

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

<b>2646B</b>
D-K- 12029-01-00
<b>2023-01</b>

Kalibrierschein  
*Calibration certificate*

**MUSTER / SAMPLE**

Kalibrierzeichen  
*Calibration mark*

Gegenstand  
*Object*

**Messkette aus Drehmomentaufnehmer und Messverstärker**  
*Measuring Chain consisting of Torque 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*

**T12HP/3 kN-m; T12HP-Stator**

*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.)*

**333666999; 999666333**

*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*

**Muster GmbH, DE - 12345 Musterstadt**

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

Auftragsnummer  
*Order No.*

**VDI2646\_CAN**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines  
*Number of pages of the certificate*

**7**

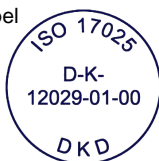
Datum der Kalibrierung  
*Date of calibration*

**2023-01-11**

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*

**2023-01-27**

Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
*Head of the calibration laboratory*

**Stenner**

Bearbeiter  
*Person in charge*

**Halfmann**




**Kalibriereinrichtung***torque reference standard***25 kN·m** Drehmoment-BNME (s. DAkkS-Akkreditierungsurkunde vom 2022-06-17)  
(see DAkkS accreditation certificate dated 2022-06-17)Kleinste angebbare  
Messunsicherheit:  
*best measurement capability***0,008 %**der eingestellten Drehmomentstufe  
*of the torque step selected***Kalibrierbedingungen***calibration conditions*Umgebungstemperatur: Anfang / begin: **(22,4 ± 1) °C** Ende / end: **(22,4 ± 1) °C**  
*ambient temperature*Umgebungsfeuchte: **(43 ± 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*Stator; Serien-Nr.: **T12HP-Stator; 999666333**  
*stator; serial number*Statorversorgung: **Laboreig. MGCplus/ML60B #DKD132**  
*stator supply* *Owned by the laboratory: MGCplus/ML60B #DKD132*Nullsignal (ausgebaut): **0,88 N·m**  
*zero signal (unmounted)*Einbauteile der Kalibrierung:  
*mounting parts for calibration***DAkkS-Standard***DAkkS-standard*Angaben zum Kabel:  
*cable data***Laboreig. Anschlusskabel 6 m**  
*Owned by the laboratory: connection cable 6 m***Aufnehmersversorgung:**  
*transducer supply voltage***5 V; DC**

**Angaben zum Ausgeber und Anzeiger***signal conditioner and indicator data*

Grundgerät: \*\*\*\*

*system*

Identifizierung: -----

*identification*

Verstärkertyp: T12HP-Stator

*amplifier type*

Identifizierung: 999666333

*identification*

Firmware-Version: 1.26

*firmware version*

Messkanal: CANbus

*measuring channel*

Messbereich: 3000,00 N·m

*measuring range*

Filter: 0,1 Hz Bessel

*filter*

Kalibriersignal: 1499,81 N·m

*calibration signal*

Anschlussart: Standard

*type of connection*

Anzeigertyp: PC

*indicator type*

(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums)

*(owned by the calibration laboratory)*

Identifizierung: PR1396

*identification*

Software: \*\*\*\*

*software*

Anzeigeranpassung: \*\*\*\*

*indicator adaptation***Sonstiges***other data***Die im TEDS-Speicher des Aufnehmers hinterlegten Skalierungsinformationen sind NICHT an die vorliegende Kalibrierung angepasst (siehe: <https://www.hbm.com/t12-calibration-supplement>).***The scaling information stored in the transducer's TEDS memory has NOT been adapted to the calibration at hand (see: <https://www.hbm.com/t12-calibration-supplement>).*

**Kalibrierverfahren**

Die Kalibrierung wurde gemäß der Richtlinie VDI/VDE 2646:2019 durchgeführt:

- 1) 3-malige Vorbelastung vor Kalibrierung in der jeweiligen Belastungsrichtung mit 100% des Nenndrehmoments. (Diese Vorbelastung ist vor jeder Benutzung zu wiederholen!)
- 2) Anzeigewerte bei zunehmendem Drehmoment: Messreihen rechts: R1, R3; links: R4, R6  
Anzeigewerte bei abnehmendem Drehmoment: Messreihen rechts: R2'; links: R5'

Das Kalibrierdrehmoment  $M_K$  ist die jeweilige Drehmoment-Stufe gemäß Anzeige an der Kalibriereinrichtung. Korrekturen laut Akkreditierung sind berücksichtigt.  
Alle berechneten Werte sind um die jeweilige Nullanzeige reduziert.

Diese Kalibrierung wurde mit benannter Skala durchgeführt, die Erfassung der Messwerte erfolgte in der physikalischen Einheit des Drehmoments.

Die Kalibrierung erfolgt im Anlieferungszustand (as found), relevante Informationen oder davon abweichende Bedingungen sind auf Seite 3 unter Sonstiges, bzw. Anzeigeranpassung dokumentiert.

**Messunsicherheit**

In Tabelle 4 ist das erweiterte Messunsicherheitsintervall  $W'$  angegeben, das sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k=2$  und (in Abänderung zu VDI/VDE 2646:2019) folgenden systematischen Abweichungen ergibt: statistisch ermittelte Spannweite  $b$ , Umkehrspanne  $h$  (siehe auch DIN 51309) und die Interpolationsabweichung, bzw. Anzeigeabweichung. Die Standardmessunsicherheit wurde gemäß EA-4/02 M:2022 ermittelt und umfasst den Einfluss der Anzeigauflösung auf den Nullwert und den Anzeigewert, die Einflüsse von Wiederholpräzision, Vergleichspräzision, Umkehrspanne, Abweichung des Nullsignals und Interpolationsabweichung, bzw. Anzeigeabweichung. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall. Die Angabe der Messunsicherheit erfolgt in Prozent vom Messwert.  
Ein Anteil für die Langzeitstabilität des Kalibriergegenstandes ist nicht enthalten.

**Interpolation**

Die Interpolationsgleichung wird nur bei Kalibrierungen in elektrischen Einheiten (unbenannte Skale) berechnet. Mit ihr kann dann die Anpassung der Anzeige eines Messverstärkers an die Interpolationsfunktion durchgeführt werden.

Bei Kalibrierungen mit benannter Skale, bei der ein Messverstärker auf eine Anzeige in der physikalischen Einheit des Drehmoments z.B. N·m angepasst ist, wird diese nicht angegeben. Die meisten Messverstärker bieten in diesem Fall keine Möglichkeit eine zusätzliche Interpolationsfunktion einzugeben.

**Optimierter Kennwert**

Der optimierte Kennwert wird nur bei Kalibrierungen in elektrischen Einheiten (unbenannte Skale) bestimmt. Die ihm zugrunde liegende Interpolationsfunktion kann bei den meisten Messverstärkern nur in diesem Fall angewendet werden (siehe Punkt Interpolation).

**Remanenzwert**

Der Remanenzwert wurde aus dem Nullsignal zu Beginn der ersten Messreihe (R1) bei Rechtsmoment und dem Nullsignal zu Beginn der ersten Messreihe (R4) bei Linksmoment ermittelt. Er bezieht sich auf das Kalibrierergebnis für Rechtsmoment beim Kalibrierbereichsendwert. Er kann nur berechnet werden, wenn die Kalibrierung beide Richtungen umfasst.

**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 Einhaltung der Herstellerspezifikation in Tabelle 1 berücksichtigt die maximale Abweichung von der Bezugsgeraden, die mit dem in Tabelle 4 aufgeführten, ermittelten Kennwert gebildet ist, in % vom Kalibrierbereichsendwert  $M_E$ . Die Angabe n.a. (nicht angegeben) in der Spalte zulässiger Wert weist darauf hin, dass hier keine Daten zur Verfügung stehen.

OK in der Spalte Ergebnis bedeutet:

Der Kalibriergegenstand erfüllt bei den angegebenen Merkmalen die Herstellerspezifikationen.

**Calibration procedure**

The calibration was performed according to the guideline VDI/VDE 2646:2019:

- 1) 3 times loading with 100% of nominal torque in the torque direction concerned prior to calibration.  
(This kind of preloading has to be repeated each time the transducer is used!)
- 2) Readings at increasing torque: clockwise: R1, R3; anticlockwise: R4, R6  
Readings at decreasing torque: clockwise: R2'; anticlockwise: R5'

The calibration torque  $M_K$  is the respective torque step according to reading from the calibration device. Corrections according to accreditation included.

All calculated results have been reduced by the indication at zero load.

This calibration was carried out with a defined scale, the measured values were recorded in the physical unit of the torque.

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.

**Measurement uncertainty**

In table 4 the reported expanded uncertainty interval  $W'$  is stated as the sum of the standard uncertainty multiplied by the coverage factor  $k=2$  and (as a modification of VDI/VDE 2646:2019) the following systematic errors: statistically determined span  $b$ , reversal error  $h$  and interpolation error, respectively indication error. The standard uncertainty has been determined according to EA-4/02 M:2022 and covers the following effects: the influence of the resolution on the zero signal and on the display value, the influences of repeatability, reproducibility, reversibility, residual deviation and the interpolation error, respectively the indication error. The coverage probability is approximately 95%. The measurement uncertainty is given as a percentage of the actual value.

A statement about long-term stability of the calibration device is not made.

**Interpolation**

The interpolation equation is only used for calibrations in electrical units (undefined scale). It enables the indication of a measuring amplifier to be adapted to the interpolation function.

For calibrations with a defined scale, in which a measuring amplifier is adapted to an indication in the physical unit of the torque, e.g. N·m, this is not specified. In this case, most measuring amplifiers do not offer the possibility to enter an additional interpolation function.

**Optimized sensitivity**

The optimized sensitivity is only determined for calibrations in electrical units (undefined scale). With most measuring amplifiers, its underlying interpolation function can be used only in this case (see interpolation).

**Mechanical remanence**

The remanence value was determined from the zero-signal at beginning of the first measuring row (R1) at clockwise torque and the zero-signal at beginning of the first measuring row (R4) at anti-clockwise torque. It refers to the calibration result of clockwise torque at the full-scale value of the calibration range.

Calculation of mechanical remanence only if both directions are tested.

**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 1 takes into account the maximum deviation from the reference line defined by the determined sensitivity given in table 4, expressed in % of the upper limit of the calibrated range  $M_E$ . The statement n.a. (not available) in the column admissible value indicates, that no data is available here.

OK in the result column means:

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

**Tabelle 1** Überprüfung der Einhaltung der Herstellerspezifikation anhand der Kalibrierergebnisse  
table 1 verification of compliance with manufacturer specification based on calibration results

Merkmal property	Richtung direction	Zulässiger Wert admissible value	Berechneter Wert value determined	Ergebnis result
Linearitätsabweichung einschließlich Hysterese $d_{lh}$ in % von $M_E$ linearity deviation including hysteresis $d_{lh}$ in % of $M_E$	rechts clockwise	0,015	0,004	ok
	links anticlockwise	0,015	-0,003	ok

**Tabelle 2** Zusätzliche aus den Messergebnissen bestimmte Kenngrößen  
table 2 further parameters determined from the measurement results

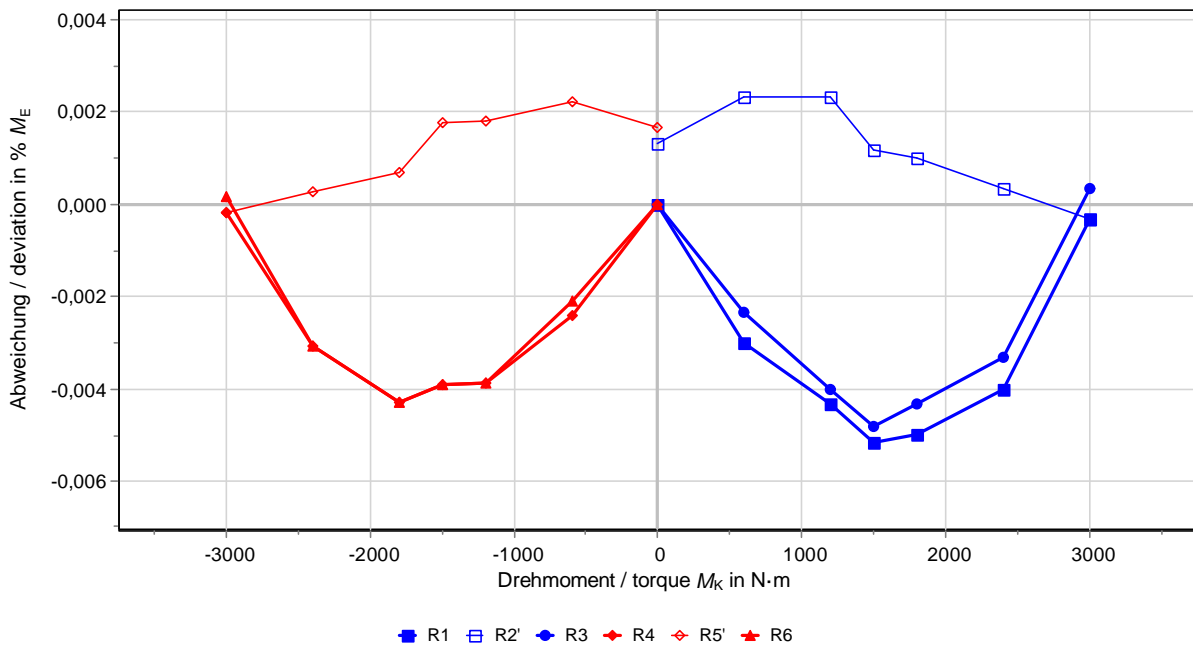
Def. nach VDI/VDE 2639 def. according to VDI/VDE 2639	Berechneter Wert computed value		Einheit unit
	rechts / clockwise	links / anticlockwise	
max. Linearitätsabweichung $d_{lin}$ max. linearity deviation	-0,005	-0,004	% von $M_E$ % of $M_E$
max. rel. Umkehrspanne max. relative hysteresis	0,027	0,023	% von $M_K$ % of $M_K$
Remanenzwert mechanical remanence	0,024		% von $M_E$ % of $M_E$

**Grafische Darstellung der Messwerte**

graphical representation of the measured values

Abweichungen von der Bezugsgeraden die mit dem in Tabelle 4 aufgeführten Signal  $Y(M_K)$  beim Kalibrierbereichsendwert  $M_E$  gebildet ist, in % vom Kalibrierbereichsendwert  $M_E$ .

Deviations from the reference line defined by the signal  $Y(M_K)$  at the upper limit of the calibration range  $M_E$  given in table 4, expressed in % of the upper limit of the calibrated range  $M_E$ .



**Tabelle 3** Messdaten (Anzeigewerte), in N·m  
table 3 measuring data (readings), in N·m

$M_K$ in N·m	Rechtsdrehmoment / clockwise torque			Linksdrehmoment / anticlockwise torque		
	R1	R2'	R3	R4	R5'	R6
0	0,00	0,04	0,00	0,00	-0,05	0,00
600	599,84	600,00	599,86	-599,85	-599,99	-599,86
1200	1199,73	1199,93	1199,74	-1199,73	-1199,90	-1199,73
1500	1499,67	1499,86	1499,68	-1499,69	-1499,86	-1499,69
1800	1799,64	1799,82	1799,66	-1799,64	-1799,79	-1799,64
2400	2399,60	2399,73	2399,62	-2399,60	-2399,70	-2399,60
3000	2999,64	2999,64	2999,66	-2999,61	-2999,61	-2999,62

**Tabelle 4** Kalibrierergebnis  
table 4 calibration result

$M_K$ in N·m	Rechtsdrehmoment / clockwise torque		Linksdrehmoment / anticlockwise torque	
	Signal $Y(M_K)$ in N·m	rel. Unsicherheit $W'$ rel. uncertainty $W'$ in % von/of $M_K$	Signal $Y(M_K)$ in N·m	rel. Unsicherheit $W'$ rel. uncertainty $W'$ in % von/of $M_K$
0	0,00		0,00	
600	599,85	0,055	-599,86	0,052
1200	1199,74	0,044	-1199,73	0,043
1500	1499,68	0,041	-1499,69	0,039
1800	1799,65	0,037	-1799,64	0,037
2400	2399,61	0,031	-2399,60	0,031
3000	2999,65	0,024	-2999,62	0,025

Dieser Messwertaufnehmer wurde nur in einer Einbaustellung kalibriert. Das ausgewiesene Ergebnis der Messunsicherheitsbestimmung beinhaltet den Beitrag des statistisch ermittelten Kennwerts  $b$  und ist gemäß der Richtlinie VDI/VDE 2646:2019 vollständig.

*This transducer was calibrated in only one installation position. The shown result of the measuring uncertainty determination contains the contribution of the statistically determined characteristic value  $b$  and is complete according to guideline VDI/VDE 2646:2019.*

Ende des Kalibrierscheins / end of calibration certificate