

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

Kalibrierschein
Calibration certificate

SAMPLE / MUSTER

Kalibrierzeichen
Calibration mark

112100
D-K- 12029-01-00
2023-03

Gegenstand
Object

**Messkette aus Kraftaufnehmer und
Messverstärker**
*Measuring Chain consisting of Force Transducer and
Measuring Amplifier*

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.

Hersteller
Manufacturer

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

Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

Typ
Type

C9C/10 kN; BM40IE

This calibration certificate documents the metrological traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

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

333333333; 0009E5123456

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.

Eigentümer
Owner

**Hottinger Brüel & Kjaer GmbH; DE - 64293
Darmstadt**

The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.

Auftragsnummer
Order No.

987654321

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines
Number of pages of the certificate

7

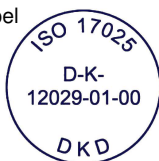
Datum der Kalibrierung
Date of calibration

2023-03-10

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

2023-05-05

Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory

Stenner

Bearbeiter
Person in charge

Edl

Kalibriereinrichtung

Force reference standard

25 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 %
der eingestellten Kraftstufe in Druckkraft
of the force step selected for compression

Kalibrierbedingungen

Calibration conditions

Umgebungstemperatur: Anfang / Begin: **(20,9 ± 1) °C** Ende / End: **(20,6 ± 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): **0,032612 mV/V**
Zero signal (unmounted)

Einbauteile der Kalibrierung:
Mounting parts for calibration

DAkkS-Standard
DAkkS-standard

Angaben zum Kabel:
Cable data

Kundeneig. Kabel (fest verbunden): 1,5 m, 4-adrig
Customer owned cable (permanently connected): 1,5 m, 4-wire

Laboreig. Adapterkabel 0,3 m
Owned by the laboratory: adapter cable 0,3 m

Aufnehmersversorgung:
Transducer supply voltage

5 V; DC

Angaben zum Ausgeber und Anzeiger

signal conditioner and indicator data

Grundgerät: ****
system

Identifizierung: -----
identification

Verstärkertyp: **BM40IE**
amplifier type

Identifizierung: **0009E5123456**
identification

Firmware-Version: **3.2.0**
firmware version

Messkanal: ****
measuring channel

Messbereich: **10000,0 N**
measuring range

Filter: **0,1 Hz Bessel**
filter

Kalibriersignal: ****
calibration signal

Anschlussart: **6-Leiter**
6-lead

Anzeigertyp: **PC** (Eigentum des Kalibrierlaboratoriums)
indicator type (owned by the calibration laboratory)

Identifizierung: **NB4481**
identification

Software: ****
software

Anzeigeranpassung: **0 N = 0 mV/V = 0 N; 10000 N = 0,998783 mV/V = 10000,0 N**
indicator adaptation **Einstellungen wurden im Parametersatz 1 gespeichert.**

Data stored into parameter set 1.

Sonstiges

other data

Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung wurde gemäß der Richtlinie DKD-R 3-3:2018 "Ablauf C" 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: Messreihe R1
Anzeigewerte bei abnehmender Kraft: Messreihe R2'

Während der Kalibrierung wurde die Umgebungstemperatur auf 1 K stabil gehalten.

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.

Herkunft der Eingangsgrößen b (rel. Vergleichspräzision) und b' (rel. Wiederholpräzision)

Art: Ziffer I nach DKD-R 3-3:2018, Bauartprüfung

Quelle: DKD Statistiktool

Messunsicherheit

In Tabelle 4 ist das relative erweiterte Messunsicherheitsintervall W angegeben. Dieses enthält die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt und gemäß EA-4/02 M:2022 und DKD-R 3-3:2018 ermittelt wurde. Zusätzlich enthält W die folgenden systematischen Messunsicherheitsbeiträge: rel. Vergleichspräzision b , rel. Umkehrspanne und die auf das Ausgleichspolynom 1. Grades bezogene rel. Approximationsabweichung. Die Messunsicherheit 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 ist in der Messunsicherheit nicht enthalten.

Kalibrierergebnis = ausgeglichener Wert $Y1^* \pm$ erweiterte Messunsicherheit

Approximation

Die den Berechnungen in Tabelle 4 zugrunde liegende Approximationsgleichung 1. Grades durch den Koordinatenursprung wurde nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus dem Mittelwert beider Messreihen ermittelt.

Konformität

Die auf den nachfolgenden Seiten abgedruckten Ergebnisse bestätigen, dass der auf Seite 1 benannte Kalibriergegenstand die vom Hersteller veröffentlichten bzw. vertraglich vereinbarten Spezifikationen, welche im Rahmen der Kalibrierung geprüft wurden, einhält.

Die Überprüfung der Herstellerspezifikation (Tabelle 5) berücksichtigt die maximale Abweichung von der bestpassenden Geraden (best-fit: die Beträge der maximalen positiven und negativen Signalabweichungen bei zunehmender Kraft sind gleich groß). Sie wird in % vom Messbereichsendwert F_{nom} berechnet.

OK in der Spalte Ergebnis bedeutet:

Der Kalibriergegenstand erfüllt bei den angegebenen Merkmalen die Herstellerspezifikationen.

Calibration procedure

The calibration was performed according to the directive DKD-R 3-3:2018 (procedure C):

- 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 run R1
Readings at decreasing force: measuring run R2'

During calibration the ambient temperature was stabilised to 1 K.

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.

Source of input parameter b (rel. reproducibility) and b' (rel. repeatability)

Type: Roman numeral I according to DKD-R 3-3:2018, type test

Source: DKD Statistiktool

Measurement uncertainty

The reported expanded relative uncertainty interval W'' of table 4 includes the standard uncertainty multiplied by $k=2$ that has been determined according to EA-4/02 M:2022 and DKD-R 3-3:2018. This interval also includes the following systematic components: rel. reproducibility b , rel. hysteresis and rel. approximation deviation (related to the 1st order approximation polynomial). The coverage factor $k=2$ for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. Uncertainty is valid for any load from the respective force step to the max. calibration force. The measurement uncertainty does not contain a component for the long-term behavior of the device.

calibration result = equalized value $Y1^* \pm$ expanded uncertainty

Approximation

All calculations for table 4 are based on the first order approximation equation through the point of origin determined by using the least squares method and based on the average value of both measuring runs.

Statement of conformity

The results of the following pages confirm that the calibration device named on page 1 meets the specifications published by the manufacturer or agreed by contract that were tested within the scope of the calibration.

Verification of compliance with manufacturer specifications in table 5 takes into account the maximum deviation from the optimum straight line (best-fit: the amounts of the maximum positive and negative signal deviations for increasing force are equal) and is expressed in % of the nominal range F_{nom} .

OK in the result column means:

The calibration object complies with the manufacturer's specifications for the stated properties.

Tabelle 1 Messdaten in Richtung Druckkraft in N

table 1 Measuring data for compression in N

Kraft in kN <i>Force</i>	unveränderte Einbaulage <i>unchanged mounting position (0°)</i>	
	R1	R2'
0	0,0	-0,5
2	2007,4	2008,0
4	4007,0	4007,4
5	5006,2	5006,3
6	6005,7	6005,6
8	8003,7	8003,3
10	10000,2	10000,2

Tabelle 2 Vorbelastungs (VB) - Anzeigewerte in Richtung Druckkraft in N

table 2 Preloading readings for compression in N

Kraft in kN <i>Force</i>	VB <i>preloading readings</i>
0	0,0
10	9999,7
0	-0,4

Tabelle 3 Relative Nullpunktabweichung f_0 bezogen auf die Kalibrierhöchstkraft

table 3 Zero deviation relative to max. calibration force

VB	R2'
-0,004 %	-0,005 %

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

The results are rounded to 0,001 %

Tabelle 4 Ausgeglichenen Werte, rel. Approximationsabweichung und Messunsicherheiten

table 4 Equalized value, approximation deviation and uncertainty

Druckkraft <i>compression</i> Kraft in kN <i>Force</i>	arith. Mittel in N <i>average value</i>	rel. Umkehrsp. in % <i>rel. hysteresis</i>	Y1* in N <i>equaliz. value</i>	Approx.abw. in % <i>interpol. dev.</i>	Erweiterte Messuns. W'' in % <i>Expanded uncertainty</i>
2	2007,7	0,030	2001,1	0,3269	0,53
4	4007,2	0,010	4002,3	0,1229	0,33
5	5006,3	0,002	5002,8	0,0680	0,29
6	6005,7	0,002	6003,4	0,0373	0,24
8	8003,5	0,005	8004,6	-0,0131	0,24
10	10000,2		10005,7	-0,0549	0,24

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

Approximationsgleichung 1. Grades (nur zunehmende Kraft)

First order interpolation equation (based on increasing force only)

$$Y1 = 1000,57 * X \quad (X \text{ in kN, } Y1 \text{ in N})$$

Approximationsgleichung 1. Grades (zu- und abnehmende Kraft)

First order interpolation equation (increasing and decreasing force)

$$Y1^* = 1000,569 * X \quad (X \text{ in kN, } Y1^* \text{ in N})$$

Tabelle 5 Überprüfung der Einhaltung der Herstellerspezifikation anhand der Kalibrierergebnisse

table 5 Verification of compliance with manufacturer specification based on calibration results

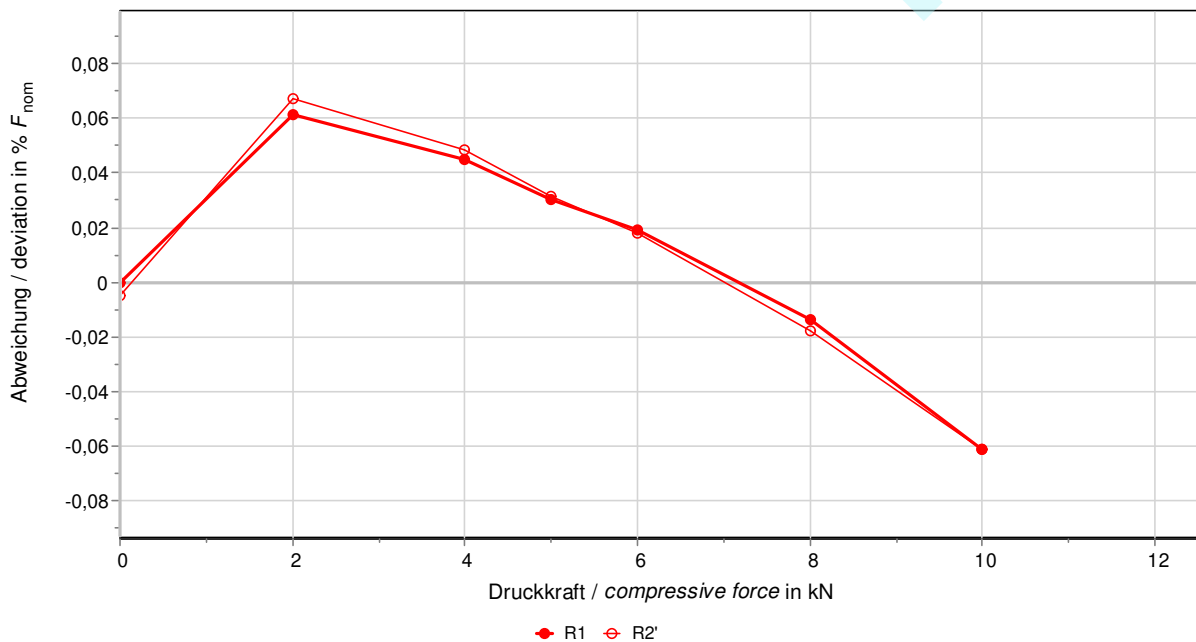
Druckkraft <i>compression</i>	Zulässiger Wert <i>Admissible value</i>	Berechneter Wert <i>Value determined</i>	Ergebnis <i>Result</i>
max. Linearitätsabweichung <i>max. linearity deviation (best-fit)</i>	±0,2 %	0,061 %	ok
max. rel. Umkehrspanne <i>max. relative hysteresis</i>	±0,2 %	0,006 %	ok

Grafische Darstellung der Messwerte

Graphical representation of the measured values

Abweichungen von der bestpassenden Geraden (best-fit, nur zunehmende Kraft) in % vom Messbereichsendwert F_{nom} .

Deviations from the best-fit reference line (increasing force only) expressed in % of the upper limit of the nominal range F_{nom} .



Ende des Kalibrierscheins / End of calibration certificate