

Ihr Partner für Kalibrierdienstleistungen, Prüfmittelmanagement und Beratung.
Your partner for calibration services, test equipment management and support.

Mitglied im / member of the

Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-19408-01-00

| Sample |
|---------------------|
| D-K- 19408-01-00 |
| 2023-01 |

Kalibrierschein
Calibration certificate

Sample-2023-01/1

Kalibrierzeichen
Calibration mark

Gegenstand
Object

Kraftaufnehmer
Force transducer

Max 200N

Hersteller
Manufacturer

Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
Darmstadt
Deutschland

Typ
Type

Z30A/200N

Fabrikate/Serien-Nr.
Serial number

185013042
Inventar-Nr.: KR/16

Auftraggeber
Customer

Mustermann GmbH
Musterstraße 1
12345 Musterstadt
Deutschland

Auftragsnummer
Order no.

2023-123456789

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines 8
Number of pages of the certificate

Datum der Kalibrierung 26.01.2023
Date of calibration

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die metrologische Rückführbarkeit 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 multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual 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.



Datum
Date

26.01.2023

Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory

Otto Grunenberg

Freigabe des Kalibrierscheins durch
Approval of the calibration certificate by

Florian Stauß

Die englische Übersetzung des Kalibrierscheins ist eine unverbindliche Übersetzung.
Im Zweifelsfall gilt der deutsche Originaltext.

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation.
If any matters give rise to controversy, the German original text must be used.*

Kalibriergegenstand: **Kraftaufnehmer / Force transducer**
Calibration object

Typ / Type: HBM Z30A/200

Seriennummer: / Serial no.: 185013042

Inventar-Nr. / Inventory no.: KR/16

Nennlast / Nom. capacity: 200 N

Nullsignal (ausgebaut): 0,02353 mV/V
Zero signal (unmounted):

Einbausituation:
Installation situation

Zug:
Tension Beiliegende Gelenkösen, laboreigene Gabelköpfe
KR/135.

Supplied knuckle eyes, laboratory-owned clevises KR/135.

Druck:
Compression

Montage auf Druckplatte der Belastungseinrichtung.
Krafteinleitung über beiliegenden Lastknopf.
Laboreigenes Druckstück KR/126.

*Mounting on the pressure plate of the force calibration machine, force
introduction by supplied load button.
Laboratory-owned thrust piece KR/126.*

Kabel:
Cable: 4,5 m, 6-adrig (HBM KAB0238) - laboreigen
4.5 m, 6-wire (HBM KAB0238) – laboratory-owned

Versorgungsspannung:
Supply voltage: 5 V; 600 Hz

Ausgeber und
Anzeiger:
Signal conditioner and
indicator:

Grundgerät / system: HBM MGCplus

Identifikation / identification: 801118403 (KR/02)

Verstärker Typ / amplifier type: HBM ML30B

Identifikation / identification: 115271009140

Anzeiger Typ / indicator type: HBM AB22A

Identifikation / identification: -

Messbereich / meas. range: 2,5 mV/V

Kalibriersignal / cal. signal: 1,25000 mV/V

Firmware-Version: P6.06

Anschlussart / connection type: 6-adrig / 6-wire

Messkanal / meas. channel: 5

Filter / filter: 0,1 Hz; Bessel

Ort der Kalibrierung: Kalibrierlaboratorium KERN
Place of calibration Calibration laboratory KERN

Kalibrierverfahren:
Calibration method

Das Kalibrierverfahren entspricht DIN EN ISO 376:2011.

Für jede kalibrierte Krafttrichtung wurde der folgende Ablauf durchgeführt:

1. dreimalige Vorbelastung mit Kalibrierhöchstkraft, Aufnahme der Kriechabweichung zwischen 30s und 300s nach letztmaliger Entlastung
2. zweimalige Belastung mit zunehmender Last (Messreihen **R1, R2**)
3. Drehung des Gerätes (120°), Vorbelastung, Belastung mit zu- und abnehmender Last (Messreihen **R3, R4'**)
4. Drehung des Gerätes (120°), Vorbelastung, Belastung mit zu- und abnehmender Last (Messreihen **R5, R6'**)

The calibration method complies with DIN EN ISO 376:2011. For each calibrated force direction the following procedure was being applied:

1. 3 times application of max. calibration force and taking of the creep deviation between 30s and 300s after last unloading.
2. 2 times loading with increasing force (measuring runs R1, R2)
3. rotation by 120°, preloading, loading with in- and decreasing force (measuring runs R3, R4')
4. rotation by 120°, preloading, loading with in- and decreasing force (measuring runs R5, R6')

Rückführbarkeit:
Traceability

Kraft-Bezugsnormal-Messeinrichtung (K-BNME):

Force calibration machine (FCM):

200N-KBNME-22-09

Anschlussmessunsicherheit / Best measurement capability: $\leq 0,05 \%$

Umgebungssensoren / Environmental sensors:

U_T8_1

Umgebungs-
bedingungen:
Ambient conditions

Die Kalibrierung wurde bei folgenden Umgebungsbedingungen ausgeführt (Beginn der Kalibrierung):

The calibration was carried out under the following ambient conditions (start of calibration):

| | Wert value | Unsicherheit uncertainty |
|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| Temperatur: temperature: | 21,9 °C | 1,0 °C |

Messunsicherheit:
Measurement uncertainty

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M: 2022 und DIN EN ISO 376:2011 ermittelt und gilt jeweils für Belastungen zwischen der angegebenen Kraftstufe und der Kalibrierhöchstkraft. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95% im zugeordneten Werteintervall.

Die Ergebnisse gelten nur für den kalibrierten Gegenstand im Zustand und unter den Bedingungen zum Zeitpunkt der Kalibrierung. Ein Anteil für die Langzeitstabilität des Kalibriergegenstandes ist nicht enthalten.

Die erweiterte Messunsicherheit des verwendeten Messverstärkers in Höhe von 0,00021 mV/V ist in der Berechnung der Messunsicherheit enthalten.

The expanded measuring uncertainty is calculated by multiplication of the standard measuring uncertainty with the coverage factor $k = 2$. It was determined according to EA-4/02 M: 2022 and DIN EN ISO 376:2011 and is valid for loads from the respective load step to the max. calibration force. The value of the measurand is normally with a probability of at least 95 % within the assigned value interval.

The results apply only to the calibrated item in the condition and under the conditions at the time of calibration. A proportion for the long-term stability of the calibration item is not included.

The expanded measurement uncertainty of 0.00021 mV/V of the amplifier used is included in the calculation of the measurement uncertainty.

Klassifizierungs-
kriterien:

Classification criteria

Die Norm DIN EN ISO 376 erlaubt es, ein Kraftmessgerät nach vier verschiedenen Fällen zu klassifizieren: Kraftmessgeräte nach

- Fall A: nur für bestimmte Kräfte, ohne Umkehrspannenmessung
- Fall B: nur für bestimmte Kräfte, mit Umkehrspannenmessung
- Fall C: für Interpolation, ohne Umkehrspannenmessung
- Fall D: für Interpolation, mit Umkehrspannenmessung

In der je Fall angegebenen Messunsicherheit werden folgende Kriterien berücksichtigt: rel. erw. Vergleichspräzision b , Wiederholpräzision b' , Nullpunktabweichung f_0 , Auflösung r und erw. Messunsicherheit der Kalibrierkraft.

Und zusätzlich je Fall:

- Fall A: rel. Kriechabweichung c
- Fall B: rel. Umkehrspanne ν
- Fall C: rel. Interpolationsabweichung f_c und rel. Kriechabweichung c
- Fall D: rel. Interpolationsabweichung f_c und rel. Kriechabweichung ν

The standard DIN EN ISO 376 makes it possible to classify a force measuring device according to four different cases: Force measuring devices according to

- Case A: only for certain forces, without reverse span measurement
- Case B: only for certain forces, with reverse span measurement
- Case C: for interpolation, without reverse span measurement
- Case D: for interpolation, with reverse span measurement

The following criteria are taken into account in the specified uncertainty for each case: rel. exp. reproducibility b , repeatability b' , zero error f_0 , resolution r and exp. measurement uncertainty of the calibration force.

And additionally, depending on the case:

- Case A: rel. creep deviation c
- Case B: rel. hysteresis ν
- Case C: rel. interpolation error f_c and rel. creep deviation c
- Case D: rel. interpolation error f_c and rel. creep deviation ν

Sonstiges:

Other data:

-

Messwerte (Druckkraft) / Measured values (compression force)

| Ausrichtung rotation | Ausgangsposition / initial position | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0° | | 120° | | 240° | |
| Kraft force | R1 | R2 | R3 | R4' | R5 | R6' |
| 0 N | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V |
| 20,0 N | 0,19998 mV/V | 0,19999 mV/V | 0,19998 mV/V | 0,19998 mV/V | 0,19995 mV/V | 0,19997 mV/V |
| 40,0 N | 0,39996 mV/V | 0,39997 mV/V | 0,39997 mV/V | 0,39996 mV/V | 0,39995 mV/V | 0,39996 mV/V |
| 60,0 N | 0,59996 mV/V | 0,59996 mV/V | 0,59996 mV/V | 0,59996 mV/V | 0,59994 mV/V | 0,59995 mV/V |
| 80,0 N | 0,79996 mV/V | 0,79996 mV/V | 0,79995 mV/V | 0,79995 mV/V | 0,79994 mV/V | 0,79994 mV/V |
| 100,0 N | 0,99997 mV/V | 0,99997 mV/V | 0,99996 mV/V | 0,99995 mV/V | 0,99995 mV/V | 0,99994 mV/V |
| 120,0 N | 1,19995 mV/V | 1,19995 mV/V | 1,19995 mV/V | 1,19995 mV/V | 1,19995 mV/V | 1,19992 mV/V |
| 160,0 N | 1,59991 mV/V | 1,59990 mV/V | 1,59989 mV/V | 1,59989 mV/V | 1,59989 mV/V | 1,59987 mV/V |
| 200,0 N | 1,99990 mV/V | 1,99990 mV/V | 1,99988 mV/V | 1,99988 mV/V | 1,99989 mV/V | 1,99988 mV/V |
| 0 N | 0,00002 mV/V | 0,00001 mV/V | | | | |

Messergebnisse (Druckkraft) / Measurement results (compression force)

Aus den oben aufgeführten Messwerten ergeben sich die folgenden Messergebnisse:
The following measurement results are calculated using the measured values above:

Rel. Kalibrierendwertabweichung / Rel. cal. max. load error: $b'_t = 0,002 \%$

Rel. Kriechabweichung / Rel. creep error: $c = 0,000 \%$

Rel. Nullpunktabweichungen / Rel. zero error: $f_0 = 0,001 \%$ (R1), 0,001 % (R2), 0,000 % (R3/R4'), 0,001 % (R5/R6')

| Kraft force | arith. Mittelwert \bar{x}_r average | rel. Wiederhol- präzision b' repeatability | rel. Vergleichs- präzision b reproducibility | rel. Umkehrspanne v hysteresis |
|----------------|---|--|--|--|
| 20,0 N | 0,19997 mV/V | 0,005 % | 0,015 % | 0,005 % |
| 40,0 N | 0,39996 mV/V | 0,002 % | 0,005 % | 0,003 % |
| 60,0 N | 0,59995 mV/V | 0,000 % | 0,003 % | 0,001 % |
| 80,0 N | 0,79995 mV/V | 0,000 % | 0,002 % | 0,000 % |
| 100,0 N | 0,99996 mV/V | 0,000 % | 0,002 % | 0,001 % |
| 120,0 N | 1,19995 mV/V | 0,000 % | 0,000 % | 0,001 % |
| 160,0 N | 1,59990 mV/V | 0,001 % | 0,001 % | 0,001 % |
| 200,0 N | 1,99989 mV/V | 0,000 % | 0,001 % | - |

Klassifizierung und Messunsicherheit nach Fall A und Fall B

Classification and measurement uncertainty for case A and case B

| Kraft force | Fall A / case A | | | Fall B / case B | | |
|----------------|-----------------|--|---------|-----------------|--|---------|
| | Klasse Class | erw. Mess- unsicherheit expanded uncert. | W_A | Klasse Class | erw. Mess- unsicherheit expanded uncert. | W_B |
| 20,0 N | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % |
| 40,0 N | 1 | 0,00029 mV/V | 0,073 % | 1 | 0,00029 mV/V | 0,073 % |
| 60,0 N | 1 | 0,00037 mV/V | 0,061 % | 1 | 0,00037 mV/V | 0,061 % |
| 80,0 N | 1 | 0,00045 mV/V | 0,057 % | 1 | 0,00045 mV/V | 0,057 % |
| 100,0 N | 1 | 0,00054 mV/V | 0,054 % | 1 | 0,00054 mV/V | 0,054 % |
| 120,0 N | 1 | 0,00064 mV/V | 0,053 % | 1 | 0,00064 mV/V | 0,053 % |
| 160,0 N | 1 | 0,00083 mV/V | 0,052 % | 1 | 0,00083 mV/V | 0,052 % |
| 200,0 N | 1 | 0,00102 mV/V | 0,051 % | 1 | 0,00102 mV/V | 0,051 % |

Klassifizierung und Messunsicherheit nach Fall C und Fall D

Classification and measurement uncertainty for case C and case D

| | | | Fall C / case C | | | Fall D / case D | | |
|--------------|--------------------|---------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|
| Kraft | berechn. Wert | Approx.abw. | Klasse | erw. Mess- unsicherheit | | Klasse | erw. Mess- unsicherheit | |
| <i>force</i> | <i>calc. value</i> | <i>approx. dev.</i> | <i>Class</i> | <i>expanded uncert.</i> | <i>W_c</i> | <i>Class</i> | <i>expanded uncert.</i> | <i>W_d</i> |
| 20,0 N | 0,19998 mV/V | 0,005 % | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % |
| 40,0 N | 0,39996 mV/V | 0,001 % | 1 | 0,00029 mV/V | 0,073 % | 1 | 0,00029 mV/V | 0,073 % |
| 60,0 N | 0,59995 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00037 mV/V | 0,061 % | 1 | 0,00037 mV/V | 0,061 % |
| 80,0 N | 0,79995 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00045 mV/V | 0,057 % | 1 | 0,00045 mV/V | 0,057 % |
| 100,0 N | 0,99994 mV/V | 0,001 % | 1 | 0,00054 mV/V | 0,054 % | 1 | 0,00055 mV/V | 0,055 % |
| 120,0 N | 1,19994 mV/V | 0,001 % | 1 | 0,00064 mV/V | 0,053 % | 1 | 0,00064 mV/V | 0,053 % |
| 160,0 N | 1,59992 mV/V | 0,001 % | 1 | 0,00083 mV/V | 0,052 % | 1 | 0,00083 mV/V | 0,052 % |
| 200,0 N | 1,99988 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00102 mV/V | 0,051 % | 1 | 0,00102 mV/V | 0,051 % |

Interpretation der Messergebnisse:

Interpretation of the measurement results:

Die folgenden Gleichungen wurden durch eine Ausgleichsrechnung mit der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den Mittelwerten in den verschiedenen Einbaulagen ermittelt:

The following equations were calculated by a regression analysis using the least squares method based on the average values in rotated mounting positions:

| Ausgleichsfunktion smoothing function | Anzeige Y in mV/V bei Kraft x , x in Newton (N) Indication Y in mV/V at force x , x in Newton (N) | Kraft X in N bei Anzeige y , y in mV/V Force X in N at indication y , y in mV/V |
|--|--|---|
| kubisch cubic | $Y_3(x) = A \cdot x^3 + B \cdot x^2 + C \cdot x$ $A = -4 \cdot 10^{-11} \text{ (mV/V) / N}^3$ $B = 1 \cdot 10^{-8} \text{ (mV/V) / N}^2$ $C = 9,9987 \cdot 10^{-3} \text{ (mV/V) / N}$ | $X_3(y) = R \cdot y^3 + S \cdot y^2 + T \cdot y$ $R = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ N / (mV/V)}^3$ $S = -1,04 \cdot 10^{-2} \text{ N / (mV/V)}^2$ $T = 100,013 \text{ N / (mV/V)}$ |

Anzeigewerte gemäß obiger Gleichung in Tabellenform (Y_3) in mV/V:

Readings based on the equation above in tabular form (Y_3) in mV/V:

| Kraft force | + 0 N | + 2 N | + 4 N | + 6 N | + 8 N | + 10 N | + 12 N | + 14 N | + 16 N | + 18 N |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 N | | | | | | | | | | |
| 20 N | 0,19998 | 0,21998 | 0,23997 | 0,25997 | 0,27997 | 0,29997 | 0,31997 | 0,33997 | 0,35996 | 0,37996 |
| 40 N | 0,39996 | 0,41996 | 0,43996 | 0,45996 | 0,47996 | 0,49996 | 0,51995 | 0,53995 | 0,55995 | 0,57995 |
| 60 N | 0,59995 | 0,61995 | 0,63995 | 0,65995 | 0,67995 | 0,69994 | 0,71994 | 0,73994 | 0,75994 | 0,77994 |
| 80 N | 0,79994 | 0,81994 | 0,83994 | 0,85994 | 0,87994 | 0,89993 | 0,91993 | 0,93993 | 0,95993 | 0,97993 |
| 100 N | 0,99993 | 1,01993 | 1,03993 | 1,05993 | 1,07993 | 1,09992 | 1,11992 | 1,13992 | 1,15992 | 1,17992 |
| 120 N | 1,19992 | 1,21992 | 1,23992 | 1,25991 | 1,27991 | 1,29991 | 1,31991 | 1,33991 | 1,35991 | 1,37991 |
| 140 N | 1,39990 | 1,41990 | 1,43990 | 1,45990 | 1,47990 | 1,49990 | 1,51989 | 1,53989 | 1,55989 | 1,57989 |
| 160 N | 1,59988 | 1,61988 | 1,63988 | 1,65988 | 1,67987 | 1,69987 | 1,71987 | 1,73987 | 1,75986 | 1,77986 |
| 180 N | 1,79986 | 1,81985 | 1,83985 | 1,85985 | 1,87984 | 1,89984 | 1,91984 | 1,93983 | 1,95983 | 1,97982 |
| 200 N | 1,99982 | | | | | | | | | |

Messwerte (Zugkraft) / Measured values (tension force)

| Ausrichtung rotation | Ausgangsposition / initial position | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0° | | 120° | | 240° | |
| Kraft force | R1 | R2 | R3 | R4' | R5 | R6' |
| 0 N | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V | 0,00000 mV/V |
| 20,0 N | 0,20000 mV/V | 0,19998 mV/V | 0,19999 mV/V | 0,19999 mV/V | 0,19999 mV/V | 0,19998 mV/V |
| 40,0 N | 0,39998 mV/V | 0,39995 mV/V | 0,39997 mV/V | 0,39996 mV/V | 0,39995 mV/V | 0,39993 mV/V |
| 60,0 N | 0,59997 mV/V | 0,59994 mV/V | 0,59994 mV/V | 0,59992 mV/V | 0,59992 mV/V | 0,59990 mV/V |
| 80,0 N | 0,79994 mV/V | 0,79991 mV/V | 0,79989 mV/V | 0,79989 mV/V | 0,79988 mV/V | 0,79985 mV/V |
| 100,0 N | 0,99992 mV/V | 0,99989 mV/V | 0,99985 mV/V | 0,99985 mV/V | 0,99984 mV/V | 0,99980 mV/V |
| 120,0 N | 1,19991 mV/V | 1,19988 mV/V | 1,19982 mV/V | 1,19981 mV/V | 1,19980 mV/V | 1,19976 mV/V |
| 160,0 N | 1,59982 mV/V | 1,59981 mV/V | 1,59971 mV/V | 1,59969 mV/V | 1,59966 mV/V | 1,59962 mV/V |
| 200,0 N | 1,99975 mV/V | 1,99972 mV/V | 1,99958 mV/V | 1,99958 mV/V | 1,99951 mV/V | 1,99951 mV/V |
| 0 N | 0,00002 mV/V | 0,00000 mV/V | | | | |

Messergebnisse (Zugkraft) / Measurement results (tension force)

Aus den oben aufgeführten Messwerten ergeben sich die folgenden Messergebnisse:
The following measurement results are calculated using the measured values above:

Rel. Kalibrierendwertabweichung / Rel. cal. max. load error: $b'_t = 0,002 \%$

Rel. Kriechabweichung / Rel. creep error: $c = 0,001 \%$

Rel. Nullpunktabweichungen / Rel. zero error: $f_0 = 0,001 \%$ (R1), 0,000 % (R2), 0,000 % (R3/R4'), 0,002 % (R5/R6')

| Kraft force | arith. Mittelwert average | rel. Wiederhol- präzision b' repeatability | rel. Vergleichs- präzision b reproducibility | rel. Umkehrspanne ν hysteresis |
|----------------|---------------------------------|--|--|--|
| 20,0 N | 0,19999 mV/V | 0,010 % | 0,005 % | 0,002 % |
| 40,0 N | 0,39997 mV/V | 0,007 % | 0,007 % | 0,004 % |
| 60,0 N | 0,59994 mV/V | 0,005 % | 0,008 % | 0,003 % |
| 80,0 N | 0,79991 mV/V | 0,004 % | 0,007 % | 0,002 % |
| 100,0 N | 0,99987 mV/V | 0,003 % | 0,008 % | 0,002 % |
| 120,0 N | 1,19984 mV/V | 0,002 % | 0,009 % | 0,002 % |
| 160,0 N | 1,59973 mV/V | 0,001 % | 0,010 % | 0,002 % |
| 200,0 N | 1,99962 mV/V | 0,002 % | 0,012 % | - |

Klassifizierung und Messunsicherheit nach Fall A und Fall B

Classification and measurement uncertainty for case A and case B

| Kraft force | Fall A / case A | | | Fall B / case B | | |
|----------------|-----------------|--|---------|-----------------|--|---------|
| | Klasse Class | erw. Mess- unsicherheit expanded uncert. | W_A | Klasse Class | erw. Mess- unsicherheit expanded uncert. | W_B |
| 20,0 N | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % |
| 40,0 N | 1 | 0,00029 mV/V | 0,074 % | 1 | 0,00029 mV/V | 0,074 % |
| 60,0 N | 1 | 0,00037 mV/V | 0,062 % | 1 | 0,00037 mV/V | 0,062 % |
| 80,0 N | 1 | 0,00046 mV/V | 0,057 % | 1 | 0,00046 mV/V | 0,057 % |
| 100,0 N | 1 | 0,00055 mV/V | 0,055 % | 1 | 0,00055 mV/V | 0,055 % |
| 120,0 N | 1 | 0,00064 mV/V | 0,054 % | 1 | 0,00064 mV/V | 0,054 % |
| 160,0 N | 1 | 0,00083 mV/V | 0,052 % | 1 | 0,00084 mV/V | 0,052 % |
| 200,0 N | 1 | 0,00103 mV/V | 0,052 % | 1 | 0,00103 mV/V | 0,052 % |

Klassifizierung und Messunsicherheit nach Fall C und Fall D

Classification and measurement uncertainty for case C and case D

| | | | Fall C / case C | | | Fall D / case D | | |
|--------------|--|---|-----------------|----------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|
| Kraft | berechn. Wert | Approx.abw. | Klasse | erw. Mess- unsicherheit | | Klasse | erw. Mess- unsicherheit | |
| <i>force</i> | <i>Y₃</i> <i>calc. value</i> | <i>f_c</i> <i>approx. dev.</i> | <i>Class</i> | <i>expanded uncert.</i> | <i>W_c</i> | <i>Class</i> | <i>expanded uncert.</i> | <i>W_D</i> |
| 20,0 N | 0,19999 mV/V | 0,003 % | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % | 1 | 0,00024 mV/V | 0,118 % |
| 40,0 N | 0,39997 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00029 mV/V | 0,074 % | 1 | 0,00029 mV/V | 0,074 % |
| 60,0 N | 0,59994 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00037 mV/V | 0,062 % | 1 | 0,00037 mV/V | 0,062 % |
| 80,0 N | 0,79991 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00046 mV/V | 0,057 % | 1 | 0,00046 mV/V | 0,057 % |
| 100,0 N | 0,99987 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00055 mV/V | 0,055 % | 1 | 0,00055 mV/V | 0,055 % |
| 120,0 N | 1,19983 mV/V | 0,001 % | 1 | 0,00064 mV/V | 0,054 % | 1 | 0,00064 mV/V | 0,054 % |
| 160,0 N | 1,59973 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00083 mV/V | 0,052 % | 1 | 0,00084 mV/V | 0,052 % |
| 200,0 N | 1,99962 mV/V | 0,000 % | 1 | 0,00103 mV/V | 0,052 % | 1 | 0,00103 mV/V | 0,052 % |

Interpretation der Messergebnisse:

Interpretation of the measurement results:

Die folgenden Gleichungen wurden durch eine Ausgleichsrechnung mit der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus den Mittelwerten in den verschiedenen Einbaulagen ermittelt:

The following equations were calculated by a regression analysis using the least squares method based on the average values in rotated mounting positions:

| Ausgleichsfunktion smoothing function | Anzeige Y in mV/V bei Kraft x , x in Newton (N) Indication Y in mV/V at force x , x in Newton (N) | Kraft X in N bei Anzeige y , y in mV/V Force X in N at indication y , y in mV/V |
|--|---|---|
| kubisch cubic | $Y_3(x) = A \cdot x^3 + B \cdot x^2 + C \cdot x$ $A = 0$ $B = -8 \cdot 10^{-9} \text{ (mV/V) / N}^2$ $C = 9,9995 \cdot 10^{-3} \text{ (mV/V) / N}$ | $X_3(y) = R \cdot y^3 + S \cdot y^2 + T \cdot y$ $R = -4 \cdot 10^{-4} \text{ N / (mV/V)}^3$ $S = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ N / (mV/V)}^2$ $T = 100,005 \text{ N / (mV/V)}$ |

Anzeigewerte gemäß obiger Gleichung in Tabellenform (Y_3) in mV/V:

Readings based on the equation above in tabular form (Y_3) in mV/V:

| Kraft force | + 0 N | + 2 N | + 4 N | + 6 N | + 8 N | + 10 N | + 12 N | + 14 N | + 16 N | + 18 N |
|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 N | | | | | | | | | | |
| 20 N | 0,19999 | 0,21999 | 0,23998 | 0,25998 | 0,27998 | 0,29998 | 0,31998 | 0,33997 | 0,35997 | 0,37997 |
| 40 N | 0,39997 | 0,41996 | 0,43996 | 0,45996 | 0,47996 | 0,49996 | 0,51995 | 0,53995 | 0,55995 | 0,57994 |
| 60 N | 0,59994 | 0,61994 | 0,63994 | 0,65993 | 0,67993 | 0,69993 | 0,71992 | 0,73992 | 0,75992 | 0,77991 |
| 80 N | 0,79991 | 0,81991 | 0,83990 | 0,85990 | 0,87989 | 0,89989 | 0,91989 | 0,93988 | 0,95988 | 0,97987 |
| 100 N | 0,99987 | 1,01987 | 1,03986 | 1,05986 | 1,07985 | 1,09985 | 1,11984 | 1,13984 | 1,15983 | 1,17983 |
| 120 N | 1,19982 | 1,21982 | 1,23981 | 1,25981 | 1,27980 | 1,29980 | 1,31979 | 1,33979 | 1,35978 | 1,37978 |
| 140 N | 1,39977 | 1,41977 | 1,43976 | 1,45976 | 1,47975 | 1,49975 | 1,51974 | 1,53973 | 1,55973 | 1,57972 |
| 160 N | 1,59972 | 1,61971 | 1,63970 | 1,65970 | 1,67969 | 1,69968 | 1,71968 | 1,73967 | 1,75966 | 1,77966 |
| 180 N | 1,79965 | 1,81964 | 1,83964 | 1,85963 | 1,87962 | 1,89962 | 1,91961 | 1,93960 | 1,95959 | 1,97959 |
| 200 N | 1,99958 | | | | | | | | | |

Bemerkungen:

Remarks

Vor Verwendung und vor einer Änderung der Kraftrichtung muss das Kraftmessgerät dreimal mit der Kalibrierhöchstkraft vorbelastet werden.

Prior use and before changing the force direction, the force gauge must be preloaded three times with the max. calibration force.

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

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

Das Kalibrierlaboratorium bewahrt eine Kopie dieses Kalibrierscheins für mindestens 5 Jahre auf.

The calibration laboratory retains a copy of this calibration certificate for at least 5 years.

Ende des Kalibrierscheines/

End of calibration certificate