

Kalibrierschein / Calibration certificate

erstellt durch das Kalibrierlaboratorium
issued by the calibration laboratory

ATESTEO GmbH & Co. KG
Konrad-Zuse-Str.3
D-52477 Alsdorf / Germany



Kalibrierlaboratorium für die Messgröße Drehmoment
Calibration laboratory for the measuring quantity torque

DEUTSCHER KALIBRIERDIENST **DKD**



Kalibrierzeichen

Calibration mark

20444
D-K-
19792-01
2019-12

Gegenstand: **Drehmomentaufnehmer**
Object: Torque transducer

Hersteller: **ATESTEO GmbH & Co.KG**
Manufacturer:

Typ: **RT-F1iS / 2000 N·m**
Type:

Kennnummer: **#98761234**
Serial number:

Auftraggeber: **Muster GmbH**
Applicant: Musterstr. 88
52477 Alsdorf

Anzahl der Seiten: **7**
Number of pages:

Auftragsnummer **Muster_DIN 51309**
Order No.

Datum der Kalibrierung: **2019-12-17**
Date of Calibration:

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Darstellung der Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Der DAkkS ist Unterzeichner der multi-lateralen 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 traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkkS 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. 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 sowohl der Akkreditierungsstelle des DAkkS als auch 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 both the Accreditation Body of the DAkkS and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum **2020-02-19**
Date

Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of the calibration laboratory

Bearbeiter: **F. Musterfrau**
Person in charge:

2020-02-19

Max Mustermann

F. Musterfrau

20444
D-K-
19792-01
2019-12

- 1 Kalibrierverfahren / Calibration procedure :** DIN 51309 : 2005-12
- 2 Kalibriereinrichtung / Calibration device :** ATESTEO 3 kN·m KE
- 2.1 Messunsicherheit für jede Drehmomentstufe in % /
Uncertainty of measurement related to torque in %
- | Drehmoment /
Torque in N·m | Erw. Messunsicherheit /
Exp. Uncertainty (k = 2) in % : |
|-------------------------------|--|
| 200 -200 | 0,02 0,02 |
| 400 -400 | 0,02 0,02 |
| 600 -600 | 0,02 0,02 |
| 800 -800 | 0,02 0,02 |
| 1000 -1000 | 0,02 0,02 |
| 1200 -1200 | 0,02 0,02 |
| 1600 -1600 | 0,02 0,02 |
| 2000 -2000 | 0,02 0,02 |
- 2.2 Referenzaufnehmer / Reference transducer : ATN / 2000 N·m , # 192837
- 2.3 Anzeigegerät / Indication device : MX238B
- Seriennummer / Serial number : #0009E5008ECA
- Hersteller / Manufacturer : Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
- 2.4 Einstellung des Anzeigegerätes /
Settings of the indication device :
- Speisespannung / Supply voltage : 5 V
- Filtereinstellung / Filter settings : 0,5 Hz TP Be
- Auflösung / Resolution : 0,000001
- Schwankung / Fluctuation : 0,000002
- Anzeigeeinheit / Indication unit : mV/V
- 2.5 Anschlusskabel / Input cable : Cabel MX238-01
- Schaltungsart / Circuit type : 6 - wire circuit
- 2.6 Einspannteile / Adaptors : LENZE ETP-Express 60
- 3 Kalibriergegenstand / Calibration device :** RT-F1iS / 2000 N·m, #98761234
- 3.1 Anzeigegerät / Indication device : MX238B
- Seriennummer / Serial number : #0009E5008ECA
- Hersteller / Manufacturer : Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
- 3.2 Einstellung des Anzeigegerätes /
Settings of the indication device :
- Speisespannung / Supply voltage : 5 V
- Filtereinstellung / Filter settings : 0,5 Hz TP Be
- Ziffernschritt / Numeral resolution : 0,000001
- Schwankung / Fluctuation : 0,000002
- Anzeigeeinheit / Indication unit : mV/V
- 3.3 Anschlusskabel / Input cable : Cabel MX238-02
- Schaltungsart / Circuit type : unknown
- 3.4 Einspannteile / Adaptors : LENZE ETP-Express 60
- 4 Kalibrieranordnung / Calibration installation :**
- 4.1 Einbaustellungen / Mounting positions : 3x120°
- 4.2 Drehmomentvektor / Torque vector : vertikal / vertical
- 4.3 Elastische Kupplung / Flexible Coupling : Multi-plate clutch 3 kN·m
- 5 Kalibriertemperatur / Calibration temperature :** 20,8 °C
- Relative Luftfeuchtigkeit / Rel. humidity :** 41%
- 6 Aufnehmernullsignale / Transducer zero signals :**
- vor Einbau / before mounting : 0,000009 mV/V
- nach Kalibrierung / after calibration : -0,000024 mV/V
- 7 Zusätzliche Angaben / Additional information :**
- Berechnete Werte sind um die jeweilige Nullanzeige reduziert. Die Ergebnisse sind in der letzten Stelle gerundet.
Calculated values are reduced by the respective zero signal. The calculated values are rounded in the last decimal.

Remanenzwert / remanence value (DKD-R 3-5, Pkt 3.4): 0,023 %

Bei den markierten Werten liegt der Messpunkt unterhalb des rückgeführten Bereichs. Die Messunsicherheit ist daher höher.
At the marked values the is measuring point outside of the retraced range. The measurement uncertainty is higher

8 Auswertung / Analysis
8.1 Kalibrierergebnis / Calibration results

Drehmoment / torque in N·m	Signal / signal in mV/V	Fall I / case I rel. erw. Messunsicherheit / rel. exp. uncertainty $k = 2$ Ausgleichsfunktion / interpolation kubisch / cubic, in % linear, in %		Signal / signal in mV/V	Fall II / case II rel. Uns.-intervall/ rel. uncert. interval $k = 2$ Ausgleichsfunktion / interpolation linear, in %	
		Rechtsdrehmoment / clockwise torque				
0	0,000000			0,000014		
200	0,099996	0,02	0,03	0,100015	0,05	
400	0,199995	0,02	0,02	0,200021	0,04	
600	0,299994	0,02	0,02	0,300025	0,03	
800	0,400000	0,02	0,02	0,400033	0,03	
1000	0,500009	0,02	0,02	0,500040	0,03	
1200	0,600019	0,02	0,02	0,600048	0,03	
1600	0,800039	0,02	0,02	0,800059	0,02	
2000	1,000065	0,02	0,02	1,000065	0,02	
Linksdrehmoment / anticlockwise torque						
0	0,000000			-0,000015		
-200	-0,099996	0,02	0,03	-0,100017	0,05	
-400	-0,199992	0,02	0,03	-0,200021	0,04	
-600	-0,299997	0,02	0,03	-0,300028	0,03	
-800	-0,400000	0,02	0,02	-0,400034	0,03	
-1000	-0,500009	0,02	0,02	-0,500042	0,03	
-1200	-0,600019	0,02	0,02	-0,600050	0,03	
-1600	-0,800045	0,02	0,02	-0,800066	0,02	
-2000	-1,000076	0,02	0,02	-1,000076	0,02	

8.2 Klasseneinstufung nach DIN 51309 / Classification according to DIN 51309

Klasse Class	Fall I / case I kubische Ausgleichsfunktion cubic interpolation von/from bis / to in N·m		lineare Ausgleichsfunktion linear interpolation von/from bis / to in N·m		Fall II / case II lineare Ausgleichsfunktion linear interpolation von/from bis / to in N·m	
	Rechtsdrehmoment / clockwise torque					
0,1	200	2000	200	2000	200	2000
0,2						
0,5						
1						
2						
5						
Linksdrehmoment / anticlockwise torque						
0,1	-200	-2000	-200	-2000	-200	-2000
0,2						
0,5						
1						
2						
5						

8.3 Kriecheinfluss aus dem Entlastungskriechen / Creep influence from decreasing creep test

Das Entlastungskriechen wird nach Belastung mit Nenndrehmoment M_{nom} über 15 min und Sprungentlastung ($t_{\Delta M}$ ca. 2 s) über $t_B = 15$ min aufgezeichnet und aus den Differenz der Extrema ermittelt.

The decreasing creep is recorded over 15 min after loading with nominal torque M_{nom} for 15 min and subsequent fast release ($t_{\Delta M}$ approx. 2 s). It is determined from the difference of the extrema.

Das Entlastungskriechen d_{KE} über 15 min ergibt / the decreasing torque d_{KE} over 15 min was measured with **0,020%** (Benennung und Kurzzeichen nach VDI/VDE/DKD 2639 / terms and Symbols in acc. with VDI/VDE/DKD 2639)

9 Interpolationsgleichungen / Interpolation equations S in mV/V M in N·m

9.1 Fall I, Kubische Interpolationsgleichung / Case I, Cubic interpolation equation:

9.1.1 Rechtsdrehmoment / clockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00049996 \cdot M_i + 5,4E-11 \cdot M_i^2 + -1E-14 \cdot M_i^3 \\ M_{ai} &= 2000,14 \cdot S_i + -0,44 \cdot S_i^2 + 0,16 \cdot S_i^3 \end{aligned}$$

9.1.2 Fallender Betrag des Rechtsdrehmomentes / decreasing absolute value of the clockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 2,60863E-05 + 0,00050005 \cdot M_i + 3E-12 \cdot M_i^2 + -1E-14 \cdot M_i^3 \\ M_{ai} &= -0,052778732 + 1999,789974 \cdot S_i + -0,027188324 \cdot S_i^2 + 0,159312233 \cdot S_i^3 \end{aligned}$$

9.1.3 Linksdrehmoment / anticlockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00049997 \cdot M_i + -5,1E-11 \cdot M_i^2 + -7E-15 \cdot M_i^3 \\ M_{ai} &= 2000,14 \cdot S_i + 0,4 \cdot S_i^2 + 0,11 \cdot S_i^3 \end{aligned}$$

9.1.4 Fallender Betrag des Linksdrehmomentes / decreasing absolute value of the anticlockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= -0,00003 + 0,00050004 \cdot M_i + -1,4E-11 \cdot M_i^2 + -1,2E-14 \cdot M_i^3 \\ M_{ai} &= 0,060026788 + 1999,82 \cdot S_i + 0,108901583 \cdot S_i^2 + 0,19143917 \cdot S_i^3 \end{aligned}$$

9.2 Fall I, Lineare Interpolationsgleichung / Case I, Linear interpolation equation

9.2.1 Rechtsdrehmoment / clockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00050002 \cdot M_i \\ M_{ai} &= 1999,91 \cdot S_i \end{aligned}$$

9.2.2 Linksdrehmoment / anticlockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00050002 \cdot M_i \\ M_{ai} &= 1999,9 \cdot S_i \end{aligned}$$

9.2.3 Rechts- und Linksdrehmoment / clockwise and anticlockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00050002 \cdot M_i \\ M_{ai} &= 1999,91 \cdot S_i \end{aligned}$$

(siehe Fußnote / see footnote)

9.3 Fall II, Lineare Interpolationsgleichung / Case II, Linear interpolation equation

9.3.1 Rechtsdrehmoment / clockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00050004 \cdot M_i \\ M_{ai} &= 1999,85 \cdot S_i \end{aligned}$$

9.3.2 Linksdrehmoment / anticlockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00050004 \cdot M_i \\ M_{ai} &= 1999,84 \cdot S_i \end{aligned}$$

9.3.3 Rechts- und Linksdrehmoment / clockwise and anticlockwise torque:

$$\begin{aligned} S_{ai} &= 0,00050004 \cdot M_i \\ M_{ai} &= 1999,85 \cdot S_i \end{aligned}$$

(siehe Fußnote / see footnote)

10 Kennwerte nach DIN 51309 / Classification criteria according to DIN 51309

M_K in N·m	Fall I / case I					Fall II / case II					r in N·m
	$\frac{b'}{Y}$ in %	$\frac{b}{Y}$ in %	$\frac{f_0}{Y_E}$ in %	$\frac{f_{a,cub}}{Y}$ in %	$\frac{f_{a,lin}}{Y}$ in %	$\frac{b'}{Y_h}$ in %	$\frac{b}{Y_h}$ in %	$\frac{f_0}{Y_E}$ in %	$\frac{h}{Y_h}$ in %	$\frac{f_{a,lin}}{Y_h}$ in %	
2000	0,001	0,000	-	0,000	0,002	0,001	0,000	-	-	-0,001	0,0040
1600	0,001	0,000	-	0,000	0,001	0,001	0,000	-	0,005	0,000	0,0040
1200	0,001	0,000	-	0,000	-0,001	0,001	0,000	-	0,010	0,001	0,0040
1000	0,001	0,000	-	0,000	-0,003	0,001	0,000	-	0,013	0,001	0,0040
800	0,002	0,001	-	0,000	-0,004	0,002	0,000	-	0,017	0,001	0,0040
600	0,002	0,001	-	-0,001	-0,006	0,002	0,001	-	0,021	0,001	0,0040
400	0,006	0,002	-	0,001	-0,007	0,006	0,002	-	0,027	0,003	0,0040
200	0,013	0,010	-	0,001	-0,009	0,013	0,010	-	0,043	0,008	0,0040
0	-	-	0,003	-	-	-	-	0,003	-	-	-
-200	-0,001	-0,001	-0,003	0,001	-0,009	-0,001	-0,001	-0,003	-	0,009	0,0040
-400	-0,002	-0,001	-	-0,001	-0,009	-0,001	-0,001	-	-0,029	0,002	0,0040
-600	-0,001	-0,001	-	0,001	-0,006	-0,001	-0,001	-	-0,021	0,001	0,0040
-800	-0,001	-0,001	-	0,000	-0,005	0,000	-0,001	-	-0,018	0,000	0,0040
-1000	-0,001	0,000	-	0,000	-0,003	-0,001	0,000	-	-0,014	0,000	0,0040
-1200	0,000	0,000	-	0,000	-0,002	0,000	0,000	-	-0,010	0,000	0,0040
-1600	0,000	0,000	-	0,000	0,001	0,000	0,000	-	-0,005	0,000	0,0040
-2000	0,000	0,000	-	0,000	0,003	0,000	0,000	-	-	-0,001	0,0040

Die Bestimmung der linearen Interpolationsgleichung für Rechts- und Linksdrehmoment ist nicht identisch mit einem Kalibrierergebnis für Wechseldrehmoment. Sie ermöglicht es, mit nur einem Kalibrierfaktor das Anzeigegerät optimal für Rechts- und Linksdrehmoment anzupassen.

The linear interpolation equation for clockwise torque and anticlockwise torque can't be used as a calibration result for alternating torque. It only can be used to adjust the indicator optimally for clockwise torque and anticlockwise torque with a single calibration factor.

20444
D-K-
19792-01
2019-12

11 Messdaten / measuring data in mV/V

Rechtsdrehmoment / clockwise torque

0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000031	0,000000
200	-	-	-	0,100001	0,100037	0,099988
400	-	-	-	0,199997	0,200050	0,199985
600	-	-	-	0,299994	0,300058	0,299989
800	-	-	-	0,399999	0,400068	0,399992
1000	-	-	-	0,500009	0,500072	0,500003
1200	-	-	-	0,600019	0,600075	0,600011
1600	-	-	-	0,800037	0,800077	0,800029
2000	1,000051	1,000055	1,000058	1,000066	1,000066	1,000059
N·m	1. Vorbel. preloading	2. Vorbel. preloading	3. Vorbel. preloading	0° /1 up	0° /1 down	0° /2 up

0	0,000000	0,000000	0,000023	0,000000	0,000000	0,000027
200	-	0,099995	0,100033	-	0,099991	0,100034
400	-	0,199993	0,200047	-	0,199994	0,200046
600	-	0,299995	0,300059	-	0,299992	0,300053
800	-	0,400001	0,400064	-	0,400000	0,400068
1000	-	0,500009	0,500072	-	0,500008	0,500069
1200	-	0,600020	0,600078	-	0,600019	0,600077
1600	-	0,800039	0,800076	-	0,800041	0,800081
2000	1,000058	1,000065	1,000065	1,000061	1,000065	1,000065
N·m	Vorbil. preloading	120° up	120° down	Vorbil. preloading	240° up	240° down

Linksdrehmoment / anticlockwise torque

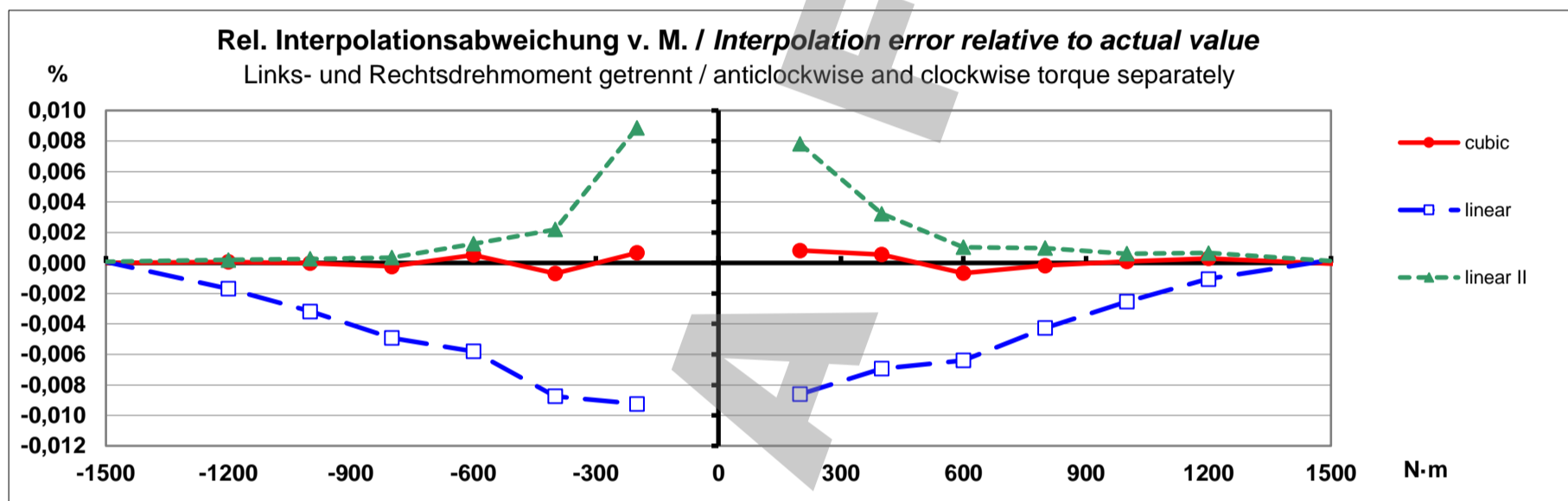
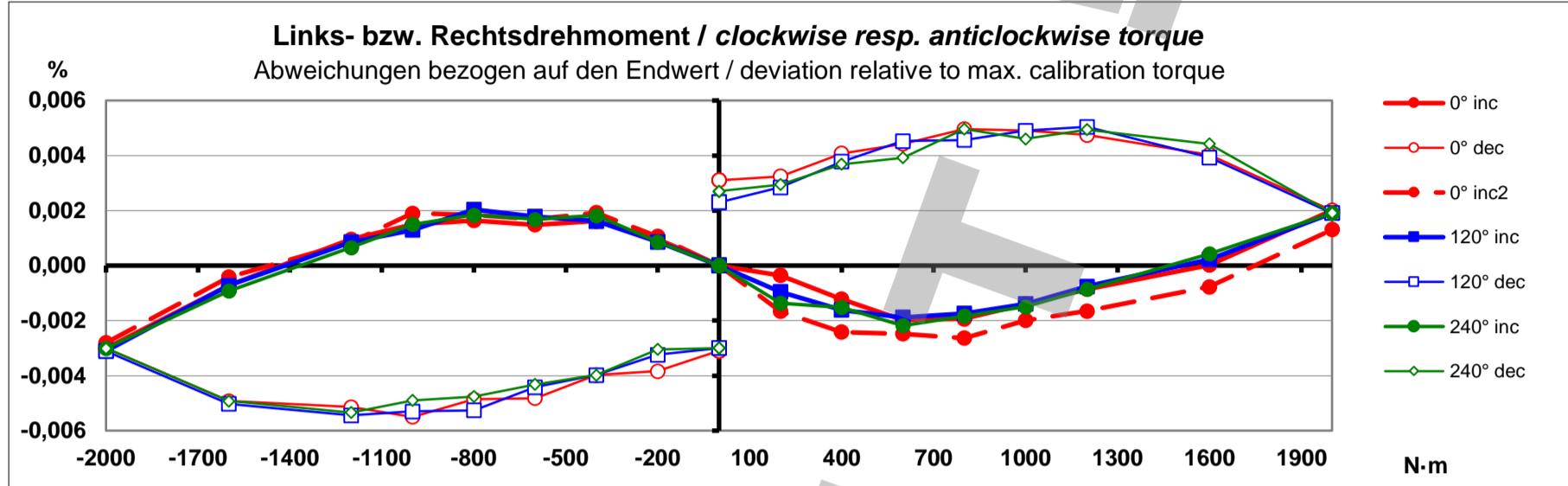
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	-0,000031	0,000000
-200	-	-	-	-0,099995	-0,100043	-0,099994
-400	-	-	-	-0,199993	-0,200049	-0,199990
-600	-	-	-	-0,299999	-0,300062	-0,299997
-800	-	-	-	-0,400002	-0,400067	-0,400000
-1000	-	-	-	-0,500008	-0,500078	-0,500004
-1200	-	-	-	-0,600018	-0,600079	-0,600019
-1600	-	-	-	-0,800044	-0,800086	-0,800041
-2000	-1,000044	-1,000057	-1,000065	-1,000076	-1,000076	-1,000074
N·m	1. Vorbil. preloading	2. Vorbil. preloading	3. Vorbil. preloading	0° /1 up	0° /1 down	0° /2 up

0	0,000000	0,000000	-0,000030	0,000000	0,000000	-0,000030
-200	-	-0,099996	-0,100037	-	-0,099996	-0,100035
-400	-	-0,199993	-0,200049	-	-0,199991	-0,200049
-600	-	-0,299996	-0,300058	-	-0,299997	-0,300057
-800	-	-0,399998	-0,400071	-	-0,400000	-0,400066
-1000	-	-0,500010	-0,500076	-	-0,500008	-0,500072
-1200	-	-0,600019	-0,600082	-	-0,600021	-0,600081
-1600	-	-0,800044	-0,800087	-	-0,800046	-0,800086
-2000	-1,000065	-1,000077	-1,000077	-1,000067	-1,000076	-1,000076
N·m	Vorbil. preloading	120° up	120° down	Vorbil. preloading	240° up	240° down

20444
D-K-
19792-01
2019-12

12 Darstellung der Ergebnisse in Diagrammen / Results in diagrams

Bezugswert / Reference value: 1,000046 mV/V



13 Kubische Interpolationswerte ohne Bezug zur Messunsicherheit / Cubic interpol. values without reference to uncertainty

Rechtsdrehmoment nach 9.1.1 / clockwise torque acc. to 9.1.1

N-m	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
0	0,000000	0,009999	0,019998	0,029998	0,039997	0,049997	0,059996	0,069995	0,079995	0,089994
200	0,099994	0,109994	0,119993	0,129993	0,139993	0,149993	0,159992	0,169992	0,179992	0,189992
400	0,199992	0,209992	0,219992	0,229992	0,239992	0,249992	0,259992	0,269993	0,279993	0,289993
600	0,299993	0,309994	0,319994	0,329994	0,339995	0,349995	0,359995	0,369996	0,379996	0,389997
800	0,399997	0,409998	0,419999	0,429999	0,440000	0,450000	0,460001	0,470002	0,480003	0,490003
1000	0,500004	0,510005	0,520006	0,530006	0,540007	0,550008	0,560009	0,570010	0,580011	0,590012
1200	0,600012	0,610013	0,620014	0,630015	0,640016	0,650017	0,660018	0,670019	0,680020	0,690021
1400	0,700022	0,710023	0,720025	0,730026	0,740027	0,750028	0,760029	0,770030	0,780031	0,790032
1600	0,800033	0,810034	0,820036	0,830037	0,840038	0,850039	0,860040	0,870041	0,880042	0,890043
1800	0,900045	0,910046	0,920047	0,930048	0,940049	0,950050	0,960051	0,970053	0,980054	0,990055
2000	1,000056									

Linksdrehmoment nach 9.1.3 / anticlockwise torque acc. to 9.1.3

N-m	0	-20	-40	-60	-80	-100	-120	-140	-160	-180
0	0,000000	-0,009999	-0,019999	-0,029998	-0,039998	-0,049998	-0,059997	-0,069997	-0,079996	-0,089996
-200	-0,099996	-0,109996	-0,119996	-0,129996	-0,139995	-0,149995	-0,159995	-0,169995	-0,179995	-0,189996
-400	-0,199996	-0,209996	-0,219996	-0,229996	-0,239997	-0,249997	-0,259997	-0,269998	-0,279998	-0,289998
-600	-0,299999	-0,309999	-0,320000	-0,330000	-0,340001	-0,350002	-0,360002	-0,370003	-0,380004	-0,390004
-800	-0,400005	-0,410006	-0,420007	-0,430007	-0,440008	-0,450009	-0,460010	-0,470011	-0,480012	-0,490013
-1000	-0,500014	-0,510015	-0,520016	-0,530017	-0,540018	-0,550019	-0,560021	-0,570022	-0,580023	-0,590024
-1200	-0,600025	-0,610027	-0,620028	-0,630029	-0,640030	-0,650032	-0,660033	-0,670035	-0,680036	-0,690037
-1400	-0,700039	-0,710040	-0,720042	-0,730043	-0,740045	-0,750046	-0,760048	-0,770049	-0,780051	-0,790052
-1600	-0,800054	-0,810055	-0,820057	-0,830059	-0,840060	-0,850062	-0,860064	-0,870065	-0,880067	-0,890069
-1800	-0,900070	-0,910072	-0,920074	-0,930076	-0,940077	-0,950079	-0,960081	-0,970083	-0,980084	-0,990086
-2000	-1,000088									

ATESTEO GmbH & Co. KG in Alsdorf steht für exzellente Leistungen im Drivetrain Testing, verbunden mit dem erforderlichen Engineering und Equipment. Als Hersteller und Anwender von Drehmoment-Messtechnik bieten wir Ihnen das Kalibrieren von Drehmoment-Sensoren auch als Dienstleistung an. Als akkreditiertes Kalibrierlabor nach DIN EN ISO/IEC 17025 bieten wir Ihnen Kalibrierungen nach DIN 51309 und decken mit unseren Kalibriereinrichtungen den Bereich von 0,2 N·m bis 20 kN·m ab. Dabei können wir Ihnen gemäß Akkreditierung die kleinste angebbare erweiterte ($k=2$) Messunsicherheit von 0,02% anbieten. Die automatisierten Kalibriereinrichtungen nach Referenzprinzip, ermöglichen uns eine sehr hohe Flexibilität und schnelle Durchlaufzeiten der Messaufnehmer.

ATESTEO GmbH & Co. KG in Alsdorf represent excellent performance in drivetrain testing combined with the necessary engineering and equipment. As a manufacturer and operator of torque measuring technology, we offer calibration of torque sensors as a service. As an accredited calibration laboratory according to DIN EN ISO/IEC 17025, we offer calibration services according to DIN 51309 and cover a range from 0,2 N·m up to 20 kN·m with our calibration equipment. According to the accreditation, we can offer you the smallest expanded measurement ($k=2$) uncertainty of 0,02%. The automated calibration equipment based on the reference principle enable us a very high degree of flexibility and fast throughput times for the sensors.

Ende des Kalibrierscheins / End of calibration certificate