

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

2646A
D-K- 12029-01-00
2023-01

Kalibrierschein
Calibration certificate



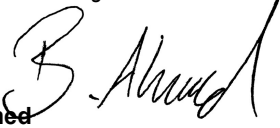
MUSTER / SAMPLE

Kalibrierzeichen
Calibration mark

Gegenstand <i>Object</i>	Drehmomentaufnehmer <i>Torque Transducer</i>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH, DE - Darmstadt
Typ <i>Type</i>	T40B/500 N·m
Serien-Nr. (Prüfmittel-Nr.) <i>Serial number</i> (<i>Test equipment no.</i>)	222555888
Eigentümer <i>Owner</i>	Muster GmbH, DE - 12345 Musterstadt
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	VDI2646_Hz
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	7
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	2023-01-11

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 <i>Seal</i>	Datum <i>Date</i>	Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
	2023-01-27		
		Stenner	Ahmed

Kalibriereinrichtung

torque reference standard

1 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

0,01 %

der eingestellten Drehmomentstufe
of the torque step selected

Kalibrierbedingungen

calibration conditions

Umgebungstemperatur: Anfang / begin: **(20,8 ± 1) °C** Ende / end: **(20,7 ± 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

Stator; Serien-Nr.: **T40B-Stator; 214570014**

stator; serial number

Statorversorgung: ********

stator supply

Nullsignal (ausgebaut): **10021,36 Hz**

zero signal (unmounted)

Einbauteile der Kalibrierung:

mounting parts for calibration

DAkkS-Standard

DAkkS-standard

Angaben zum Kabel:

cable data

Laboreig. Anschlusskabel 6 m, 6-adrig

Owned by the laboratory: connection cable 6 m, 6-wire

Aufnehmersversorgung:

transducer supply voltage

5 V; DC

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

Grundgerät: <i>system</i>	HBM-MGCplus	(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums) <i>(owned by the calibration laboratory)</i>
Identifizierung: <i>identification</i>	H-32503-0	
Verstärkertyp: <i>amplifier type</i>	HBM-ML60B	(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums) <i>(owned by the calibration laboratory)</i>
Identifizierung: <i>identification</i>	DKD127	
Firmware-Version: <i>firmware version</i>	P5.50	
Messkanal: <i>measuring channel</i>	1	
Messbereich: <i>measuring range</i>	20000,00 Hz	
Filter: <i>filter</i>	0,1 Hz Bessel	
Kalibriersignal: <i>calibration signal</i>	2332,52 Hz	
Anschlussart: <i>type of connection</i>	Standard	
Anzeigertyp: <i>indicator type</i>	PC	(Eigentum des Kalibrierlaboratoriums) <i>(owned by the calibration laboratory)</i>
Identifizierung: <i>identification</i>	PR899	
Software: <i>software</i>	****	
Anzeigeranpassung: <i>indicator adaptation</i>	****	

Sonstiges*other data*

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 Nenn Drehmoments. (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.

Die Kalibrierung erfolgt im Anlieferzustand (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

Auf Seite 7 ist die Interpolationsgleichung, die der Berechnung der Interpolationsabweichung (Linearitätsabweichung) zugrunde liegt angegeben. Ermittelt nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aus dem Kalibrierergebnis, d.h. es sind nur Anzeigewerte bei zunehmendem Drehmoment berücksichtigt.

X : um das Nullsignal bereinigter Anzeigewert in Hz

M_a : berechneter Drehmomentwert aus der Interpolation in N·m

Optimierter Kennwert

Tabelle 2 gibt den optimierten Kennwert nach VDI/VDE 2639 an, ermittelt nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate unter Einbeziehung der Messwerte aus Aufwärts- und Abwärtsreihe (ohne die Wiederholmessreihe).

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 optimierten Kennwert gemäß Tabelle 2 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.

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

On page 7 the interpolation equation used for evaluating the interpolation error (linearity deviation) is given. Determined according to the least-squares method from the calibration result, i.e. only readings at increasing torque are taken into account.

X: zero-value compensated display value in Hz

M_a : torque value determined from the interpolation equation in N·m

Optimized sensitivity

Table 2 shows the optimized sensitivity according to VDI/VDE 2639, determined according to the least-squares method taking into account the values from measurement series with increasing and decreasing torque (without repeatability series).

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 optimised characteristic value given in table 2, 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 <i>property</i>	Richtung <i>direction</i>	Zulässiger Wert <i>admissible value</i>	Berechneter Wert <i>value determined</i>	Ergebnis <i>result</i>
Linearitätsabweichung einschließlich Hysterese d_{lin} in % von M_E <i>linearity deviation including hysteresis d_{lin} in % of M_E</i>	rechts <i>clockwise</i>	0,03	0,005	ok
	links <i>anticlockwise</i>	0,03	-0,005	ok

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

Def. nach VDI/VDE 2639 <i>def. according to VDI/VDE 2639</i>	Berechneter Wert <i>computed value</i>		Einheit <i>unit</i>
	rechts / <i>clockwise</i>	links / <i>anticlockwise</i>	
optimierter Kennwert <i>optimized sensitivity</i>	5000,89	-5000,94	Hz
max. Linearitätsabweichung d_{lin} <i>max. linearity deviation</i>	0,004	-0,004	% von M_E <i>% of M_E</i>
max. rel. Umkehrspanne <i>max. relative hysteresis</i>	0,031	0,032	% von M_K <i>% of M_K</i>
Remanenzwert <i>mechanical remanence</i>	0,030		% von M_E <i>% of M_E</i>

Grafische Darstellung der Messwerte

graphical representation of the measured values

Abweichungen von der Bezugsgeraden die mit dem optimierten Kennwert gemäß Tabelle 2 gebildet ist, in % vom Kalibrierbereichsendwert M_E .

Deviations from the reference line defined by the sensitivity given in table 2, expressed in % of the upper limit of the calibrated range M_E .

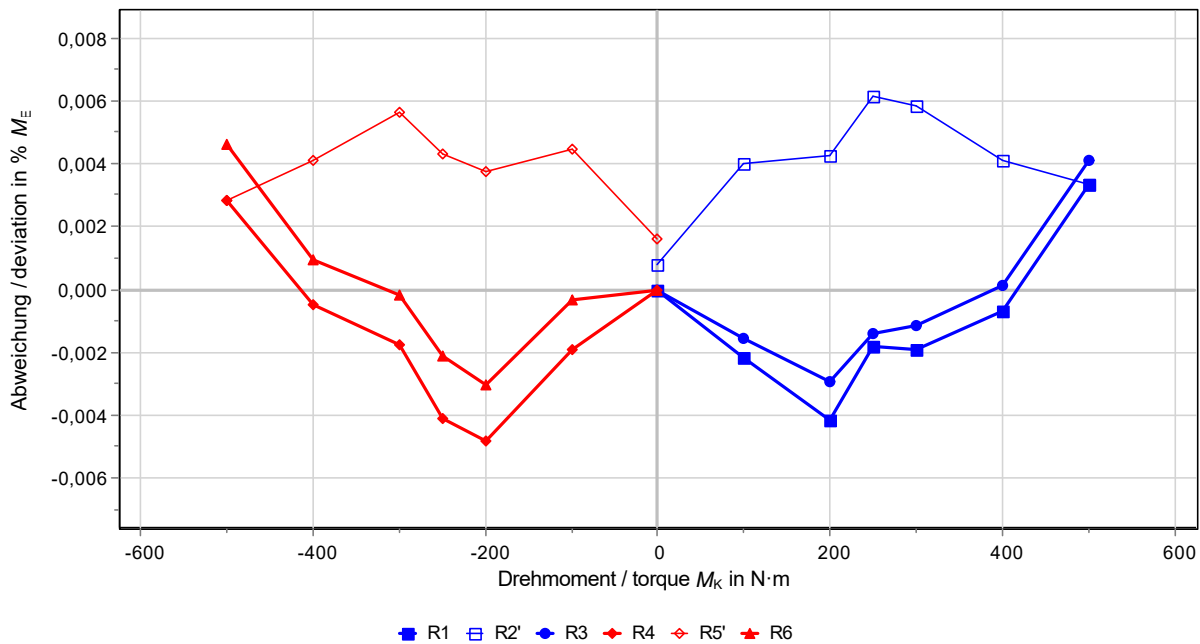


Tabelle 3 Messdaten (Anzeigewerte), in Hz
table 3 measuring data (readings), in Hz

M_K in N·m	Rechtsdrehmoment / clockwise torque			Linksdrehmoment / anticlockwise torque		
	R1	R2'	R3	R4	R5'	R6
0	10021,43	10021,47	10021,44	10019,93	10019,85	10019,91
100	11021,47	11021,78	11021,51	9019,86	9019,54	9019,76
200	12021,52	12021,94	12021,59	8019,84	8019,41	8019,73
250	12521,71	12522,11	12521,74	7519,72	7519,30	7519,60
300	13021,78	13022,17	13021,83	7019,52	7019,15	7019,42
400	14021,99	14022,23	14022,04	6019,29	6019,06	6019,20
500	15022,34	15022,34	15022,39	5018,96	5018,96	5018,85

Tabelle 4 Kalibrierergebnis
table 4 calibration result

M_K in N·m	Rechtsdrehmoment / clockwise torque		Linksdrehmoment / anticlockwise torque	
	Signal $Y(M_K)$ in Hz	rel. Unsicherheit W' rel. uncertainty W' in % von/of M_K	Signal $Y(M_K)$ in Hz	rel. Unsicherheit W' rel. uncertainty W' in % von/of M_K
0	0,00		0,00	
100	1000,06	0,091	-1000,11	0,089
200	2000,12	0,063	-2000,14	0,064
250	2500,29	0,051	-2500,26	0,054
300	3000,37	0,041	-3000,45	0,040
400	4000,58	0,034	-4000,68	0,034
500	5000,93	0,034	-5001,02	0,034

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.

Interpolationsgleichung

interpolation equation

Rechtsdrehmoment / clockwise torque

$$M_a = 0,099985 * X$$

Linksdrehmoment / anticlockwise torque

$$M_a = 0,099983 * X$$

(X in Hz, M_a in N·m)

Ende des Kalibrierscheins / end of calibration certificate