

# Calibrazione

21 Aprile 2020

Yari Garnerone  
Field Service Engineer  
Tel: (+39) 02/45471616  
Mobile: (+39) 340/6435524  
Email: [yari.garnerone@hbm.com](mailto:yari.garnerone@hbm.com)



# Agenda

## 1. L'importanza della Calibrazione

- Che cos'è?
- Perché farla?
- Quando farla?

## 2. Benefici della Calibrazione

- Quali sono i vantaggi
- Tracciabilità
- Validità

## 3. Gerarchia

- Lab. di fabbrica
- Lab. accreditato

## 4. Analisi di un certificato

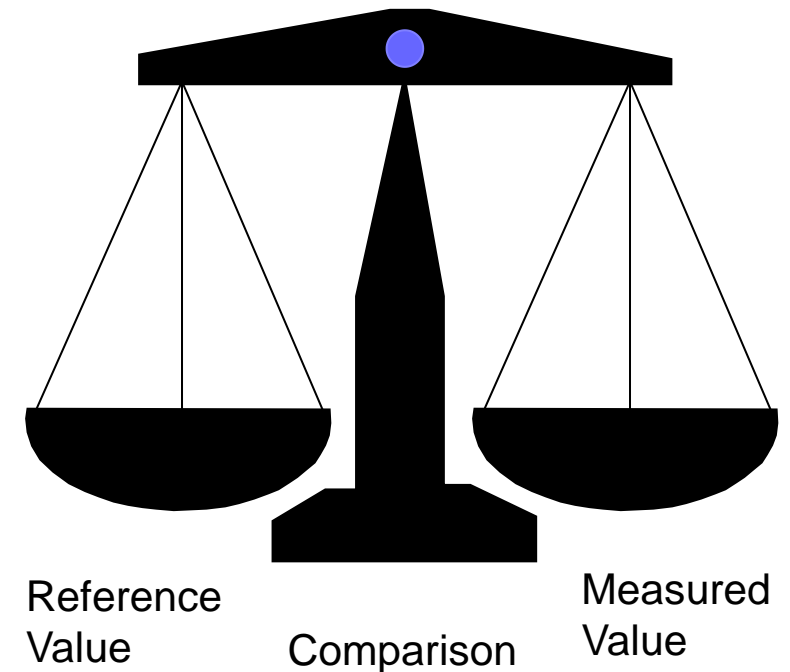
# L'importanza della Calibrazione

## Che cos'è la Calibrazione?

La calibrazione determina accuratamente la correlazione tra l'ingresso e l'uscita misurata di qualsiasi quantità uno strumento stia misurando in condizioni specifiche.

## Qual è il vero significato della calibrazione?

La calibrazione definisce l'accuratezza e la qualità delle misurazioni registrate quando si utilizza un apparecchio. In breve, senza calibrazione non esiste un metodo riconosciuto per garantire che l'attrezzatura utilizzata tra i test sia accurata. Nel tempo, i risultati e l'accuratezza tendono a "spostarsi", in particolare quando si utilizzano tecnologie particolari o si misurano parametri particolari, come temperatura e umidità. In quest'ottica, per essere sicuri dei risultati misurati, è necessario eseguire costantemente la manutenzione e la calibrazione delle apparecchiature per tutta la loro durata, per garantire misurazioni affidabili, accurate e ripetibili.



## Perché calibrare?

Dobbiamo calibrare amplificatori e trasduttori per assicurarci che funzionino ancora secondo le specifiche date dal produttore.

Senza calibrazione non è possibile garantire che i dati raccolti siano affidabili.

La calibrazione significa che i risultati possono essere documentati in modo rapido e semplice, il che è particolarmente importante per le aziende che rispettano l'accreditamento ISO, il punto di riferimento globale per la gestione della qualità, poiché garantisce che l'apparecchiatura funzioni correttamente.



## Quando dovresti calibrare?

La calibrazione deve essere presa in considerazione se il dispositivo non rientra nelle raccomandazioni del produttore o è necessario un imminente controllo di monitoraggio del proprio strumento di misurazione.

Tuttavia, in pratica, la domanda più ricorrente è la frequenza con cui dovrebbe essere effettivamente svolta.

## Intervallo di calibrazione



Le linee guida possono essere visualizzate qui:

<https://www.hbm.com/en/3283/guidelines-for-the-determination-of-calibration-intervals/>

La pratica generale è quella di calibrare la strumentazione entro i tempi raccomandati dal produttore.

HBM consiglia la calibrazione annuale del DAQ.

La calibrazione è indispensabile per garantire una qualità costante dei risultati della misurazione. Inoltre, la calibrazione del DAQ e dei sensori è parte integrante della certificazione ISO e della tracciabilità agli standard di lavoro / nazionali.

## Conclusione

Non esiste una regola che stabilisca la frequenza con cui si debba tarare uno strumento, tuttavia è possibile seguire alcune raccomandazioni per la scelta dell'intervallo di taratura:

- Frequenza dell'utilizzo dello strumento
- Modalità d'uso e condizioni ambientali
- Accuratezza desiderata
- Presenza di errori e superamento dei limiti nell'incertezza di misura
- In seguito ad urti e/o cadute



# Benefici della Calibrazione



## Quali sono i vantaggi della calibrazione?

### ✓ Misurazioni affidabili

- Le apparecchiature calibrate garantiscono la sicurezza dei dati raccolti e il dispositivo utilizzato funziona secondo le specifiche del produttore.

### ✓ Conformità

- Se la tua azienda è certificata ISO, la calibrazione tracciabile secondo gli standard interni sarà richiesta per aderire all'accreditamento.

### ✓ Rilevazione di apparecchiature obsolete

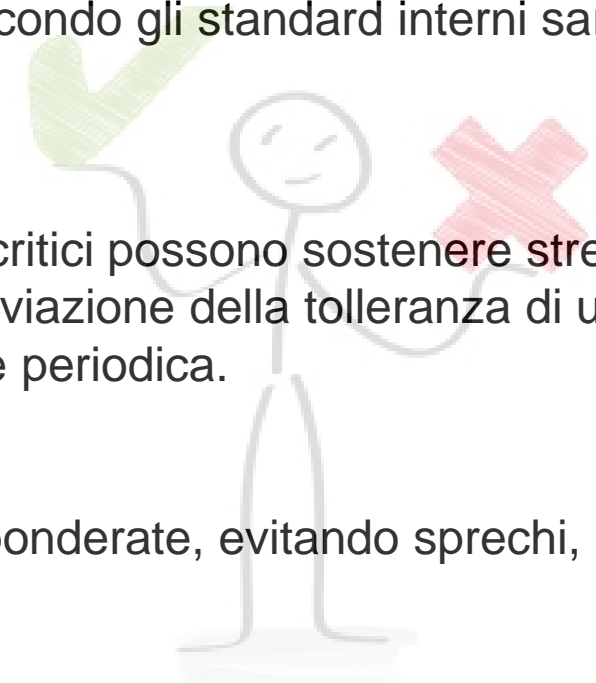
- Tutte le apparecchiature invecchiano nel tempo e i componenti critici possono sostenere stress meccanici o usura. Anche la deriva elettrica può causare una deviazione della tolleranza di un amplificatore e questo può essere rilevato mediante calibrazione periodica.

### ✓ Risparmi

- Le apparecchiature calibrate consentono di prendere decisioni ponderate, evitando sprechi, rilavorazioni o richiami di prodotti.

### ✓ Riparazione

- Se è necessaria la regolazione del dispositivo perché risulta fuori tolleranza, solo il produttore può offrirla



## **Riassumendo**

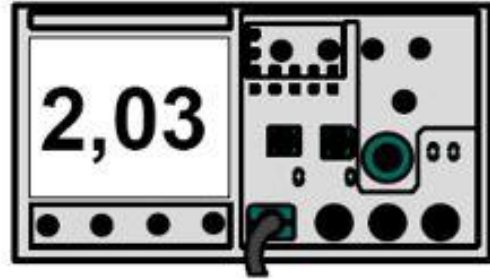
La calibrazione è un confronto del valore di input (valore di riferimento) con il valore all'uscita. Questo confronto è documentato in un certificato di calibrazione. Il valore di uscita non è regolato rispetto al valore di riferimento.

Questa regolazione si definisce ADJUSTMENT.

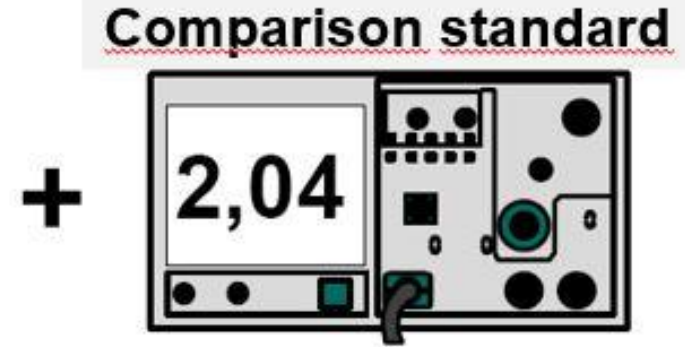
Durante la taratura viene determinato se le proprietà dei dispositivi corrispondono alla scheda tecnica.

## **Adjustment**

La regolazione consiste nel modificare / adattare il segnale di uscita al segnale di riferimento. Questo può essere fatto direttamente dal produttore e per ciò è necessario il certificato di calibrazione.



Measurement: 2.03



Calibration: 2.04



Check



Adjustment

## Tracciabilità

È fondamentale avere tracciabilità della calibrazione affinché sia possibile ripeterla in qualsiasi momento con lo stesso risultato. È quindi necessario essere a conoscenza:

- Standard utilizzato
- Step
- Numeri di serie di tutti i dispositivi utilizzati
- Condizioni ambientali
- Cavi (tipo di connessione, lunghezza)
- Versione del firmware



## Requisiti del laboratorio

Requisiti necessari per un laboratorio di taratura:

- Dispositivi calibrati tracciabili
- Personale qualificato
- Condizioni ambientali controllate
- Processi di calibrazione documentati
- Tempi di riscaldamento presi in considerazione

Il laboratorio di calibrazione è responsabile dell'implementazione e della qualità, questo non garantisce automaticamente la tracciabilità.

Gli standard per una calibrazione devono quindi essere impostati come parte della ISO 9001 o in base alla ISO17025

## Validità

La calibrazione è sempre una considerazione retrospettiva e non una previsione per il futuro.

La ricalibrazione deve sempre essere eseguita se si perde la fiducia nel dispositivo di misurazione, ad esempio se è danneggiato o riparato, si comporta in modo non riproducibile o ci sono deviazioni chiaramente riconoscibili nei valori misurati.

Un intervallo di calibrazione massimo di 24 mesi + periodo di tolleranza di 2 mesi è definito dalla:

- ✓ ISO 376 (forza)
- ✓ DIN 51309 (coppia)

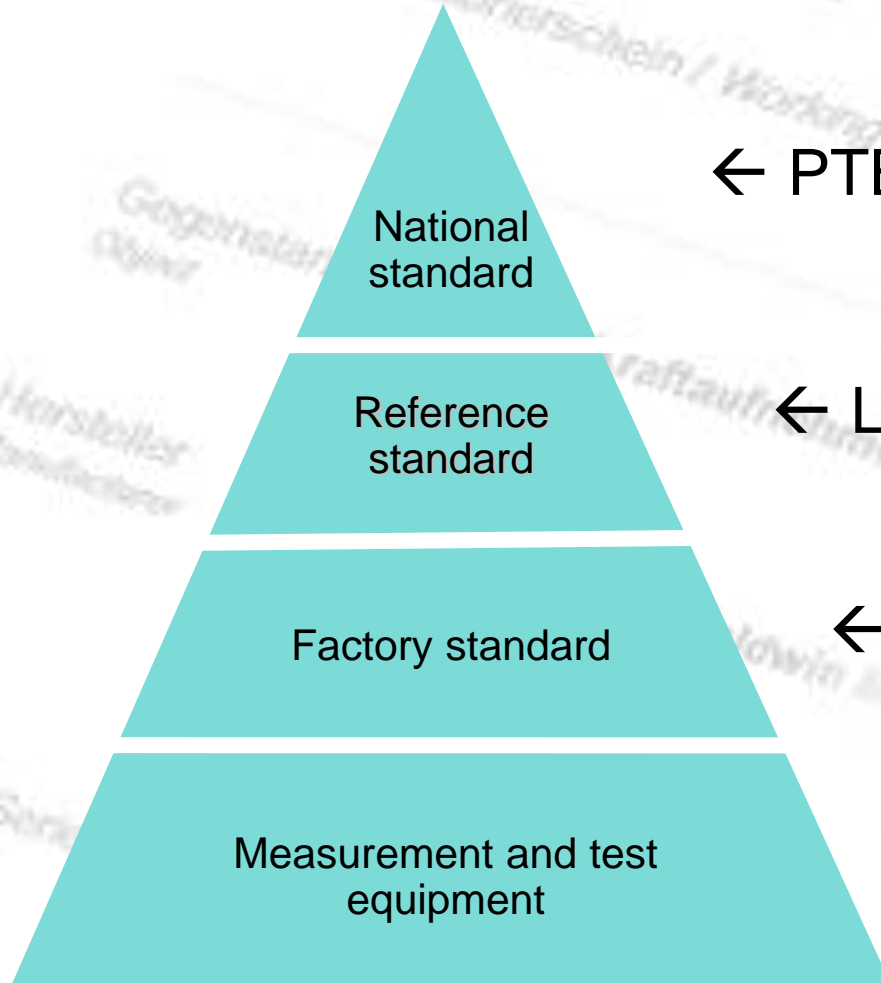
L'intervallo effettivamente consigliabile è determinato dalle condizioni operative e deve pertanto essere definito dall'utente.



# Gerarchia

## Tracciabilità standard

→ Aumento dell'accuratezza



← PTB o altri Istituti Nazionali

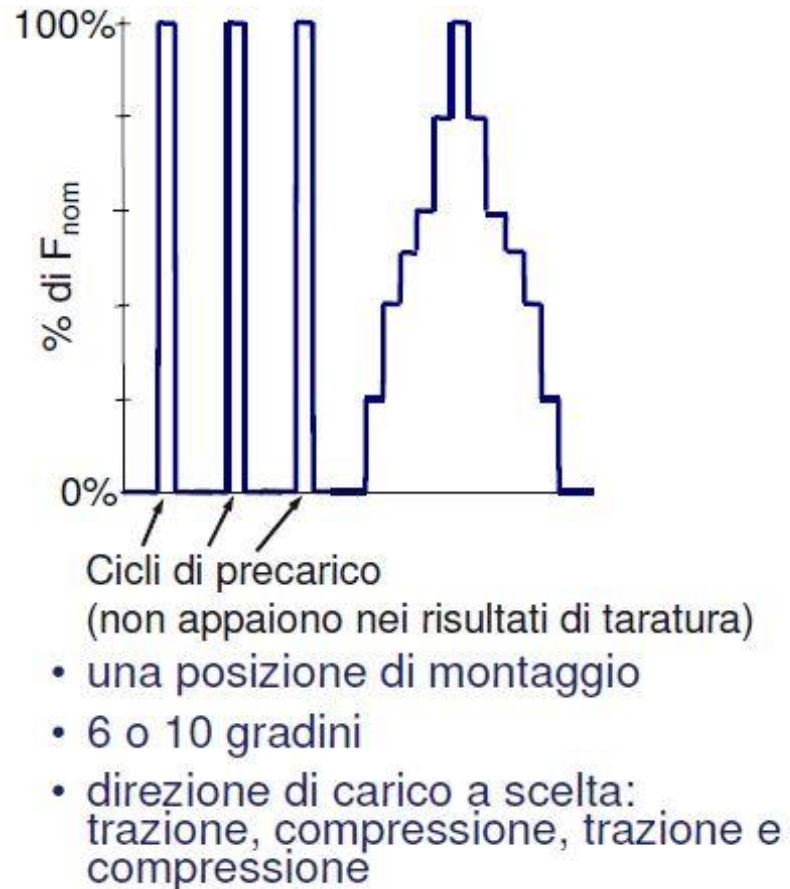
← Lab. Accreditati ACCREDIA (DAKKs for Germany)  
ISO 17025

← Lab. Taratura di fabbrica (WKS Calibration)  
ISO 9001

← Misura e verifica in ambito industriale



## Taratura di fabbrica



## Taratura di fabbrica della forza

Il certificato di taratura comprende:

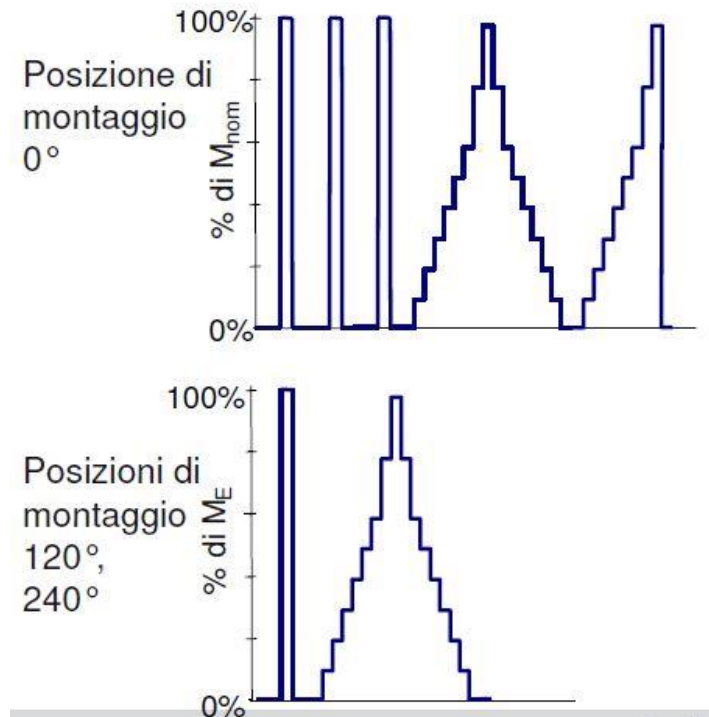
- Identificazione dell'oggetto in prova
- Descrizione dell'impianto di taratura usato
- Descrizione delle condizioni ambientali
- Risultati di misura in forma tabellare
- Grafico dei valori di misura
- Valorizzazione dell'isteresi

## Lab. Taratura di fabbrica



HBM Italia  
Taratura WORKING STANDARD di amplificatori di misura

## Taratura accreditata



- Tre posizioni di montaggio
- 5, 8 o 10 gradini
- Direzione di carico a piacere

## Taratura DKD della coppia (DIN51309)

Ulteriore contenuto del certificato di taratura (rispetto alla taratura di fabbrica):

- Incertezza di misura individuale per ogni gradino di carico
- Raggruppamento in classi secondo DIN51309 o EA-10/14
- Indicazione dei polinomi di compensazione lineare e cubico
- Indicazione di diverse singole deviazioni (es. isteresi)

## Lab. Accreditato DKD



HBM Germania  
Macchina a pesi diretti  
per la forza



HBM Germania  
Macchina idraulica di  
taratura delle forze con  
trasduttore di riferimento  
con carico nominale 5 MN

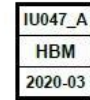


HBM Germania  
Taratura di amplificatori di  
misura

# Analisi di un certificato



# Certificato WS



## Calibration Certificate with Reference to ISO 10012

*Kalibrierschein in Anlehnung an DIN EN ISO 10012*

*(Working standard calibration certificate / Werkskalibrierschein)*



Riferimento  
standard

Object <i>Gegenstand</i>	Measuring Amplifier <i>Messverstärker</i>
Manufacturer <i>Hersteller</i>	Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, DE-Darmstadt
Type <i>Typ</i>	MX440B
Customer <i>Auftraggeber</i>	
Order number <i>Auftragsnummer</i>	3400031017
Number of Pages <i>Anzahl der Seiten</i>	5

Tracciabilità



The calibration was performed respecting the requirements of ISO / IEC 17025 using calibration equipment traceable to National Standards according to ISO 9001 and ISO 10012.

*Die Kalibrierung erfolgte unter Berücksichtigung der Anforderungen der DIN EN ISO / IEC 17025 mit Messmitteln, die im Sinne der DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 10012 auf Nationale Normale rückführbar sind.*

Tester  
*Prüfer*

Yari Garnerone

Calibration date  
*Kalibrierdatum*

2020-03-19

Release  
*Abnahme*



# Certificato WS

Page / Seite 4/5

2020-03-19

IU047\_A  
HBM  
2020-03

## Calibration object

Kalibrierobjekt  
Device MX440B  
Modul  
Miscellaneous  
Sonstiges

## Calibration Result

Kalibrierergebnis

(Mean values from 5 measurements)

(Mittelwerte aus 5 Messungen)

Measuring Range  $\pm 100$  mV/V Permitted Linearity Deviation 0.02%  
Messbereich Zulässige Linearitätsabweichung  
Perm. Abs. Deviation  $\pm(0.052\% \text{ of reading} + 0.05\% \text{ of range})$   
zul. abs. Abweichung  $\pm(0.052\% \text{ vom Messwert} + 0.05\% \text{ vom Messbereich})$

Deviazione ammissibile

Channel Kanal	1	2	3	4	Uncertainty unsicherheit	k-Factor k-Faktor
Input in mV/V	Measured values in mV/V Messwerte in mV/V					
0.0	0.001	0.000	-0.001	-0.002	0.016	2
20.0	19.991	19.991	19.990	19.989	0.017	2
40.0	39.980	39.982	39.981	39.979	0.017	2
50.0	49.974	49.977	49.975	49.973	0.017	2
60.0	59.969	59.972	59.971	59.968	0.018	2
80.0	79.958	79.964	79.961	79.958	0.019	2
100.0	99.948	99.955	99.952	99.948	0.02	2
0.0	0.001	-0.001	-0.001	-0.002	0.016	2
-20.0	-19.989	-19.992	-19.991	-19.991	0.017	2
-40.0	-39.978	-39.983	-39.982	-39.982	0.017	2
-50.0	-49.973	-49.978	-49.977	-49.977	0.017	2
-60.0	-59.968	-59.974	-59.973	-59.972	0.018	2
-80.0	-79.957	-79.965	-79.963	-79.962	0.019	2
-100.0	-99.948	-99.956	-99.953	-99.952	0.02	2
Evaluation of Calibration Results Auswertung der Kalibrierung						
Absolute	OK	OK	OK	OK		
Linearity	0.000%	-0.001%	0.001%	0.001%		
Result Ergebnis	OK	OK	OK	OK		

Tabella risultati

Page / Seite 5/5

2020-03-19

IU047\_A  
HBM  
2020-03

## Diagrams of Absolute Deviations

Diagramme der absoluten Abweichungen

Device MX440B

Modul

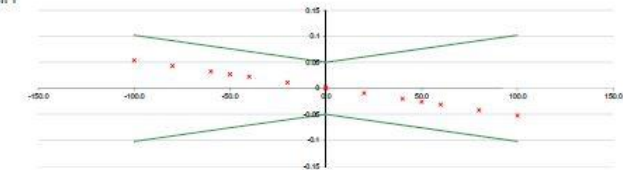
Measuring Range  $\pm 100$  mV/V

Messbereich

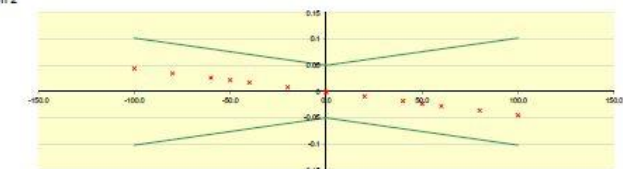
Permitted Absolute Deviation  $\pm(0.052\% \text{ of reading} + 0.05\% \text{ of range})$

zulässige absolute Abweichung  $\pm(0.052\% \text{ vom Messwert} + 0.05\% \text{ vom Messbereich})$

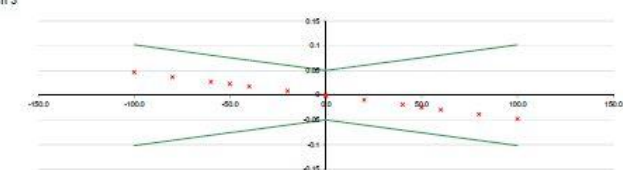
Ch 1



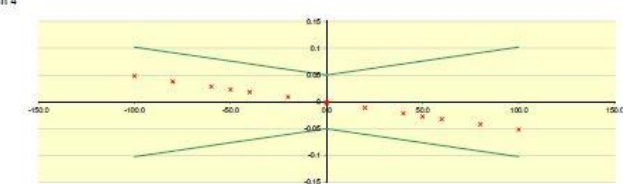
Ch 2



Ch 3



Ch 4



# Certificato WS vs DKD



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Seite / Page 2 Druckdatum / Date 2017-06-27

In case of doubt, only the German text of this certificate is valid.

F9999
HBM
2017-06

## Kalibriereinrichtung

Force reference standard

**25 kN** Kraft-BNME (s. DAkkS-Akkreditierungsurkunde vom 2017-02-14)  
(see DAkkS accreditation certificate dated 2017-02-14)

Anschlussmessunsicherheit:  $\leq 0,005\%$

Best measurement capability

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

## Kalibrierbedingungen

Calibration conditions

Umgebungstemperatur:  $(21,5 \pm 1) ^\circ\text{C}$  Umgebungsfeuchte:  $(43 \pm 2) \% \text{ rel.}$

Ambient temperature

Environmental humidity

Umgebungsluftdruck:  $(1003 \pm 3) \text{ hPa}$

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): **0,01381 mV/V**

Zero signal (unmounted)

Einbauteile der Kalibrierung:

Mounting parts for calibration

**HBM-Standard**

HBM-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

Numero del  
certificato  
DAkkS per il  
dispositivo di  
misurazione

Elenco  
dispositivi di  
misurazione

Page / Seite 2/5

2020-03-19

IU047_A
HBM
2020-03

## Calibration Device

Kalibriergewitz

Reference Standard Bezugsnormal	Serial Number Seriennummer	Calibration Certificate Kalibrierzertifikat	Due to Kalibriert bis
Burster 4462	SN224079	21319 / D-K-15141-01-00 / 2019-07	2020-08
Keithley 2750	1225459	29301 / D-K-15115-01-01 / 2019-07	2020-08
HBM K148S31	115	79297 / D-K-12029-01-00 / 2019-08	2020-08

## Calibration Accessories

Kalibrierezubehör

HBM Performance Test System

## Calibration Conditions

Kalibrierbedingungen

Ambient Temperature Umgebungstemperatur	21.6°C $\pm$ 1°C	Relative Humidity Relative Luftfeuchtigkeit	50% $\pm$ 10%
--	------------------	--	---------------

## Calibration Configuration

Kalibrierkonfiguration

Device Name Gerätename	MX440B		
Platform Serial Number Plattform-Seriennummer	0009E500882F	IP address IP-Adresse	-
Platform Hardware Revision Plattform-Hardwarerevision	2.21	Firmware Firmware	4.28.30.0

## Calibration Settings

Kalibriereinstellungen

Sensor Type Sensortyp	Piezoresistive full bridge		
Measuring Range Messbereich	$\pm 100 \text{ mV/V}$	Sensor Parameter Sensorparameter	Br. excit. Voltage 2,5V
Filter Filter	10 Hz Bessel	Carrier Frequency Trägerfrequenz	DC
Amplifier Verstärker	MX440B	Perm. Linearity Deviation zul. Linearitätsabweichung	0.02%
Perm. Abs. Deviation zul. abs. Abweichung	$\pm(0.052\% \text{ of reading} + 0.05\% \text{ of range})$ $\pm(0.052\% \text{ vom Messwert} + 0.05\% \text{ vom Messbereich})$		
Reset to Default Settings Werkseinstellungen	yes ja	Zero Adjust / Tare Nullabgleich / Tarierung	no nein



# Certificato DKD



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Seite / Page 4

Druckdatum / Date 2017-06-27

In case of doubt, only the German text of this certificate is valid.

DKDR33
D-K- 12029-01-00
2017-06

## Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung wurde gemäß der Richtlinie DKD-R 3-3 "Ablauf C" durchgeführt:

- 1) 3-malige Vorbelastung vor Kalibrierung in der jeweiligen Krafttrichtung 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.

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

Art: Ziffer I nach DKD-R 3-3, 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 in Anlehnung an DAkkS-DKD-3 und DKD-R 3-3 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  $Y_1^*$   $\pm$  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 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  $F_{\text{nom}}$  berechnet.

## Descrizione del processo di taratura e valutazione

# Certificato DKD



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Seite / Page 6 Druckdatum / Date 2017-06-27  
In case of doubt, only the German text of this certificate is valid.

DKDR33  
D-K  
12029-01-00  
2017-06

Tabelle 1 Messdaten in Richtung Druckkraft in mV/V table 1 Measuring data for compression in mV/V		
Kraft in kN Force	unveränderte Einbaulage unchanged mounting position (0°)	
	R1	R2
0	0,000000	0,000031
10	-0,399778	-0,399715
20	-0,799533	-0,799481
25	-0,999414	-0,999374
30	-1,199305	-1,199270
40	-1,599110	-1,599077
50	-1,998946	-1,998946

Tabelle 2 Vorbelastungen (VB) - Anzeigewerte in Richtung Druckkraft in mV/V table 2 Preloading readings for compression in mV/V	
Kraft in kN Force	VB preloading readings
0	0,000000
50	-1,998919
0	0,000018

Tabelle 3 Relative Nullpunktabweichung $f_0$ bezogen auf die Kalibrierhöchstkraft table 3 Zero deviation relative to max. calibration force	
VB	R2

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 compression Kraft in kN	arith. Mittel in mV/V average value	rel. Umkehrsp. in % rel. hysteresis	Y1* in mV/V equaliz. value	Approx.abw. in % interpol. dev.	Erweiterte Messuns. W* in % Expanded uncertainty
10	-0,399746	0,016	-0,399775	-0,0072	0,035
20	-0,799507	0,007	-0,799550	-0,0053	0,027
25	-0,999294	0,004	-0,999437	-0,0043	0,024
30	-1,199287	0,003	-1,199325	-0,0031	0,022
40	-1,599094	0,002	-1,599100	-0,0004	0,018
50	-1,998946		-1,998875	0,0036	0,018

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

Deve essere  
presente

Potrebbe essere  
presente



Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Seite / Page 7 Druckdatum / Date 2017-06-27  
In case of doubt, only the German text of this certificate is valid.

DKDR33  
D-K  
12029-01-00  
2017-06

## Approximationsgleichung 1. Grades (nur zunehmende Kraft)

First order interpolation equation (based on increasing force only)

$$Y1 = -0,0399779 \cdot X \quad (X \text{ in kN, } Y1 \text{ in mV/V})$$

## Approximationsgleichung 1. Grades (zu- und abnehmende Kraft)

First order interpolation equation (increasing and decreasing force)

$$Y1^* = -0,0399775 \cdot X \quad (X \text{ in kN, } Y1^* \text{ in mV/V})$$

## Tabelle 5 Überprüfung der Einhaltung der Herstellerspezifikation anhand der Kalibrierergebnisse table 5 Verification of compliance with manufacturer specification based on calibration results

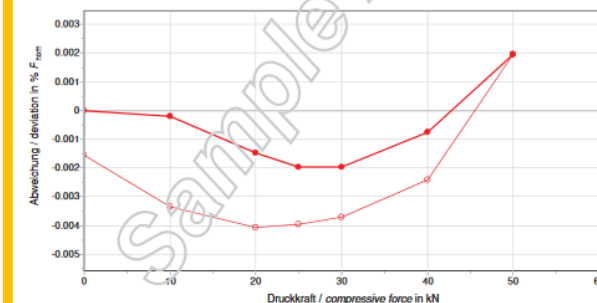
Druckkraft compression	Zulässiger Wert Admissible value	Berechneter Wert Value determined	Ergebnis Result
max. Linearitätsabweichung $d_{lin}$ max. linearity deviation (best-fit)	$\pm 0,035 \%$	-0,002 %	ok
max. rel. Umkehrspanne max. relative hysteresis	$\pm 0,04 \%$	0,003 %	ok

## Grafische Darstellung der Messwerte

Graphical representation of the measured values

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

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



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

Rev 2.0.00

# Thank You

Yari Garnerone

Field Service Engineer

Tel: (+39) 02/45471616

Mobile: (+39) 340/6435524

Email: [yari.garnerone@hbm.com](mailto:yari.garnerone@hbm.com)

PUBLIC

[www.hbkworld.com](http://www.hbkworld.com) | © HBK – Hottinger, Brüel & Kjær | All rights reserved

**HBK**   
HOTTINGER BRÜEL & KJÆR