



Akkreditiertes Kalibrierlaboratorium nach

Accredited calibration laboratory according to

DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Mitglied im

Member of

**Deutschen Kalibrierdienst**



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-12029-01-00

Kalibrierschein  
Calibration certificate

Kalibrierzeichen  
Calibration mark

<b>332024</b>
D-K- 12029-01-00
<b>2024-09</b>

Gegenstand  
Object

**Messkette aus Kraftaufnehmer und  
Messverstärker**

Measuring Chain consisting of Force Transducer and  
Measuring Amplifier

Hersteller  
Manufacturer

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

Typ  
Type

**U9C/5 kN; BM40IE**

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

**334455667; 0009E5404040**

Eigentümer  
Owner

**Muster GmbH, DE - 12345 Musterstadt**

Auftragsnummer  
Order No.

**SampleDKDR33**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
Number of pages of the certificate

**9**

Datum der Kalibrierung  
Date of calibration

**2024-09-25**

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).

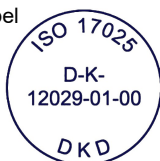
The DAkkS is signatory to the mutual agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the multilateral recognition of calibration certificates.

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

**2024-11-19**

Stellv. Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
Deputy Head of the calibration laboratory

**Stenner**

Bearbeiter  
Person in charge

**Mannu**

### 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 / 0,008 %**

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

### Kalibrierbedingungen

Calibration conditions

Umgebungstemperatur: Anfang / Begin: **(21,1 ± 1) °C** Ende / End: **(21,3 ± 1) °C**

Ambient temperature

Umgebungsfeuchte: **(47 ± 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): **-0,071 53 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

**Kundeneig. Adapterkabel 2 m**

Customer owned adapter cable 2 m

**Laboreig. Adapterkabel Nr. 074**

Owned by the laboratory: adapter cable no. 074

**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: **0009E5404040**

identification

Firmware-Version: **3.2.0**

firmware version

Messkanal: \*\*\*\*

measuring channel

Messbereich: **5 000,00 N**

measuring range

Filter: **0,1 Hz Bessel**

filter

Kalibriersignal: \*\*\*\*

calibration signal

Anschlussart: **6-Leiter**

type of connection

6-lead

Anzeigertyp: **PC**

indicator type

(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums)

(owned by the calibration laboratory)

Identifizierung: **NB4481**

identification

Software: \*\*\*\*

software

Anzeigeranpassung: **0 N = 0 mV/V = 0 N; 5000 N = 1,00084 mV/V = 5000,00 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 3-3:2024 "Ablauf C" durchgeführt:

- 1) 3-malige Vorbelastung vor Kalibrierung in der jeweiligen Krafrichtung mit Kalibrierhöchstkraft
- 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 3-3:2024, Ermittlung aus A-priori-Wissen

Quelle: DKD Statistiktool

**Messunsicherheit**

In Tabelle 2 und 5 ist das relative erweiterte Messunsicherheitsintervall  $W'$  angegeben, welches gemäß der Abweichungsspanne nach DKD-R 3-3:2024 definiert ist. 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 ermittelt wurde. Zusätzlich enthält  $W'$  die folgenden dominierenden nicht korrigierten systematischen Messunsicherheitsbeiträge: rel. Vergleichspräzision  $b$  (für Druckkraft), rel. Umkehrspanne und die auf das Ausgleichspolynom 1. Grades bezogene rel. Regressionsabweichung. 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  $X_A^* \pm$  erweiterte Messunsicherheit

**Regression**

Die den Berechnungen in Tabelle 2 und 5 zugrunde liegende Regressionsgleichung 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 3 und 6) 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 3-3:2024 (procedure C):

- 1) 3 times loading with max. calibration force in the respective force direction prior to calibration
- 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 3-3:2024, determination from priori knowledge

Source: DKD Statistiktool

**Measurement uncertainty**

The reported expanded relative uncertainty interval  $W'$  of table 2 and 5 includes the standard uncertainty multiplied by  $k=2$  that has been determined according to EA-4/02 M:2022 and DKD-R 3-3:2024. This interval also includes the following systematic components: rel. reproducibility  $b$  (for compression), rel. hysteresis and rel. regression deviation (related to the first 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  $X_A^* \pm$  expanded uncertainty

**Regression**

All calculations for table 2 and 5 are based on the first order regression 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 3 and 6 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 Zugkraft in N

table 1 Measuring data for tension in N

Kraft in N Force	unveränderte Einbaulage unchanged mounting position (0°)	
	R1	R2'
0	0,00	-0,88
1 000	-999,95	-998,42
2 000	-1 999,70	-1 998,09
2 500	-2 499,50	-2 498,40
3 000	-2 999,81	-2 998,82
4 000	-4 000,53	-3 999,99
5 000	-5 001,48	-5 001,48

**Tabelle 2** Ausgeglichenen Werte, rel. Regressionsabweichung und Messunsicherheiten

table 2 Equalized value, regression deviation and uncertainty

Zugkraft tension Kraft in N Force	arith. Mittel $\bar{X}_{wr}^*$ in N average value	rel. Umkehrsp. v in % rel. hysteresis	Wert Regr. $X_A^*$ in N equaliz. value	Regr.abw. $f_c^*$ in % interpol. dev.	Erweiterte Messuns. W' in % Expanded uncertainty
1 000	-999,18	0,153	-1 000,01	-0,082 8	0,33
2 000	-1 998,89	0,081	-2 000,02	-0,056 5	0,29
2 500	-2 498,95	0,044	-2 500,03	-0,043 2	0,25
3 000	-2 999,32	0,033	-3 000,04	-0,024 0	0,22
4 000	-4 000,26	0,013	-4 000,05	0,005 3	0,19
5 000	-5 001,48		-5 000,06	0,028 4	0,19

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

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

Zero deviation relative to max. calibration force

$f_0 = 0,018 \%$

Das Ergebnis ist auf 0,001 % gerundet

The result is rounded to 0,001 %

**Regressionsgleichung 1. Grades (nur zunehmende Kraft)**

First order interpolation equation (based on increasing force only)

$$X_A = -1,000\ 115 * X \quad (X \text{ in N, } X_A \text{ in N})$$

**Regressionsgleichung 1. Grades (zu- und abnehmende Kraft)**

First order interpolation equation (increasing and decreasing force)

$$X_A^* = -1,000\ 012 * X \quad (X \text{ in N, } X_A^* \text{ in N})$$

**Tabelle 3 Überprüfung der Einhaltung der Herstellerspezifikation anhand der Kalibrierergebnisse**

table 3 Verification of compliance with manufacturer specification based on calibration results

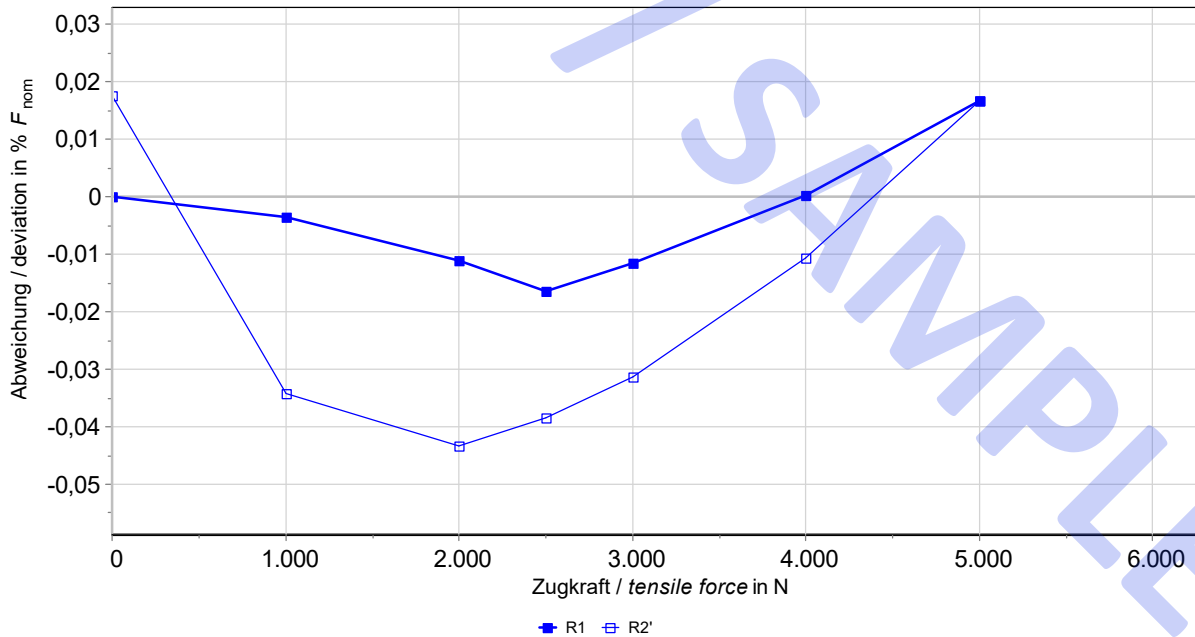
Zugkraft <i>tension</i>	Zulässiger Wert <i>Admissible value</i>	Berechneter Wert <i>Value determined</i>	Ergebnis <i>Result</i>
max. Linearitätsabweichung $d_{lin}$ <i>max. linearity deviation (best-fit)</i>	±0,2 %	-0,017 %	ok
max. rel. Umkehrspanne <i>max. relative hysteresis</i>	±0,2 %	0,032 %	ok

**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  $F_{nom}$



**Tabelle 4** Messdaten in Richtung Druckkraft in N

table 4 Measuring data for compression in N

Kraft in N Force	unveränderte Einbaulage unchanged mounting position (0°)	
	R1	R2'
0	0,00	-0,19
1 000	994,93	994,83
2 000	1 989,51	1 989,96
2 500	2 487,19	2 487,66
3 000	2 984,67	2 985,45
4 000	3 979,65	3 980,85
5 000	4 975,66	4 975,66

**Tabelle 5** Ausgeglichenen Werte, rel. Regressionsabweichung und Messunsicherheiten

table 5 Equalized value, regression deviation and uncertainty

Druckkraft compression Kraft in N Force	arith. Mittel $\bar{X}_{wr}^*$ in N average value	rel. Umkehrsp. $v$ in % rel. hysteresis	Wert Regr. $X_A^*$ in N equaliz. value	Regr.abw. $f_c^*$ in % interpol. dev.	Erweiterte Messuns. $W'$ in % Expanded uncertainty
1 000	994,88	0,010	995,06	-0,018 0	0,29
2 000	1 989,74	0,023	1 990,12	-0,019 3	0,25
2 500	2 487,43	0,019	2 487,65	-0,009 0	0,23
3 000	2 985,06	0,026	2 985,18	-0,004 0	0,22
4 000	3 980,25	0,030	3 980,24	0,000 3	0,22
5 000	4 975,66		4 975,30	0,007 3	0,21

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

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

Zero deviation relative to max. calibration force

$f_0 = -0,004 \%$

Das Ergebnis ist auf 0,001 % gerundet

The result is rounded to 0,001 %

**Regressionsgleichung 1. Grades (nur zunehmende Kraft)**

First order interpolation equation (based on increasing force only)

$$X_A = 0,994\ 985 * X \quad (X \text{ in N, } X_A \text{ in N})$$

**Regressionsgleichung 1. Grades (zu- und abnehmende Kraft)**

First order interpolation equation (increasing and decreasing force)

$$X^*_A = 0,995\ 059 * X \quad (X \text{ in N, } X^*_A \text{ in N})$$

**Tabelle 6 Überprüfung der Einhaltung der Herstellerspezifikation anhand der Kalibrierergebnisse**

table 6 Verification of compliance with manufacturer specification based on calibration results

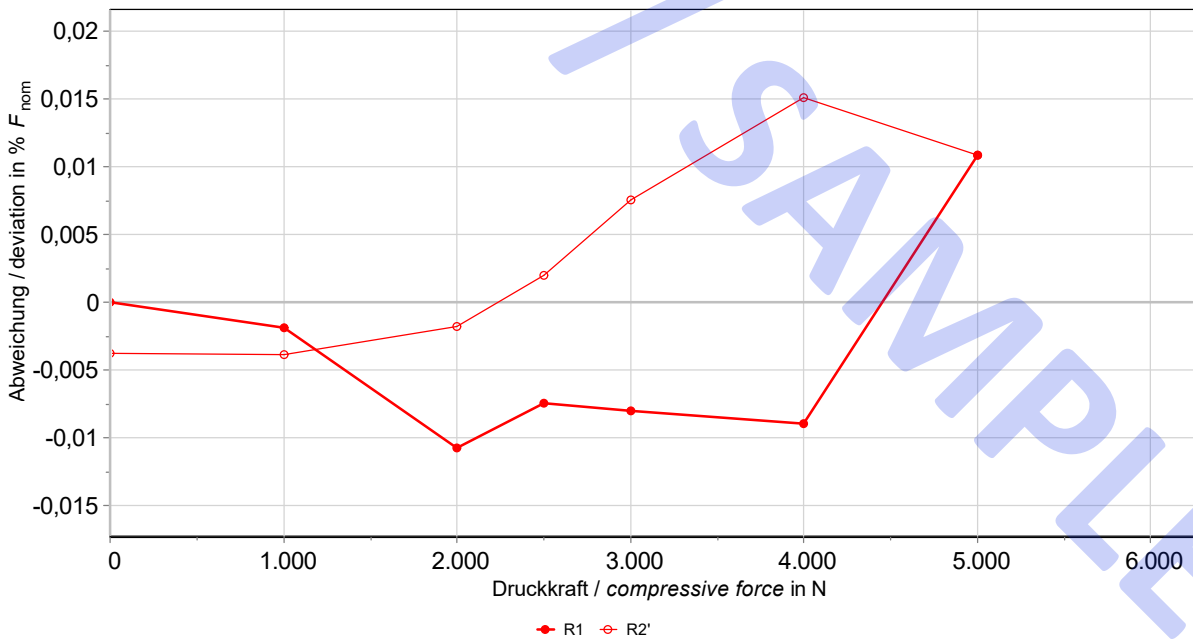
Druckkraft <i>compression</i>	Zulässiger Wert <i>Admissible value</i>	Berechneter Wert <i>Value determined</i>	Ergebnis <i>Result</i>
max. Linearitätsabweichung $d_{lin}$ <i>max. linearity deviation (best-fit)</i>	±0,2 %	-0,011 %	ok
max. rel. Umkehrspanne <i>max. relative hysteresis</i>	±0,2 %	0,024 %	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