel. erweiterte Vergleichspräzision  $b$ , Wiederholpräzision  $b'$ , Nullpunktabweichung  $f_0$ , Auflösung  $r$ , und erweiterte Messunsicherheit der Kalibrierkraft.

Die Angabe "-" für die Klasse in den Tabellen 4,5,11,12 bedeutet, dass keine Klassifizierung nach ISO 376 möglich ist.

Für die 4 in der Norm aufgeführten Fälle sind zusätzlich die folgenden Kriterien mit zu berücksichtigen:

Fall A rel. Kriechabweichung  $c$

Fall B rel. Umkehrspanne  $v$

Fall C rel. Interpolationsabweichung  $f_c$  und rel. Kriechabweichung  $c$

Fall D rel. Interpolationsabweichung  $f_c$  und rel. Umkehrspanne  $v$

**Konformität**

Die Konformitätsaussage für den auf Seite 1 benannten Kalibriergegenstand bezieht sich auf die oben aufgeführten, in der Norm DIN EN ISO 376 definierten, Klassifizierungen.

**Calibration procedure**

The calibration was performed according to the ISO 376:2011 international standard:

- 1) 3 times loading with max. calibration force in the respective force direction prior to calibration (this kind of loading has to be repeated each time the transducer is used!)
- 2) Readings at increasing force: measuring series R1, R2, R3, R5  
Readings at decreasing force: measuring series R4', R6'
- 3) The transducer was removed from the calibration device, rotated, reinstalled, loaded one time:  
after measurement serie R2 rotated by 120 degrees  
after measurement serie R4' rotated by 120 degrees

All measured values and calculated results have been reduced by the indication at zero load.

"AE" = Indication units.

Corrections according to accreditation included.

The calibration is carried out as found, relevant information or conditions deviating from this are documented on page 3 under Other data or Indicator adaption.

**Measurement uncertainty**

In table 4 and 5 the relative expanded measurement uncertainty  $W$  for increasing force is given, in table 7 for in- and decreasing forces. It is based on the result of the calibration and has been determined according to EA-4/02 M:2022 and appendix C.1 of the ISO 376. The reported expanded uncertainty is stated as the standard uncertainty multiplied by  $k=2$  and has been determined for specific forces only. Uncertainty is valid for any load from the respective force step to the max. calibration force. The probability of the measured value being within the assigned range of values is 95%.

The measurement uncertainty does not contain a component for the long-term behavior of the device.

For calibrations including hysteresis only the creep is taken into account as part of the measurement uncertainty. Table 7 provides users with additional information calculating the measurement uncertainty according to C.2.4 of ISO 376 including an additional influence of the reversibility error.

The expanded measurement uncertainty of 3,5E-5 mV/V of the HBM-owned amplifier is contained in the calculation of the measurement uncertainty.

**Creep measurement**

The relative creep error  $c$  is calculated from the readings 30 s and 300 s after removal of the maximum calibration force in the last mounting position. The maximum calibration force was applied for 60 s after the last measuring point of this mounting position.

**Criteria for classification**

The standard enables a force measuring device to be classified for specific forces only or for interpolation and with or without hysteresis measurement. This results in 4 different cases. In general classification is based on the following criteria:

rel. reproducibility  $b$ , repeatability  $b'$ , zero error  $f_0$ , resolution  $r$ , and expanded uncertainty of the applied calibration force.

"-" for classification in table 4,5,11,12 means that classification according to ISO 376 is not possible.

For the 4 cases listed in the standard, the following criteria need to be taken into account in addition:

Case A rel. creep deviation  $c$

Case B rel. hysteresis  $v$

Case C rel. interpolation error  $f_c$  and rel. creep deviation  $c$

Case D rel. interpolation error  $f_c$  and rel. hysteresis  $v$

**Statement of conformity**

The statement of conformity for the calibration device named on page 1 applies to the classification specified in the international standard ISO 376, as listed above.

**Tabelle 1** Messdaten in Richtung Zugkraft in mV/V

table 1 Measuring data for tension in mV/V

Kraft in N <i>Force</i>	unveränderte Einbaulage <i>unchanged mounting position (0°)</i>		verschiedene Einbaulagen <i>rotated mounting positions</i>			
	R1	R2	R3	R4'	R5	R6'
0	0,000000	0,000000	0,000000	-0,000034	0,000000	-0,000031
200	-0,200005	-0,200002	-0,200005	-0,200055	-0,200005	-0,200061
400	-0,400011	-0,400010	-0,400012	-0,400063	-0,400013	-0,400070
600	-0,600027	-0,600026	-0,600027	-0,600069	-0,600027	-0,600070
800	-0,800044	-0,800048	-0,800045	-0,800071	-0,800047	-0,800063
1000	-1,000064	-1,000078	-1,000068	-1,000077	-1,000067	-1,000075
1200	-1,200089	-1,200104	-1,200095	-1,200099	-1,200091	-1,200095
1600	-1,600141	-1,600147	-1,600148	-1,600151	-1,600136	-1,600143
2000	-2,000231	-2,000224	-2,000228	-2,000228	-2,000214	-2,000214
0	-0,000018	-0,000020		-0,000034		-0,000031

**Tabelle 2** Relative Nullpunktabweichung  $f_0$  bezogen auf die Kalibrierhöchstkraft

table 2 Zero deviation relative to max. calibration force

R1	R2	R4'	R6'
0,001 %	0,001 %	0,002 %	0,002 %

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

The results are rounded to 0,001 %

**Kriechen c**

creep c

0,000 %

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

The results are rounded to 0,001 %

**Tabelle 3** Arithmetische Mittelwerte in mV/V, Wiederholpräzision  $b'$  und Vergleichspräzision

table 3 Average values in mV/V and reproducibility without and with rotation

Zugkraft <i>Tension</i> Kraft in N <i>Force</i>	unveränderte Einbaulage <i>unchanged mounting position (0°)</i>		verschiedene Einbaulagen <i>rotated mounting positions</i>	
	arith. Mittel	$b'$ in %	arith. Mittel	$b$ in %
	average value	rel. range	average value	rel. range
200	-0,200004	0,001	-0,200005	0,000
400	-0,400011	0,000	-0,400012	0,000
600	-0,600026	0,000	-0,600027	0,000
800	-0,800046	0,000	-0,800045	0,000
1000	-1,000071	0,001	-1,000066	0,000
1200	-1,200097	0,001	-1,200092	0,000
1600	-1,600144	0,000	-1,600141	0,001
2000	-2,000227	0,000	-2,000224	0,001

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet

All results are rounded to the last decimal

**Tabelle 4** Klassifizierung und Messunsicherheit für Fall A und Fall C

table 4 Classification and measurement uncertainty for case A and case C

Bei Verwendung dieser Auswertung ist das Messgerät nur für zunehmende Kräfte zugelassen

When using this evaluation the instrument is approved for increasing forces only

Zugkraft Tension Kraft in N Force	Fall A Case A			Fall C Case C		
	Klasse Classification	$W_A (k=2)$ in %	$X_a$ in mV/V	$f_c$ in %	Klasse Classification	$W_C (k=2)$ in %
200	00	0,020	-0,200006	-0,0003	00	0,020
400	00	0,013	-0,400015	-0,0007	00	0,013
600	00	0,011	-0,600028	-0,0002	00	0,011
800	00	0,010	-0,800044	0,0001	00	0,010
1000	00	0,010	-1,000064	0,0002	00	0,010
1200	00	0,010	-1,200088	0,0003	00	0,010
1600	00	0,009	-1,600147	-0,0003	00	0,010
2000	00	0,009	-2,000222	0,0001	00	0,009

**Tabelle 5** Klassifizierung und Messunsicherheit für Fall B und Fall D

table 5 Classification and measurement uncertainty for case B and case D

Bei Verwendung dieser Auswertung ist das Messgerät für zu- und abnehmende Kräfte zugelassen

When using this evaluation the instrument is approved for in- and decreasing forces

Zugkraft Tension Kraft in N Force	$\nu$ in %	Fall B Case B		Fall D Case D			
		Klasse Classification	$W_B (k=2)$ in %	$X_a$ in mV/V	$f_c$ in %	Klasse Classification	$W_D (k=2)$ in %
200	0,026	00	0,020	-0,200006	-0,0003	00	0,020
400	0,013	00	0,013	-0,400015	-0,0007	00	0,013
600	0,007	00	0,011	-0,600028	-0,0002	00	0,011
800	0,003	00	0,010	-0,800044	0,0001	00	0,010
1000	0,001	00	0,010	-1,000064	0,0002	00	0,010
1200	0,000	00	0,010	-1,200088	0,0003	00	0,010
1600	0,000	00	0,009	-1,600147	-0,0003	00	0,010
2000		00	0,009	-2,000222	0,0001	00	0,009

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

Zur Berechnung der erweiterten relativen Messunsicherheit innerhalb des gesamten Bereichs der kalibrierten Kraftstufen kann nachfolgende Formel genutzt werden. Dabei können die Werte der Formel zu den in der Tabelle angegebenen Unsicherheitswerten hin zu größeren Unsicherheiten abweichen.

For calculation of the relative expanded measurement uncertainty for any force within the range of calibrated force steps the following equation can be used. Although the uncertainty calculated with the equation may deviate to higher uncertainty values than the uncertainty given in the table.

$$W_{Cfit} = W_{Dfit} = 2 \cdot p_{opt} \cdot \frac{1}{F^q}$$

$$p_{opt} = 0,0005505$$

$$q = 0,32539$$

F Kraft nach Tabelle 5

force acc. table 5



Die Interpolationsgleichung wurde nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den Mittelwerten in verschiedenen Einbaulagen ermittelt und lautet wie folgt:

The interpolation equation was calculated using the least squares method and is based on the average values in rotated mounting positions. The equation is as follows:

$$Y_3 = A \cdot X^3 + B \cdot X^2 + C \cdot X \quad (X \text{ in N})$$

$A = -2E-015 \quad B = -4,1E-011 \quad C = -0,001000021$

**Tabelle 6** Anzeigewerte aufgrund der Interpolationsgleichung in mV/V (Y3)  
table 6 Readings based on the interpolation equation in mV/V (Y3)

Zugkraft  
Tension

Kraft in N Force X	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
0										
200	-0,200006	-0,220007	-0,240007	-0,260008	-0,280009	-0,300010	-0,320011	-0,340012	-0,360013	-0,380014
400	-0,400015	-0,420016	-0,440017	-0,460019	-0,480020	-0,500021	-0,520022	-0,540024	-0,560025	-0,580026
600	-0,600028	-0,620029	-0,640031	-0,660032	-0,680034	-0,700035	-0,720037	-0,740039	-0,760041	-0,780042
800	-0,800044	-0,820046	-0,840048	-0,860050	-0,880052	-0,900054	-0,920056	-0,940058	-0,960060	-0,980062
1000	-1,000064	-1,020066	-1,040068	-1,060071	-1,080073	-1,100075	-1,120078	-1,140080	-1,160083	-1,180085
1200	-1,200088	-1,220090	-1,240093	-1,260096	-1,280098	-1,300101	-1,320104	-1,340107	-1,360109	-1,380112
1400	-1,400115	-1,420118	-1,440121	-1,460124	-1,480127	-1,500131	-1,520134	-1,540137	-1,560140	-1,580143
1600	-1,600147	-1,620150	-1,640154	-1,660157	-1,680160	-1,700164	-1,720168	-1,740171	-1,760175	-1,780179
1800	-1,800182	-1,820186	-1,840190	-1,860194	-1,880198	-1,900202	-1,920206	-1,940210	-1,960214	-1,980218
2000	-2,000222									

Die entsprechende inverse Interpolationsgleichung lautet:

The adequate inverse interpolation equation is as follows:

$$X = R \cdot Y^3 + S \cdot Y^2 + T \cdot Y \quad (X \text{ in N})$$

$R = 0,002 \quad S = -0,041 \quad T = -999,979$

**Tabelle 7** Zusatzinformation zur Messunsicherheit inklusive Umkehrspanneneinfluss für Fall D  
table 7 Additional information on measurement uncertainty including influence of hysteresis for case D

Kraft in N Force	$X_a$ in mV/V	$v$ in %	$f_c$ in %	$W_z (k=2)$ in %	Zugkraft Tension
200	-0,200006	0,026	-0,0003	0,037	
400	-0,400015	0,013	-0,0007	0,020	
600	-0,600028	0,007	-0,0002	0,014	
800	-0,800044	0,003	0,0001	0,011	
1000	-1,000064	0,001	0,0002	0,010	
1200	-1,200088	0,000	0,0003	0,010	
1600	-1,600147	0,000	-0,0003	0,010	
2000	-2,000222		0,0001	0,009	

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.  
All results are rounded to the last decimal.

Zur Berechnung der erweiterten relativen Messunsicherheit innerhalb des gesamten Bereichs der kalibrierten Kraftstufen kann nachfolgende Formel genutzt werden. Dabei können die Werte der Formel zu den in der Tabelle angegebenen Unsicherheitswerten hin zu größeren Unsicherheiten abweichen.

For calculation of the relative expanded measurement uncertainty for any force within the range of calibrated force steps the following equation can be used. Although the uncertainty calculated with the equation may deviate to higher uncertainty values than the uncertainty given in the table.

$$W_{Zfit} = 2 \cdot p_{opt} \cdot \frac{1}{F^q}$$

$$p_{opt} = 0,00536984$$

$$q = 0,630536$$

F Kraft nach Tabelle 7

force acc. table 7



**Tabelle 8** Messdaten in Richtung Druckkraft in mV/V

table 8 Measuring data for compression in mV/V

Kraft in N <i>Force</i>	unveränderte Einbaulage <i>unchanged mounting position (0°)</i>		verschiedene Einbaulagen <i>rotated mounting positions</i>			
	R1	R2	R3	R4'	R5	R6'
0	0,000000	0,000000	0,000000	-0,000008	0,000000	-0,000019
200	0,200009	0,200009	0,200006	0,200014	0,200005	0,199992
400	0,400020	0,400018	0,400013	0,400039	0,400012	0,400005
600	0,600036	0,600033	0,600028	0,600074	0,600021	0,600030
800	0,800051	0,800048	0,800037	0,800103	0,800027	0,800057
1000	1,000071	1,000067	1,000052	1,000122	1,000034	1,000081
1200	1,200095	1,200089	1,200072	1,200141	1,200046	1,200105
1600	1,600141	1,600138	1,600122	1,600182	1,600099	1,600155
2000	2,000248	2,000248	2,000231	2,000231	2,000206	2,000206
0	-0,000011	-0,000002		-0,000008		-0,000019

**Tabelle 9** Relative Nullpunktabweichung  $f_0$  bezogen auf die Kalibrierhöchstkraft

table 9 Zero deviation relative to max. calibration force

R1	R2	R4'	R6'
-0,001 %	0,000 %	0,000 %	-0,001 %

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

The results are rounded to 0,001 %

**Kriechen c**

creep c

0,000 %

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

The results are rounded to 0,001 %

**Tabelle 10** Arithmetische Mittelwerte in mV/V, Wiederholpräzision  $b'$  und Vergleichspräzision

table 10 Average values in mV/V and reproducibility without and with rotation

Druckkraft <i>Compression</i> Kraft in N <i>Force</i>	unveränderte Einbaulage <i>unchanged mounting position (0°)</i>		verschiedene Einbaulagen <i>rotated mounting positions</i>	
	arith. Mittel	$b'$ in %	arith. Mittel	$b$ in %
	average value	rel. range	average value	rel. range
200	0,200009	0,000	0,200007	0,002
400	0,400019	0,000	0,400015	0,002
600	0,600034	0,000	0,600028	0,002
800	0,800049	0,000	0,800038	0,003
1000	1,000069	0,000	1,000052	0,004
1200	1,200092	0,000	1,200071	0,004
1600	1,600139	0,000	1,600120	0,003
2000	2,000248	0,000	2,000228	0,002

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet

All results are rounded to the last decimal

**Tabelle 11** Klassifizierung und Messunsicherheit für Fall A und Fall C

table 11 Classification and measurement uncertainty for case A and case C

Bei Verwendung dieser Auswertung ist das Messgerät nur für zunehmende Kräfte zugelassen

When using this evaluation the instrument is approved for increasing forces only

Druckkraft Compression Kraft in N Force	Fall A Case A			Fall C Case C		
	Klasse Classification	$W_A (k=2)$ in %	$X_a$ in mV/V	$f_c$ in %	Klasse Classification	$W_C (k=2)$ in %
200	00	0,019	0,200010	-0,0018	00	0,019
400	00	0,011	0,400019	-0,0009	00	0,011
600	00	0,009	0,600027	0,0001	00	0,009
800	00	0,008	0,800038	0,0001	00	0,008
1000	00	0,007	1,000051	0,0001	00	0,007
1200	00	0,007	1,200070	0,0001	00	0,007
1600	00	0,007	1,600130	-0,0006	00	0,007
2000	00	0,006	2,000232	-0,0002	00	0,006

**Tabelle 12** Klassifizierung und Messunsicherheit für Fall B und Fall D

table 12 Classification and measurement uncertainty for case B and case D

Bei Verwendung dieser Auswertung ist das Messgerät für zu- und abnehmende Kräfte zugelassen

When using this evaluation the instrument is approved for in- and decreasing forces

Druckkraft Compression Kraft in N Force	$\nu$ in %	Fall B Case B		Fall D Case D			
		Klasse Classification	$W_B (k=2)$ in %	$X_a$ in mV/V	$f_c$ in %	Klasse Classification	$W_D (k=2)$ in %
200	0,005	00	0,019	0,200010	-0,0018	00	0,019
400	0,004	00	0,011	0,400019	-0,0009	00	0,011
600	0,005	00	0,009	0,600027	0,0001	00	0,009
800	0,006	00	0,008	0,800038	0,0001	00	0,008
1000	0,006	00	0,007	1,000051	0,0001	00	0,007
1200	0,005	00	0,007	1,200070	0,0001	00	0,007
1600	0,004	00	0,007	1,600130	-0,0006	00	0,007
2000		00	0,006	2,000232	-0,0002	00	0,006

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

Zur Berechnung der erweiterten relativen Messunsicherheit innerhalb des gesamten Bereichs der kalibrierten Kraftstufen kann nachfolgende Formel genutzt werden. Dabei können die Werte der Formel zu den in der Tabelle angegebenen Unsicherheitswerten hin zu größeren Unsicherheiten abweichen.

For calculation of the relative expanded measurement uncertainty for any force within the range of calibrated force steps the following equation can be used. Although the uncertainty calculated with the equation may deviate to higher uncertainty values than the uncertainty given in the table.

$$W_{Cfit} = W_{Dfit} = 2 \cdot p_{opt} \cdot \frac{1}{F^q}$$

$$p_{opt} = 0,0012475$$

$$q = 0,489$$

F Kraft nach Tabelle 12

force acc. table 12

Die Interpolationsgleichung wurde nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den Mittelwerten in verschiedenen Einbaulagen ermittelt und lautet wie folgt:

The interpolation equation was calculated using the least squares method and is based on the average values in rotated mounting positions. The equation is as follows:

$$Y_3 = A \cdot X^3 + B \cdot X^2 + C \cdot X \quad (X \text{ in N})$$

$A = 3,7E-014 \quad B = -4,6E-011 \quad C = 0,00100006$

**Tabelle 13** Anzeigewerte aufgrund der Interpolationsgleichung in mV/V (Y3)  
table 13 Readings based on the interpolation equation in mV/V (Y3)

Druckkraft  
Compression

Kraft in N Force X	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
0										
200	0,200010	0,220011	0,240012	0,260013	0,280014	0,300015	0,320016	0,340017	0,360017	0,380018
400	0,400019	0,420020	0,440021	0,460021	0,480022	0,500023	0,520024	0,540025	0,560026	0,580027
600	0,600027	0,620028	0,640029	0,660030	0,680031	0,700032	0,720033	0,740034	0,760035	0,780036
800	0,800038	0,820039	0,840040	0,860041	0,880042	0,900044	0,920045	0,940046	0,960048	0,980049
1000	1,000051	1,020053	1,040054	1,060056	1,080058	1,100060	1,120061	1,140063	1,160065	1,180068
1200	1,200070	1,220072	1,240074	1,260077	1,280079	1,300082	1,320084	1,340087	1,360090	1,380092
1400	1,400095	1,420098	1,440101	1,460105	1,480108	1,500111	1,520115	1,540118	1,560122	1,580126
1600	1,600130	1,620134	1,640138	1,660142	1,680146	1,700151	1,720155	1,740160	1,760165	1,780170
1800	1,800175	1,820180	1,840185	1,860191	1,880196	1,900202	1,920208	1,940213	1,960219	1,980226
2000	2,000232									

Die entsprechende inverse Interpolationsgleichung lautet:

The adequate inverse interpolation equation is as follows:

$$X = R \cdot Y^3 + S \cdot Y^2 + T \cdot Y \quad (X \text{ in N})$$

$R = -0,037 \quad S = 0,046 \quad T = 999,94$

**Tabelle 14** Zusatzinformation zur Messunsicherheit inklusive Umkehrspanneneinfluss für Fall D  
table 14 Additional information on measurement uncertainty including influence of hysteresis for case D

Kraft in N Force	$X_a$ in mV/V	$\nu$ in %	$f_c$ in %	$W_z (k=2)$ in %	Druckkraft Compression
200	0,200010	0,005	-0,0018	0,020	
400	0,400019	0,004	-0,0009	0,012	
600	0,600027	0,005	0,0001	0,010	
800	0,800038	0,006	0,0001	0,010	
1000	1,000051	0,006	0,0001	0,010	
1200	1,200070	0,005	0,0001	0,010	
1600	1,600130	0,004	-0,0006	0,008	
2000	2,000232		-0,0002	0,006	

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

Zur Berechnung der erweiterten relativen Messunsicherheit innerhalb des gesamten Bereichs der kalibrierten Kraftstufen kann nachfolgende Formel genutzt werden. Dabei können die Werte der Formel zu den in der Tabelle angegebenen Unsicherheitswerten hin zu größeren Unsicherheiten abweichen.

For calculation of the relative expanded measurement uncertainty for any force within the range of calibrated force steps the following equation can be used. Although the uncertainty calculated with the equation may deviate to higher uncertainty values than the uncertainty given in the table.

$$W_{Zfit} = 2 \cdot p_{opt} \cdot \frac{1}{F^q}$$

$$p_{opt} = 0,00105904$$

$$q = 0,44518$$

$$F \text{ Kraft nach Tabelle 14}$$

$$\text{force acc. table 14}$$

Ende des Kalibrierscheins / End of calibration certificate