

akkreditiert durch die / accredited by the

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

## Deutschen Kalibrierdienst



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-17603-01-00

Kalibrierschein  
Calibration certificate

Kalibrierzeichen  
Calibration mark

9999
D-K- 17603-01-00
2015-04

Gegenstand:  
*Object:* **Drehmomentsensor 50 N·m**

Hersteller:  
*Manufacturer:* **Lahti Precision**

Typ:  
*Type:* **TT1-50 N·m / 50 N·m**

Fabrikat/Serien-Nr.:  
*Serial number:* **123456**

Auftraggeber:  
*Customer:* **Lorenz Messtechnik GmbH  
Obere Schloßstr 131  
D-73553 Alfdorf**

Auftragsnummer:  
*Order No.:* **123456789**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines:  
*Number of pages of the certificate:* **6**

Datum der Kalibrierung:  
*Date of calibration:* **2015-04-07**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die 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 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 Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH 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 Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.*

Datum  
Date

Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
Head of the calibration laboratory

Bearbeiter  
Person in charge

2015-04-08

A. Botscher

A. Botscher

In case of doubts the German text of this certificate is valid.

- 1. Kalibrierverfahren / Calibration Procedure** DIN 51309 : 2005-12
- 2. Kalibriereinrichtung / Calibration device** 200-N·m-Drehmoment-Bezugsnormal-Messeinrichtung E 0713 - BNME
- | Messunsicherheit für jede Drehmomentstufe in % /<br>Uncertainty of measurement related to torque in % | Drehmoment /<br>Torque in N·m : | Erw. Messunsicherheit /<br>Exp. Uncertainty (k = 2) in % : |
|---|---------------------------------|--|
|   | 5 -5                            | 0,01 0,01  |
|   | 10 -10                          | 0,01 0,01  |
|   | 15 -15                          | 0,01 0,01  |
|   | 20 -20                          | 0,01 0,01  |
|   | 25 -25                          | 0,01 0,01  |
|   | 30 -30                          | 0,01 0,01  |
|   | 40 -40                          | 0,01 0,01  |
|   | 50 -50                          | 0,01 0,01  |
- 3. Kalibriergegenstand / Calibration device**
- 3.1 Angaben zum Aufnehmer / Transducer data : Drehmomentsensor 50 N·m
- Typ / Type : TT1-50 N·m
- Seriennummer / Serial number : 123456
- Hersteller / Manufacturer : Lahti Precision
- 3.2 Anzeigegerät / Indication device : DMP 40
- Seriennummer / Serial number : 160120001/ E1437
- Hersteller / Manufacturer : HBM Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH
- 3.3 Einstellung des Anzeigegerätes / Settings of the indication device :
- Speisespannung / Supply voltage : 5 V
- Filtereinstellung / Filter settings : 0,22 Hz Bessel
- Ziffernschritt / Numeral resolution : 0,000001 mV/V
- Schwankung / Fluctuation : 0,000001 mV/V
- Anzeigeinheit / Indication unit : mV/V
- Parametersatz / Parameter set : -
- 3.4 Anschlusskabel / Input cable : Kab-K-010
- Schaltungsart / Circuit type : 6 Leiter
- 4. Kalibrieranordnung / Calibration installation**
- 4.1 Einbaustellungen / Mounting positions : 3
- 4.2 Drehmomentvektor / Torque vector : horizontal / horizontal
- 4.3 Einspannteile / Adaptors : 2 x Rextord 900-16-000, 9 Lamellen / ETP-Express 20
- 5. Umgebungsbedingungen / Environmental conditions**
- 5.1 Kalibriertemperatur / Calibration temperature : 22 °C
- 5.2 Relative Luftfeuchtigkeit / Relative air humidity : 45 %
- 6. Aufnehmernullsignale / Transducer zero signals**
- vor Einbau / before mounting : -0,012854 mV/V
- nach Kalibrierung / after calibration : -0,013094 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.

In case of doubts the German text of this certificate is valid.

**8. Auswertung / Analysis**

**8.1 Kalibrierergebnis / Calibration results**

Drehmoment / torque in N·m	Signal / signal in mV/V	Fall I / case I		Fall II / case II	
		Erw. rel. Messunsicherheit / Exp. rel. uncertainty k = 2		Signal / signal in mV/V	rel. Uns.-intervall / rel. uncert. interval k = 2
		Ausgleichsfunktion / interpolation kubisch / cubic, in %   linear, in %			
<b>Rechtsdrehmoment / clockwise torque</b>					
0	0,000000			0,000007	
5	0,133875	0,010	0,030	0,133900	0,032
10	0,267757	0,010	0,025	0,267795	0,026
15	0,401644	0,010	0,022	0,401691	0,024
20	0,535536	0,010	0,018	0,535590	0,022
25	0,669435	0,011	0,015	0,669491	0,020
30	0,803339	0,011	0,012	0,803391	0,018
40	1,071159	0,011	0,011	1,071194	0,014
50	1,339000	0,010	0,014	1,339000	0,011
<b>Linksdrehmoment / anticlockwise torque</b>					
0	0,000000			-0,000016	
-5	-0,133874	0,011	0,032	-0,133908	0,046
-10	-0,267756	0,010	0,027	-0,267802	0,030
-15	-0,401643	0,010	0,023	-0,401698	0,026
-20	-0,535538	0,010	0,018	-0,535596	0,023
-25	-0,669435	0,010	0,015	-0,669495	0,020
-30	-0,803341	0,010	0,012	-0,803397	0,018
-40	-1,071165	0,010	0,010	-1,071201	0,014
-50	-1,339008	0,010	0,014	-1,339008	0,011

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor  $k = 2$  ergibt. Sie wurde gemäß DAkkS-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.  
The uncertainty stated is the expanded uncertainty obtained by multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k = 2$ . It has been determined in accordance with DAkkS-DKD-3. The value of the measurand lies within the assigned range of values with a probability of 95%.

**8.2 Klasseneinstufung nach DIN 51309 / Classification according to DIN 51309**

Klasse Class	Fall I / case I		Fall II / case II	
	kubische Ausgleichsfunktion cubic interpolation von / from bis / to in N·m	lineare Ausgleichsfunktion linear interpolation von / from bis / to in N·m	lineare Ausgleichsfunktion linear interpolation von / from bis / to in N·m	lineare Ausgleichsfunktion linear interpolation von / from bis / to in N·m
<b>Rechtsdrehmoment / clockwise torque</b>				
0,05	5	50	5	50
0,1				
0,2				
0,5				
1				
2				
5				
<b>Linksdrehmoment / anticlockwise torque</b>				
0,05	-5	-50	-5	-50
0,1				
0,2				
0,5				
1				
2				
5				

**8.3 Kriecheinfluss aus Kurzzeitkriechen / Creep influence from short-term creep**

Vor der ersten Messreihe wurde die Signaländerung während einer dreiminütigen Wartepause registriert. Die auf den zugehörigen Endwert bezogene Änderung ist das Kurzzeitkriechen.  
The signal variation during a three-minute waiting interval was recorded before the first series. The short-term creep is the related value to the corresponding full-scale value.

**Kurzzeitkriechen / short-term creep : 2,91E-05**

In case of doubts the German text of this certificate is valid.

**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 :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677447E-02 & \cdot M_i + & 1,23724E-07 & \cdot M_i^2 + & -2,6144E-10 & \cdot M_i^3 \\ M_{ai} = & 3,734901E+01 & \cdot S_i + & -6,44524E-03 & \cdot S_i^2 + & 5,0993E-04 & \cdot S_i^3 \end{matrix}$$

9.1.2 Linksdrehmoment / anticlockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677421E-02 & \cdot M_i + & -1,39607E-07 & \cdot M_i^2 + & -4,1300E-10 & \cdot M_i^3 \\ M_{ai} = & 3,734937E+01 & \cdot S_i + & 7,27244E-03 & \cdot S_i^2 + & 8,0473E-04 & \cdot S_i^3 \end{matrix}$$

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

9.2.1 Rechtsdrehmoment / clockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677879E-02 & \cdot M_i \\ M_{ai} = & 3,734299E+01 & \cdot S_i \end{matrix}$$

9.2.2 Linksdrehmoment / anticlockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677889E-02 & \cdot M_i \\ M_{ai} = & 3,734284E+01 & \cdot S_i \end{matrix}$$

9.2.3 Rechts- und Linksdrehmoment / clockwise and anticlockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677884E-02 & \cdot M_i \\ M_{ai} = & 3,734292E+01 & \cdot S_i \end{matrix} \quad (\text{siehe Fußnote / see footnote})$$

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

9.3.1 Rechtsdrehmoment / clockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677982E-02 & \cdot M_i \\ M_{ai} = & 3,734154E+01 & \cdot S_i \end{matrix}$$

9.3.2 Linksdrehmoment / anticlockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,678002E-02 & \cdot M_i \\ M_{ai} = & 3,734127E+01 & \cdot S_i \end{matrix}$$

9.3.3 Rechts- und Linksdrehmoment / clockwise and anticlockwise torque :

$$\begin{matrix} S_{ai} = & 2,677992E-02 & \cdot M_i \\ M_{ai} = & 3,734141E+01 & \cdot S_i \end{matrix} \quad (\text{siehe Fußnote / see footnote})$$

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

<i>M<sub>K</sub></i> in N·m	Fall I / case I					Fall II / case II					<i>r</i> 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 %	$\frac{f_0}{Y_{hE}}$ in %	$\frac{h}{Y_h}$ in %	$\frac{f_{a, lin}}{Y_h}$ in %	
50	0,003	0,004	-	0,000	0,005	0,003	0,004	-	-	0,001	0,00006
40	0,004	0,005	-	0,000	0,001	0,004	0,005	-	0,007	0,000	0,00006
30	0,004	0,005	-	0,000	-0,003	0,004	0,005	-	0,013	0,000	0,00006
25	0,004	0,005	-	0,000	-0,005	0,004	0,005	-	0,017	-0,001	0,00006
20	0,003	0,004	-	0,000	-0,007	0,003	0,004	-	0,021	-0,001	0,00006
15	0,002	0,003	-	0,000	-0,010	0,002	0,003	-	0,025	-0,002	0,00006
10	0,000	0,003	-	0,000	-0,011	0,000	0,003	-	0,030	-0,001	0,00006
5	0,001	0,002	-	0,000	-0,014	0,001	0,002	-	0,042	0,001	0,00006
0	-	-	0,002	-	-	-	-	0,002	-	-	-
0	-	-	-0,003	-	-	-	-	-0,003	-	-	-
-5	-0,004	-0,002	-	0,000	-0,015	-0,004	-0,002	-	-0,059	0,006	0,00006
-10	-0,002	-0,001	-	0,000	-0,012	-0,002	-0,001	-	-0,038	0,001	0,00006
-15	-0,001	-0,001	-	0,000	-0,010	-0,001	-0,001	-	-0,030	-0,001	0,00006
-20	-0,002	-0,001	-	0,000	-0,008	-0,002	-0,001	-	-0,023	-0,001	0,00006
-25	-0,001	-0,001	-	0,000	-0,006	-0,001	-0,001	-	-0,018	-0,001	0,00006
-30	-0,001	-0,001	-	0,000	-0,003	-0,001	-0,001	-	-0,014	0,000	0,00006
-40	-0,001	0,000	-	0,000	0,001	-0,001	0,000	-	-0,007	0,000	0,00006
-50	-0,001	0,000	-	0,000	0,005	-0,001	0,000	-	-	0,001	0,00006

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 Anzeigergerät 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.

In case of doubts the German text of this certificate is valid.

11. Messdaten / measuring data in mV/V

Rechtsdrehmoment / clockwise torque

0	-0,012984	-0,012933	-0,012910	-0,012917	-0,012915	-0,012918
5	-	-	-	0,120957	0,120996	0,120955
10	-	-	-	0,254836	0,254901	0,254836
15	-	-	-	0,388718	0,388803	0,388726
20	-	-	-	0,522605	0,522704	0,522619
25	-	-	-	0,656498	0,656603	0,656521
30	-	-	-	0,790397	0,790497	0,790429
40	-	-	-	1,058213	1,058279	1,058251
50	1,325999	1,326036	1,326081	1,326051	1,326051	1,326095
N-m	1. Vorbel. preloading	2. Vorbel. preloading	3. Vorbel. preloading	0° /1 auf / up	0° /1 ab / down	0° /2 auf / up

0	-0,012916	-0,012890	-0,012871	-0,012978	-0,012965	-0,012944
5	-	0,120987	0,121040	-	0,120910	0,120966
10	-	0,254870	0,254951	-	0,254794	0,254875
15	-	0,388759	0,388859	-	0,388682	0,388783
20	-	0,522655	0,522767	-	0,522576	0,522688
25	-	0,656558	0,656672	-	0,656478	0,656590
30	-	0,790465	0,790573	-	0,790384	0,790488
40	-	1,058289	1,058360	-	1,058204	1,058273
50	1,326068	1,326133	1,326133	1,326018	1,326045	1,326045
N-m	Vorbel. preloading	120° auf / up	120° ab / down	Vorbel. preloading	240° auf / up	240° ab / down

Linksdrehmoment / anticlockwise torque

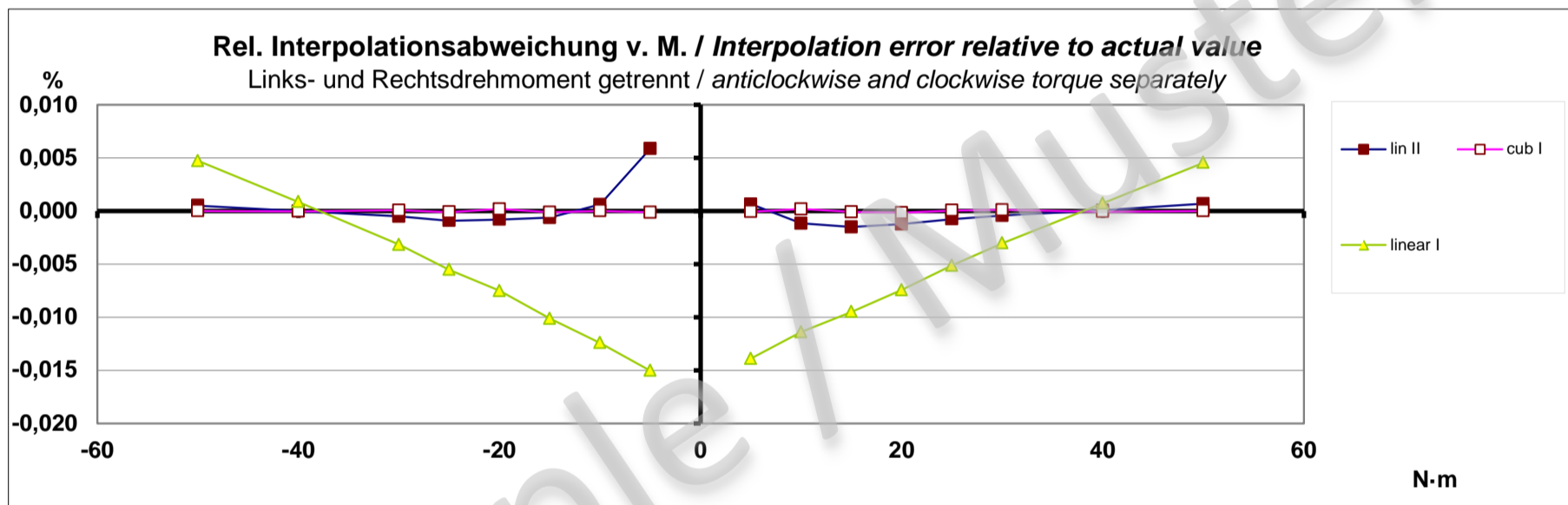
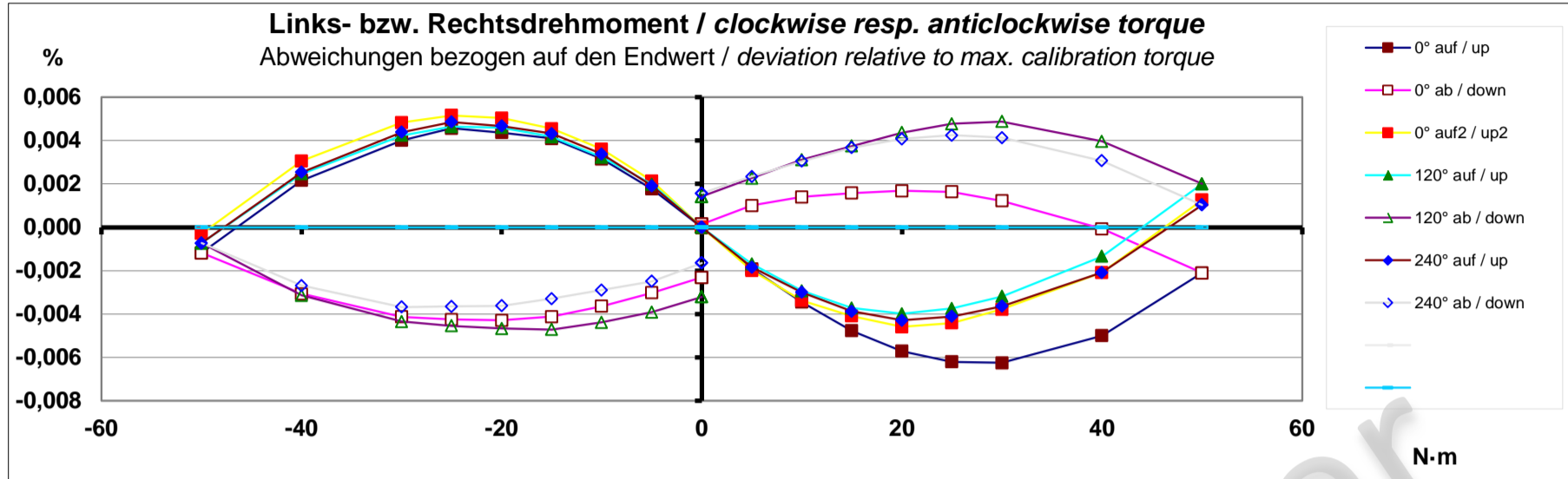
0	-0,012934	-0,013208	-0,013227	-0,013203	-0,013234	-0,013229
-5	-	-	-	-0,147079	-0,147143	-0,147100
-10	-	-	-	-0,280960	-0,281051	-0,280980
-15	-	-	-	-0,414847	-0,414957	-0,414867
-20	-	-	-	-0,548743	-0,548859	-0,548760
-25	-	-	-	-0,682640	-0,682758	-0,682658
-30	-	-	-	-0,816547	-0,816656	-0,816562
-40	-	-	-	-1,084371	-1,084441	-1,084385
-50	-1,352145	-1,352174	-1,352201	-1,352215	-1,352215	-1,352229
N-m	1. Vorbel. preloading	2. Vorbel. preloading	3. Vorbel. preloading	0° /1 auf / up	0° /1 ab / down	0° /2 auf / up

0	-0,013190	-0,013186	-0,013229	-0,013285	-0,013281	-0,013303
-5	-	-0,147059	-0,147138	-	-0,147155	-0,147214
-10	-	-0,280942	-0,281044	-	-0,281035	-0,281119
-15	-	-0,414829	-0,414948	-	-0,414922	-0,415024
-20	-	-0,548723	-0,548847	-	-0,548817	-0,548928
-25	-	-0,682622	-0,682745	-	-0,682714	-0,682828
-30	-	-0,816527	-0,816642	-	-0,816620	-0,816728
-40	-	-1,084350	-1,084425	-	-1,084444	-1,084514
-50	-1,352170	-1,352192	-1,352192	-1,352270	-1,352287	-1,352287
N-m	Vorbel. preloading	120° auf / up	120° ab / down	Vorbel. preloading	240° auf / up	240° ab / down

In case of doubts the German text of this certificate is valid.

12. Darstellung der Ergebnisse in Diagrammen / Results in diagrams

Bezugswert / Reference value: 1,338996 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	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
0	0,000000	0,013387	0,026775	0,040162	0,053549	0,066937	0,080325	0,093712	0,107100	0,120488
5	0,133875	0,147263	0,160651	0,174039	0,187427	0,200815	0,214204	0,227592	0,240980	0,254368
10	0,267757	0,281145	0,294534	0,307922	0,321311	0,334700	0,348088	0,361477	0,374866	0,388255
15	0,401644	0,415033	0,428422	0,441811	0,455200	0,468590	0,481979	0,495368	0,508758	0,522147
20	0,535537	0,548926	0,562316	0,575706	0,589095	0,602485	0,615875	0,629265	0,642655	0,656045
25	0,669435	0,682825	0,696215	0,709605	0,722996	0,736386	0,749776	0,763167	0,776557	0,789948
30	0,803338	0,816729	0,830120	0,843510	0,856901	0,870292	0,883683	0,897074	0,910465	0,923856
35	0,937247	0,950638	0,964029	0,977420	0,990812	1,004203	1,017594	1,030986	1,044377	1,057768
40	1,071160	1,084552	1,097943	1,111335	1,124727	1,138118	1,151510	1,164902	1,178294	1,191686
45	1,205078	1,218470	1,231862	1,245254	1,258646	1,272038	1,285431	1,298823	1,312215	1,325608
50	1,339000									mV/V

Linksdrehmoment nach 9.1.2 / anticlockwise torque acc. to 9.1.2

N·m	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5	-4,0	-4,5
0	0,000000	-0,013387	-0,026774	-0,040162	-0,053549	-0,066936	-0,080324	-0,093711	-0,107099	-0,120487
-5	-0,133874	-0,147262	-0,160650	-0,174038	-0,187426	-0,200814	-0,214202	-0,227591	-0,240979	-0,254367
-10	-0,267756	-0,281144	-0,294533	-0,307921	-0,321310	-0,334699	-0,348087	-0,361476	-0,374865	-0,388254
-15	-0,401643	-0,415032	-0,428421	-0,441811	-0,455200	-0,468589	-0,481979	-0,495368	-0,508758	-0,522147
-20	-0,535537	-0,548926	-0,562316	-0,575706	-0,589096	-0,602486	-0,615876	-0,629266	-0,642656	-0,656046
-25	-0,669436	-0,682826	-0,696217	-0,709607	-0,722997	-0,736388	-0,749778	-0,763169	-0,776559	-0,789950
-30	-0,803341	-0,816732	-0,830122	-0,843513	-0,856904	-0,870295	-0,883686	-0,897077	-0,910468	-0,923859
-35	-0,937251	-0,950642	-0,964033	-0,977425	-0,990816	-1,004207	-1,017599	-1,030990	-1,044382	-1,057774
-40	-1,071165	-1,084557	-1,097949	-1,111341	-1,124732	-1,138124	-1,151516	-1,164908	-1,178300	-1,191692
-45	-1,205085	-1,218477	-1,231869	-1,245261	-1,258653	-1,272046	-1,285438	-1,298830	-1,312223	-1,325615
-50	-1,339008									mV/V