

# 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)



PUBLIC

# Agenda

- 1. L'importanza della Calibrazione**
  - Che cos'è?
  - Perchè 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**

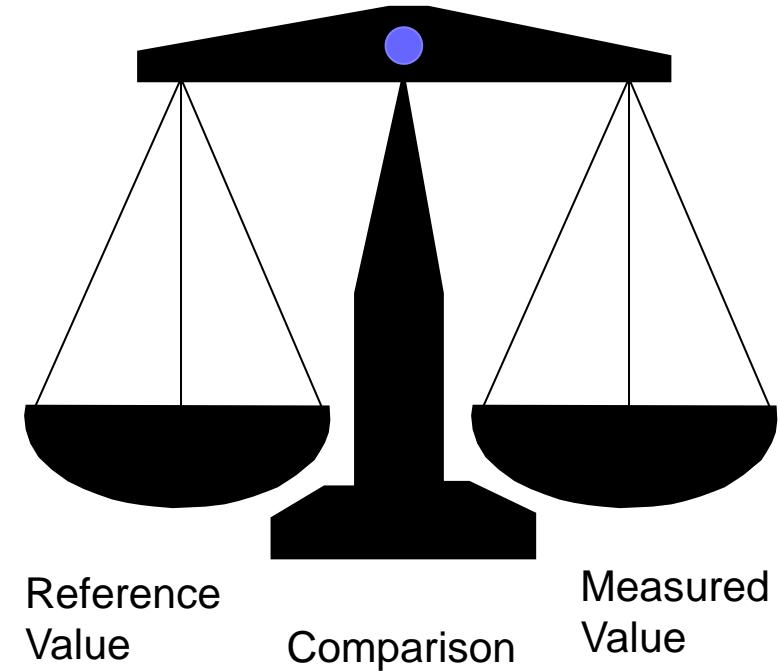
# L'importanza della Calibrazione

## 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 dovrà 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

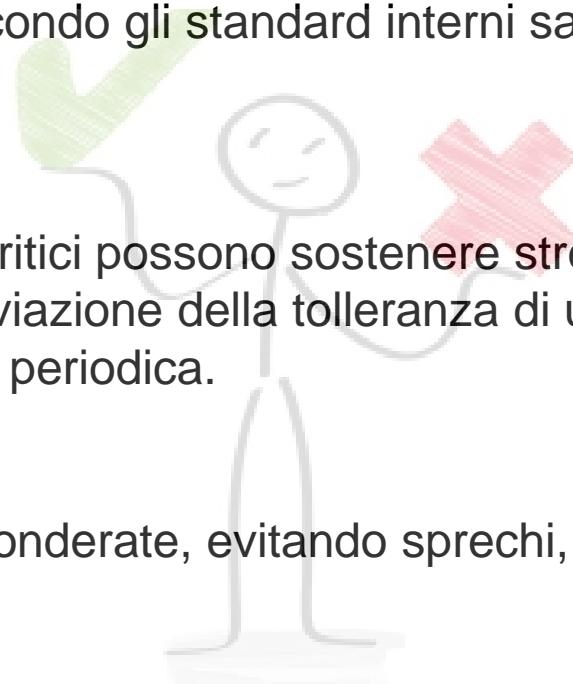
- Tutte le apparecchiature invecchiano nel tempo e i componenti critici possono sostenere stress meccanici o usura. Anche la deriva elettrica può causare una deviazione della tolleranza di un amplificatore e questo può essere rilevato mediante calibrazione periodica.

### ✓ 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

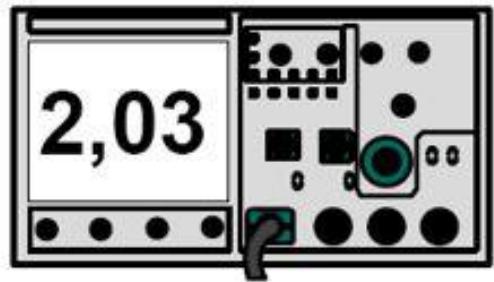
La calibrazione è un confronto del valore di input (valore di riferimento) con il valore all'uscita. Questo confronto è documentato in un certificato di calibrazione. Il valore di uscita non è regolato rispetto al valore di riferimento.

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.

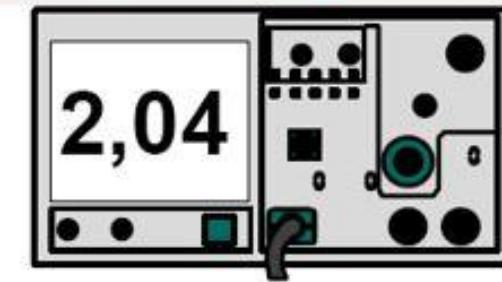


**Measurement: 2.03**



**Check**

**Comparison standard**



**Calibration: 2.04**



**Adjustment**

## Tracciabilità

È fondamentale avere tracciabilità della calibrazione affinchè 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)

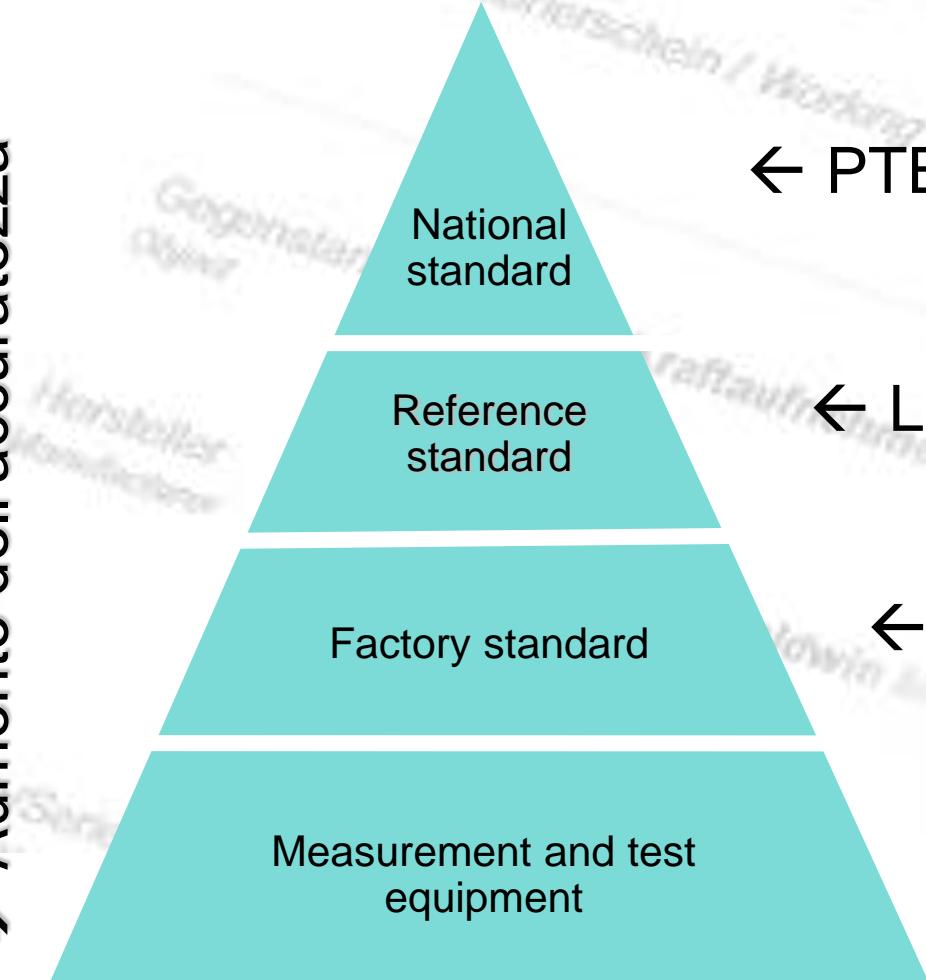
L'intervallo effettivamente consigliabile è determinato dalle condizioni operative e deve pertanto essere definito dall'utente.



# Gerarchia

## Tracciabilità standard

Aumento dell'accuratezza  
↑



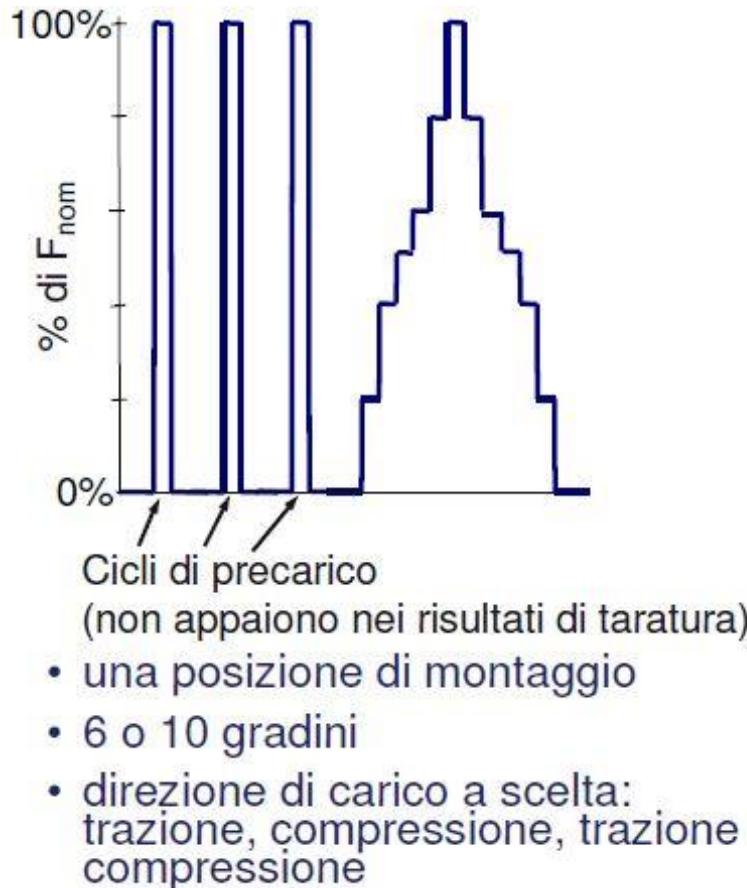
← PTB o altri Istituti Nazionali

← 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:

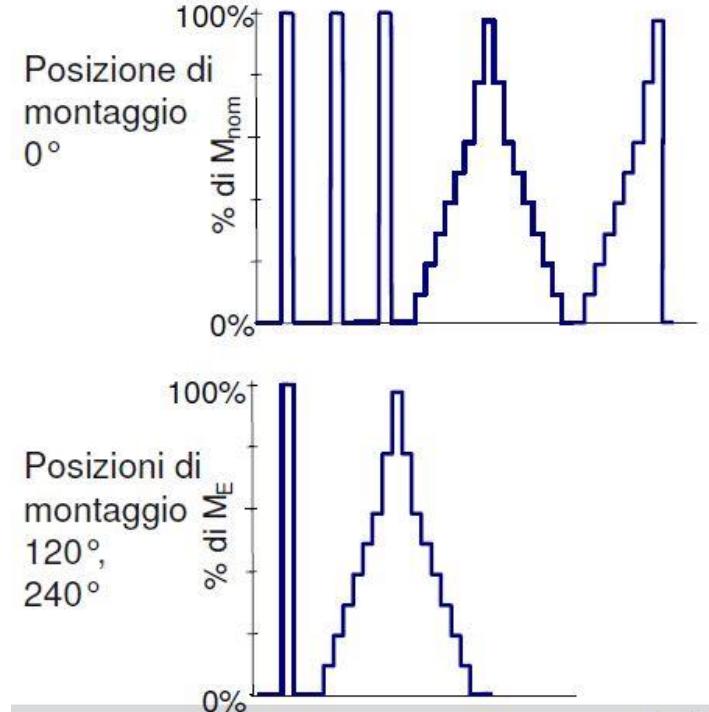
- Identificazione dell'oggetto in prova
- Descrizione dell'impianto di taratura usato
- Descrizione delle condizioni ambientali
- Risultati di misura in forma tabellare
- Grafico dei valori di misura
- Valorizzazione dell'isteresi

## 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



IU047\_A  
HBM  
2020-03

Calibration Certificate with Reference to ISO 10012  
Kalibrierschein in Anlehnung an DIN EN ISO 10012

(Working standard calibration certificate / Werkskalibrierschein)

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

Riferimento  
standard

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

Release  
Abnahme



2020-03-19

# Certificato WS

Page / Seite 4/5 2020-03-19

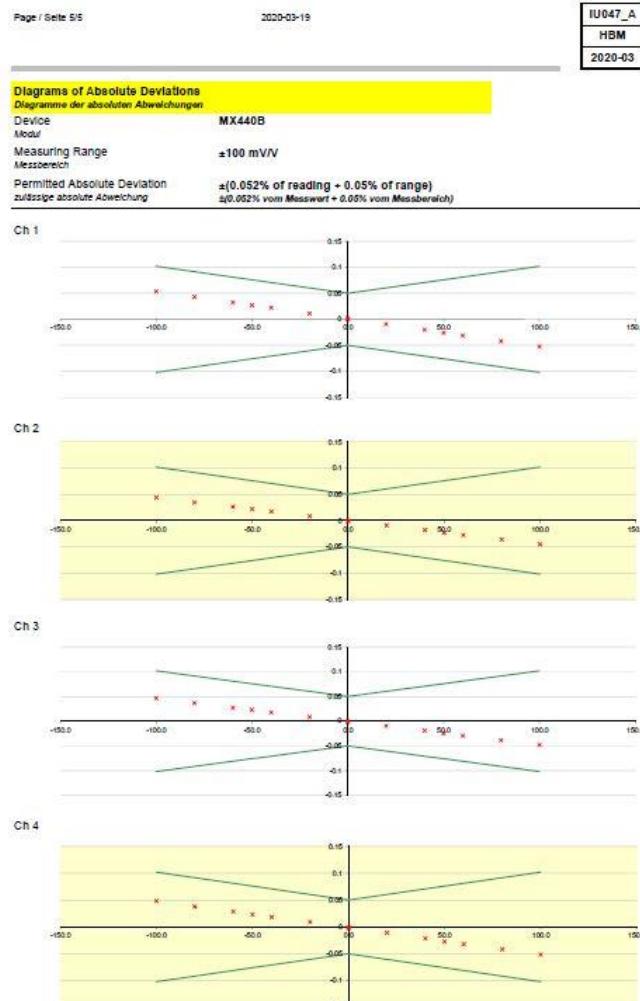
Calibration object Kalibrierobjekt					IU047_A HBM 2020-03
Device Modul	MX440B				
Miscellaneous	-				
Sonstiges					
Calibration Result Kalibriergebnis					
(Mean values from 5 measurements) Messbereich		(Mittelwerte aus 5 Messungen) Zulässige Linearitätsabweichung			
Measuring Range Messbereich	$\pm 100 \text{ mV/V}$	Permitted Linearity Deviation Zulässige Linearitätsabweichung	0.02%		
Permit. Abs. Deviation zul. abs. Abweichung	$\pm(0.052\% \text{ of reading} + 0.05\% \text{ of range})$				$\pm(0.052\% \text{ vom Messwert} + 0.05\% \text{ vom Messbereich})$
Channel Kanal	1	2	3	4	Uncertainty Mess- unsicherheit K-Faktor K-faktor
Input in mV/V	Measured values in mV/V Messwerte in mV/V				b)
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	-19.999	-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	-99.946	-99.956	-99.953	-99.952	0.02 2
Evaluation of Calibration Results Auswertung der Kalibrierung					a)
Absolute	OK	OK	OK	OK	
Linearity +	0.000%	-0.001%	0.001%	0.001%	
Linearity -	0.000%	0.000%	-0.001%	0.001%	
Result Ergebnis	OK	OK	OK	OK	

Evaluation Auswertung  
 a) Max. linearity deviation from the line through min. and max. measuring value (rel. to full-scale value), including linearisation error.  
 b) Value of expanded measurement uncertainty in + and - and coverage factor k for 95% coverage.

a) Max. Linearitätsabweichung von Endpunkt-Endpunkt-Gerade  
 (bezogen auf den Messbereichs-Endwert)  
 b) Wert der erweiterten Messunsicherheit in + und - und Erweiterungsfaktor k für 95% Überdeckung.

Deviazione ammissibile

Tabella risultati →



# Certificato WS vs DKD

**HBM** 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.

**Kalibrierereinrichtung**  
Force reference standard

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

Anschlussmessunsicherheit: <= 0,005 %  
Best measurement capability

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

**Kalibrierbedingungen**  
Calibration conditions

Umgebungstemperatur: (21,5 ± 1) °C Umgebungsfeuchte: (43 ± 2) % rel.  
Ambient temperature Environmental humidity

Umgebungsluftdruck: (1003 ± 3) 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

F9999
HBM
2017-06

Numero del certificato DAkkS per il dispositivo di misurazione

Page / Seite 2/5 2020-03-19 IU047\_A

**Calibration Device**  
Kalibriergerät

Reference Standard Bezugsnormale	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**  
Kalibrierzubehör

HBM Performance Test System

**Calibration Conditions**  
Kalibrierbedingungen

Ambient Temperature Umgebungstemperatur	21.6°C ± 1°C	Relative Humidity Relative Luftfeuchtigkeit	50% ± 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**  
Kalibrierstellungen

Sensor Type SensorTyp	Piezoresistive full bridge		
Measuring Range Messbereich	±100 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	±(0.052% of reading + 0.05% of range) ±(0.052% vom Messwert + 0.05% vom Messbereich)		
Reset to Default Settings Werkseinstellungen	yes ja	Zero Adjust / Tare Nullabgleich / Tälerung	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 Vorbelaufung vor Kalibrierung in der jeweiligen Kraftrichtung mit Kalibrierhöchstkraft  
(diese Vorbelaufung 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-ÜKD-3 und DKD-R 3-3 ermittelt wurde.  
Zusätzlich enthält  $W$  die folgenden systematischen Messunsicherheitsbeiträge: rel. Vergleichspräzision  $b$ , rel. Umkehrspanne und die auf das Ausgleichspolyynom 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 Wertebereich. 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  $F_{nom}$  berechnet.

## Descrizione del processo di taratura e valutazione

# Certificato DKD

**HBM** 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.

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 Vorbelastungs (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 $\Delta_0$ bezogen auf die Kalibrierhöchstkraft		
table 3 Zero deviation relative to max. calibration force		
VB	R2*	
-0,000000	-0,000031	

Die Ergebnisse sind auf 0,001 % gerundet.  
The results are rounded to 0,001 %.

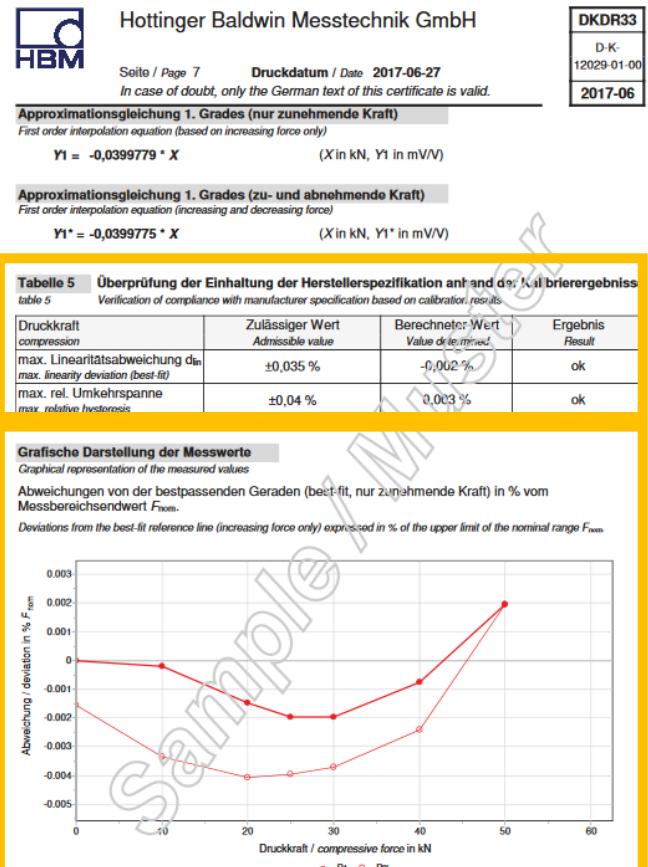
  

Tabelle 4 Ausgeglichene Werte, rel. Approximationsabweichung und Messunsicherheiten					
table 4 Equalized value, approximation deviation and uncertainty					
Druckkraft compression Kraft in kN Force	arith. Mittel in mV/V average value	rel. Umkehrsp. in % rel. hysteresis	Y1* in mV/V equaliz. value	Approx.abw. 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	-1,998975	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



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

# 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

