



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
DKD-Kalibrierlaboratorium nach ISO 17025
Im Tiefen See 45 · DE - 64293 Darmstadt
Tel. +49 / (0)6151 / 803-436 · Fax. +49 / (0)6151 / 803-590



DKD-K-00101

Muster / Sample

Kalibrierschein

Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark



Gegenstand <i>Object</i>	Kraftaufnehmer <i>Force Transducer</i>	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, Darmstadt	Der DKD ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.
Typ <i>Type</i>	TOP-Z30A/200 N	Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	A1234567	<i>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of</i>
Auftraggeber <i>Customer</i>	Muster GmbH; DE-64293 Darmstadt	<i>The DKD 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.</i>
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	A987654	<i>The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i>
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	8	
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	2011-11-10	

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Akkreditierungsstelle des DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Accreditation Body of the DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel <i>Seal</i>	Datum <i>Date</i>	Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
	2011-12-27		

Stenner

Meckel

**Kalibriereinrichtung***Force reference standard*

200 N Kraft-BNME (s. DKD-Akkreditierungsurkunde vom 2009-07-10)
(see DKD accreditation certificate dated 2009-07-10)

Anschlussmessunsicherheit: **<= 0,005 %**
Best measurement capability

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

Kalibrierbedingungen*Calibration conditions*

Umgebungstemperatur: **(20 ± 1) °C** Umgebungsfuchte: **(42 ± 3) % rel.**
Ambient temperature *Environmental humidity*
Umgebungsluftdruck: **(1008 ± 2) hPa**
Atmospheric pressure

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): **0,011097 mV/V**
Zero signal (unmounted)

Einbauteile der Kalibrierung:
Mounting parts for calibration

DKD-Standard
DKD-Standard

Angaben zum Kabel:
Cable data

Kundeneig. 3m, 6-adrig
Customer owned 3m, 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-DMP40-S2***Amplifier type*

(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums)

*(owned by the calibration laboratory)*Identifizierung: **2550-30505***Identification*Firmware-Version: **P21***Firmware version*Messkanal: **1.1***Measuring channel*Messbereich: **2,500000 mV/V***Measuring range*Filter: **Bessel 0,1 Hz***Filter*Kalibriersignal: **2,500001 mV/V***Calibration signal*Anschlussart: **6-Leiter***Type of connection**6-lead*

Anzeigertyp: ****

Indicator type

Identifizierung: ----

Identification

Software: ****

Software

Anzeigeranpassung: ****

*Indicator adaptation***Sonstiges***Other data*

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.

Messunsicherheit

In den Tabellen 4, 5 und 7 ist jeweils die rel. erweiterte Messunsicherheit W angegeben. Sie setzt sich aus den Ergebnissen der Kalibrierung zusammen und wurde gemäß Anhang C der ISO 376:2011 ermittelt.

Nach ISO 376 ist die kombinierte Standardmessunsicherheit graphisch über die Kraft aufzutragen und eine Kurvenanpassung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate durchzuführen. Die

Kurvenanpassung wird mit einer Funktion der folgenden Gleichung durchgeführt: $w = p \cdot F^{-q}$

Da hierbei Werte geringer als die kleinste komb. Standardmessunsicherheit berechnet werden, wird der Koeffizient p der Gleichung so lange angepasst, bis alle Werte größer als die kleinste Messunsicherheit sind. Die im Kalibrierschein angegebenen Messunsicherheiten sind mit diesem optimierten Koeffizienten p_{opt} berechnet. Die erweiterte Unsicherheit ist dann durch die Gleichung gegeben, deren Koeffizient das Doppelte von dem Wert der Kurvenanpassung beträgt (Überdeckungsfaktor $k=2$). Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Wertebereich. Für jede Kraft innerhalb des Kalibrierbereichs kann dann eine erweiterte Unsicherheit berechnet werden.

Eine Ausnahme ist jedoch die Messunsicherheit für Fall A und Fall B, bei Messgeräten, die nur für bestimmte Kräfte klassifiziert sind. Hier ist auch die Messunsicherheit nur für bestimmte Kräfte zu berechnen, es wird keine Kurvenanpassung durchgeführt.

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

Bei der Kalibrierung mit Umkehrspanne wird ebenfalls nur das Kriechen als Beitrag zur Messunsicherheit berücksichtigt. In Tabelle 7 wird als zusätzliche Information für den Anwender, die Messunsicherheit nach Punkt C.2.4 der ISO 376:2011 inklusive eines zusätzlichen Umkehrspanneneinflusses berechnet.

Kriechmessung

Die relative Kriechabweichung c wird aus den Anzeigewerten 30 s und 300 s nach Wegnahme der Kalibrierhöchstkraft der dritten Vorbelastung in der 0°-Einbaustellung ermittelt. Die Höchstkraft wurde 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.

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

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.

Measurement uncertainty

In table 4, 5 and 7 the rel. expanded measurement uncertainty W is given. It is based on the results of the calibration and has been determined according to appendix C of the ISO376:2011.

ISO 376 requires a graph of the measurement uncertainty to be plotted against force and the coefficients of the best-fit least-squares line through all of the data points to be determined. A function of the following equation is used to carry out curve fitting: $w = p \cdot F^{-q}$

As this will result in values lower than the minimum combined uncertainty, the coefficient p of the equation is adapted until all values are higher than the minimum combined uncertainty. The measurement uncertainties given in this calibration certificate are calculated using this optimized coefficient p_{opt} . The expanded uncertainty is given by the equation whose coefficient is twice the value of curve fitting (coverage factor $k=2$). The probability of the measured value being within the assigned range of values is 95%. For any force within the calibration range an expanded uncertainty can then be calculated.

One exception is the measurement uncertainty for case A and case B, for measuring devices classified for specific forces only. Here measurement uncertainty is to be calculated for specific forces only, no curve fitting is carried out.

The measurement uncertainty does not contain a component for the long-term behavior of the device. For calibrations including hysteresis, too, 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 376:2011 including an additional influence of the reversibility error.

Creep measurement

The relative creep error c is calculated from the readings 30 s and 300 s after removal of the maximum calibration force at the third preloading in the 0°-mounting position. The maximum calibration force was applied for 60 s.

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 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

Tabelle 1 Messdaten in Richtung Druckkraft in mV/V

table 1 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	0,000002	0,000000	0,000004
20	0,200018	0,200017	0,200020	0,200011	0,200026	0,200016
40	0,400041	0,400041	0,400046	0,400031	0,400053	0,400040
60	0,600055	0,600056	0,600061	0,600044	0,600073	0,600054
80	0,800073	0,800078	0,800081	0,800060	0,800096	0,800074
100	1,000092	1,000096	1,000100	1,000077	1,000116	1,000094
120	1,200110	1,200114	1,200118	1,200094	1,200137	1,200114
160	1,600145	1,600149	1,600151	1,600129	1,600178	1,600158
200	2,000159	2,000167	2,000170	2,000170	2,000202	2,000202
0	-0,000038	-0,000032		0,000002		0,000004

Tabelle 2 Relative Nullpunktabweichung f_0 bezogen auf die Kalibrierhöchstkraft

table 2 Zero deviation relative to max. calibration force

R1	R2	R4'	R6'
-0,002 %	-0,002 %	0,000 %	0,000 %

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

The results are rounded to 0,001 %
Kriechen c 0,002 % Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet

creep c

The results are rounded to 0,001 %
Tabelle 3 Arithmetische Mittelwerte in mV/V, Wiederholpräzision b' und Vergleichspräzision b

table 3 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 %
	<i>average value</i>	<i>rel. range</i>	<i>average value</i>	<i>rel. range</i>
20	0,200017	0,000	0,200021	0,004
40	0,400041	0,000	0,400046	0,003
60	0,600056	0,000	0,600063	0,003
80	0,800076	0,001	0,800084	0,003
100	1,000094	0,000	1,000103	0,002
120	1,200112	0,000	1,200121	0,002
160	1,600147	0,000	1,600158	0,002
200	2,000163	0,000	2,000177	0,002

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

Druckkraft Compression Kraft in N <i>Force</i>	Fall A Case A			Fall C Case C		
	Klasse	$W_A (k=2)$	X_a	f_c	Klasse	$W_C (k=2)$
	<i>Classification</i>	in %	in mV/V	in %	<i>Classification</i>	in %
20	00	0,016	0,200021	0,0000	00	0,016
40	00	0,010	0,400043	0,0009	00	0,013
60	00	0,009	0,600064	0,0000	00	0,011
80	00	0,008	0,800084	-0,0001	00	0,010
100	00	0,008	1,000104	-0,0001	00	0,010
120	00	0,008	1,200123	-0,0001	00	0,009
160	00	0,008	1,600155	0,0002	00	0,008
200	00	0,008	2,000178	-0,0001	00	0,008

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

Druckkraft Compression Kraft in N <i>Force</i>	ν in %	Fall B Case B		Fall D Case D			
		Klasse	$W_B (k=2)$	X_a	f_c	Klasse	$W_D (k=2)$
		<i>Classification</i>	in %	in mV/V	in %	<i>Classification</i>	in %
20	0,005	00	0,016	0,200021	0,0000	00	0,016
40	0,003	00	0,010	0,400043	0,0009	00	0,013
60	0,003	00	0,009	0,600064	0,0000	00	0,011
80	0,003	00	0,008	0,800084	-0,0001	00	0,010
100	0,002	00	0,008	1,000104	-0,0001	00	0,010
120	0,002	00	0,008	1,200123	-0,0001	00	0,009
160	0,001	00	0,008	1,600155	0,0002	00	0,008
200		00	0,008	2,000178	-0,0001	00	0,008

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

Formel zur Berechnung der rel. erw. Messunsicherheit für Fall C und Fall D

Formula for calculation of the rel. exp. measurement uncertainty for case C and case D

$$W_C = W_D = 2 \cdot p_{\text{opt}} \cdot \frac{1}{F^q}$$

$$p_{\text{opt}} = 0,00020274$$

$$q = 0,32526$$

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:

$$Y3 = A \cdot X^3 + B \cdot X^2 + C \cdot X \quad (X \text{ in N})$$

$$A = -7E-012$$

$$B = 6E-010$$

$$C = 0,01000105$$

Tabelle 6 Anzeigewerte aufgrund der Interpolationsgleichung in mV/V (Y3)

table 6 Readings based on the interpolation equation in mV/V (Y3)

Druckkraft
Compression

Kraft in N Force X	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0										
20	0,200021	0,220023	0,240025	0,260028	0,280030	0,300032	0,320034	0,340036	0,360038	0,380040
40	0,400043	0,420045	0,440047	0,460049	0,480051	0,500053	0,520055	0,540057	0,560059	0,580062
60	0,600064	0,620066	0,640068	0,660070	0,680072	0,700074	0,720076	0,740078	0,760080	0,780082
80	0,800084	0,820086	0,840088	0,860090	0,880092	0,900094	0,920096	0,940098	0,960100	0,980102
100	1,000104	1,020106	1,040108	1,060110	1,080112	1,100113	1,120115	1,140117	1,160119	1,180121
120	1,200123	1,220124	1,240126	1,260128	1,280130	1,300131	1,320133	1,340135	1,360136	1,380138
140	1,400140	1,420141	1,440143	1,460144	1,480146	1,500147	1,520149	1,540150	1,560152	1,580153
160	1,600155	1,620156	1,640157	1,660159	1,680160	1,700161	1,720163	1,740164	1,760165	1,780166
180	1,800168	1,820169	1,840170	1,860171	1,880172	1,900173	1,920174	1,940175	1,960176	1,980177
200	2,000178									

Die entsprechende inverse Interpolationsgleichung lautet:

The adequate inverse interpolation equation is as follows:

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

$$R = 0,0007$$

$$S = -0,0006$$

$$T = 99,9895$$

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 %	Druckkraft Compression
20	0,200021	0,005	0,0000	0,017	
40	0,400043	0,003	0,0009	0,013	
60	0,600064	0,003	0,0000	0,012	
80	0,800084	0,003	-0,0001	0,010	
100	1,000104	0,002	-0,0001	0,010	
120	1,200123	0,002	-0,0001	0,009	
160	1,600155	0,001	0,0002	0,008	
200	2,000178		-0,0001	0,008	

Alle Ergebnisse sind in der letzten angegebenen Stelle gerundet.

All results are rounded to the last decimal.

Formel zur Berechnung der rel. erw. Messunsicherheit zu Tabelle 7

Formula for calculation of the rel. exp. measurement uncertainty from table 7

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

$$p_{opt} = 0,0002332$$

$$q = 0,35177$$

F Kraft nach Tabelle 7

force acc. table 7