



Staatsbetrieb für Mess- und Eichwesen Eichamt Leipzig

State Enterprises of Metrology and Verification
Verification office of Leipzig

Kalibrierschein / Calibration Certificate

Erstellt durch das Kalibrierlaboratorium für Kraftmessgeräte und
Werkstoffprüfmaschinen im Eichamt Leipzig
Issued by the calibration laboratory in the verification office of Leipzig

Akkreditiertes Kalibrierlaboratorium nach
Accredited calibration laboratory according to
DIN EN ISO/IEC 17025:2018

Mitglied im / member of

Deutscher Kalibrierdienst



Kalibrierzeichen
Calibration mark

1-000
D-K- 15137-01-00
2022 - 01

Gegenstand <i>Object</i>	Kraftaufnehmer für Druck- und Zugkräfte mit elektrischer Verformungsmessung	<p>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.</p> <p>Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.</p> <p><i>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.</i></p> <p><i>The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.</i></p>
Hersteller <i>Manufacturer</i>	AST Angewandte Systemtechnik Dresden	
Typ <i>Type</i>	DKA/ZKA KAS	
Fabrikat/Serien-Nr. <i>Serial number</i>	0000	
Eigentümer <i>Owner</i>	Musterkunde	
Auftragsnummer <i>Order No.</i>	0000	
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines <i>Number of pages of the certificate</i>	7	
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	01. Januar 2022	

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine sind bei Nennung des für die Freigabe Verantwortlichen in Klarschrift auch ohne Unterschrift gültig.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates with the full name of the approval responsible person are valid without signature.

Datum
Date

Freigegeben von
Authorized by

01. Januar 2022

Kretzschmar

1. Angaben zum Kalibrierverfahren:

Die Kalibrierung erfolgte nach den Vorschriften der DIN EN ISO 376:2011 für den Fall D (für Interpolation und mit Umkehrspannungsmessung) ohne Kriechmessung. Gemäß den dort genannten Einstufungskriterien wurde das Kraftmessgerät klassifiziert. Die berechneten Messunsicherheiten enthalten keinen Beitrag der Umkehrspannungsmessungen.

2. Angaben zur Messanordnung:

- 2.1 Kraft-Bezugsnormalmesseinrichtung: 150 kN - K-BNME Typ NBM 15 Fabr.Nr. 209/56/02, mit einer von der PTB mit Gesch.Nr. 1.21-405/94 und 1.12-705/98 bestätigten Unsicherheit von 0,05% der eingestellten Kraftstufe (ab 10kN 0,02%).
- 2.2 zus. Einspannteile: Druckstück bzw. Zugeinleitung nach DIN EN ISO 376:2011

3. Angaben zum Kalibriergegenstand:

Art: Kraftaufnehmer für Druck- und Zugkräfte
 Typ: KAS 10 kN
 Fabr.-Nr. 08-8963
 Hersteller A.S.T. Dresden
 Kabellänge: 2,9 m
 Schaltung: Sechsheiterschaltung
 Nullsignal: -0,00644 mV/V

4. Angaben zum Anzeigegerät:

Der Anzeiger ist Eigentum des Kalibrierlaboratoriums und gehört somit nicht zum Kalibriergegenstand. Die Rückführung der Messgröße mV/V ist über eine Kalibrierung für Spannungsverhältnis mit dem Zertifikat Nr. 1610 D-K-11075-08-00 2021-10 der BAM Berlin an die nationalen Normale gewährleistet.

Art: Messverstärkersystem
 Typ: MGCplus
 Fabr.-Nr. 848149
 Hersteller: Hottinger Baldwin Messtechnik Darmstadt GmbH
 Messstelle: Messeingang
 Auflösung: 0,00001 (200000 digits)
 Speisespannung: 5 V, 225 Hz
 Dig.Filter: 3
 Anzeigemodus: 2,50000 mV/V

5. Messtemperatur:

Mittlere Messtemperatur: 20,2°C

6. Messergebnisse in Druckkräfte

Die Messergebnisse sind in Tabellenform wiedergegeben. Die angegebenen Anzeigewerte sind um die Nullanzeige (Anzeige des fertig eingebauten unbelasteten Aufnehmers) reduziert.

Tabellenübersicht:

- Tabelle 1: Anzeigewerte bei den Vorbelastungen
 Tabelle 2: Anzeigewerte der Messreihen
 Tabelle 3: Mittelwerte, Spannweiten, rel. Interpolationsabweichungen, rel. Umkehrspannen
 Tabelle 4: Rel. Auflösungen, rel. Anzeigeabweichungen
 Tabelle 5: Rel. Nullpunktabweichungen
 Tabelle 6: Relative Messunsicherheiten und Klassifizierungen

Tabelle 1: Anzeigewerte bei den Vorbelastungen (in mV/V)

Einbaustellung:	0 Grad	120 Grad	240 Grad
Anzeige vor der letzten Vorbelastung:	0,00000	0,00000	0,00000
Anzeige während der letzten Vorbelastung:	1,99708	1,99803	1,99820
Anzeige nach der letzten Vorbelastung:	0,00000	0,00001	0,00000

Tabelle 2: Anzeigewerte der Messreihen

Kraft	Messreihe 1 0 Grad auf	Messreihe 2 0 Grad auf	Messreihe 3 120 Grad auf	Messreihe 3' 120 Grad ab	Messreihe 4 240 Grad auf	Messreihe 4' 240 Grad ab
kN	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V
0	0,00000	0,00000	0,00000	----	0,00000	----
0,5	0,10005	0,10001	0,09986	0,09984	0,09997	0,10000
1,0	0,19989	0,19985	0,19966	0,19966	0,19979	0,19988
2,0	0,39950	0,39953	0,39935	0,39935	0,39960	0,39974
3,0	0,59904	0,59918	0,59911	0,59930	0,59925	0,59952
4,0	0,79873	0,79884	0,79886	0,79901	0,79913	0,79939
5,0	0,99841	0,99857	0,99865	0,99890	0,99895	0,99912
6,0	1,19809	1,19834	1,19847	1,19876	1,19873	1,19894
7,0	1,39779	1,39802	1,39829	1,39854	1,39861	1,39867
8,0	1,59743	1,59778	1,59817	1,59833	1,59843	1,59850
9,0	1,79725	1,79755	1,79803	1,79813	1,79824	1,79827
10,0	1,99698	1,99732	1,99790	---	1,99807	---
0	0,00003	0,00001	---	0,00002	---	0,00002

Tabelle 3: Mittelwerte, Spannweiten, rel. Interpolationsabweichungen, rel. Umkehrspannen

Kraft	Messreihe 1 und 2 (0 Grad)		Messreihe 1, 3, 4 (0, 120, 240 Grad)		Relative Umkehr- spanne	Rel. Inter- polationsab- weichung
	Arithmet. Mittelwert	Rel. Wieder- holpräzision	Arithmet. Mittelwert	Rel. Vergleichs- präzision		
kN	mV/V		mV/V			
0,5	0,10003	0,040%	0,09996	0,190%	0,025%	0,070%
1,0	0,19987	0,020%	0,19978	0,115%	0,023%	0,004%
2,0	0,39952	0,008%	0,39948	0,063%	0,018%	-0,007%
3,0	0,59911	0,023%	0,59913	0,035%	0,038%	-0,017%
4,0	0,79879	0,014%	0,79891	0,050%	0,026%	-0,005%
5,0	0,99849	0,016%	0,99867	0,054%	0,021%	0,000%
6,0	1,19822	0,021%	1,19843	0,053%	0,021%	0,002%
7,0	1,39791	0,016%	1,39823	0,059%	0,011%	0,005%
8,0	1,59761	0,022%	1,59801	0,063%	0,007%	0,003%
9,0	1,79740	0,017%	1,79784	0,055%	0,004%	0,001%
10,0	1,99715	0,017%	1,99765	0,055%	---	-0,004%

Tabelle 4: Rel. Auflösung an den Messpunkten, rel. Anzeigeabweichungen bezogen auf den Messwert bzw. bezogen auf den Endwert. Die Abweichungen wurden mit den Absolutbeträgen der Anzeigen berechnet.

Kraft kN	Anzeige mV/V	Rel. Auflösung	Ausgeglichene Werte mV/V
0,5	0,09996	0,020%	0,09989
1,0	0,19978	0,010%	0,19977
2,0	0,39948	0,005%	0,39951
3,0	0,59913	0,003%	0,59923
4,0	0,79891	0,003%	0,79895
5,0	0,99867	0,002%	0,99867
6,0	1,19843	0,002%	1,19840
7,0	1,39823	0,001%	1,39816
8,0	1,59801	0,001%	1,59796
9,0	1,79784	0,001%	1,79781
10,0	1,99765	0,001%	1,99773

Tabelle 5: Relative Nullpunktabweichungen

a) bei Entlastung nach Vorbelastung

Einbaustellung:	0 Grad	120 Grad	240 Grad
rel. Nullpunktabweichung:	0,000%	0,001%	0,000%

b) bei Entlastung nach Messreihen

Messreihe	1	2	3	3'	4	4'
rel. Nullpunktabweichung:	0,002%	0,001%	---	0,001%	---	0,001%

Tabelle 6: Relative Messunsicherheiten und Klassifizierung

Kraft (kN)	Berechnete Messunsicherheit (k = 2)	Klassifizierungsbereich ab ... bis Nennkraft	Klasse nach DIN EN ISO 376
0,5	0,184%	5%	1
1,0	0,072%		
2,0	0,041%		
3,0	0,050%		
4,0	0,037%		
5,0	0,037%		
6,0	0,040%		
7,0	0,041%		
8,0	0,046%		
9,0	0,039%		
10,0	0,040%		

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall.

Kurvenanpassung für die Berechnung der relativen erweiterten Messunsicherheiten für beliebige Kräfte im Kalibrierbereich:

Berechnung von rel. erweiterten Messunsicherheiten für beliebige Kräfte im Kalibrierbereich				
Formelansatz	W_D	p_{opt}	F (kN)	q
$W_D = 2 \cdot p_{opt} \cdot F^q$	Erweiterte rel. MU für F	6,995E-04	Kraft im Kal.bereich	-0,4160

7. Interpolationsmöglichkeiten (Kraftwerte in kN, Anzeigewerte in mV/V) für Druckkräfte

Zur Berechnung von Verformungswerten aus Kräften gelten für die Ausgleichsfunktion folgende Koeffizienten:			
	lineares Glied (a)	quadratisches Glied (b)	kubisches Glied (c)
$X = a \cdot F + b \cdot F^2 + c \cdot F^3$	1,9979E-01	-2,1258E-05	1,9440E-06
Zur Berechnung von Kräften aus Verformungswerten gelten für die Ausgleichsfunktion folgende Koeffizienten:			
	lineares Glied (d)	quadratisches Glied (e)	kubisches Glied (f)
$F = d \cdot X + e \cdot X^2 + f \cdot X^3$	5,0052E+00	2,6657E-03	-1,2204E-03

8. Messergebnisse in Zugkräfte

Die Messergebnisse sind in Tabellenform wiedergegeben. Die angegebenen Anzeigewerte sind um die Nullanzeige (Anzeige des fertig eingebauten unbelasteten Aufnehmers) reduziert.

Tabellenübersicht:

Tabelle 7: Anzeigewerte bei den Vorbelastungen

Tabelle 8: Anzeigewerte der Messreihen

Tabelle 9: Mittelwerte, Spannweiten, rel. Interpolationsabweichungen, rel. Umkehrspannen

Tabelle 10: Rel. Auflösungen, rel. Anzeigeabweichungen

Tabelle 11: Rel. Nullpunktabweichungen

Tabelle 12: Relative Messunsicherheiten und Klassifizierungen

Tabelle 7: Anzeigewerte bei den Vorbelastungen (in mV/V)

Einbaustellung:	0 Grad	120 Grad	240 Grad
Anzeige vor der letzten Vorbelastung:	0,00000	0,00000	0,00000
Anzeige während der letzten Vorbelastung:	-1,99901	-1,99905	-1,99898
Anzeige nach der letzten Vorbelastung:	0,00000	0,00002	0,00000

Tabelle 8: Anzeigewerte der Messreihen

Kraft	Messreihe 1 0 Grad auf	Messreihe 2 0 Grad auf	Messreihe 3 120 Grad auf	Messreihe 3' 120 Grad ab	Messreihe 4 240 Grad auf	Messreihe 4' 240 Grad ab
kN	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V
0	0,00000	0,00000	0,00000	----	0,00000	----
0,5	-0,10008	-0,10007	-0,10008	-0,10008	-0,10008	-0,10006
1,0	-0,20008	-0,20004	-0,20009	-0,20009	-0,20008	-0,20008
2,0	-0,39999	-0,39997	-0,40001	-0,40001	-0,39996	-0,39998
3,0	-0,59985	-0,59983	-0,59990	-0,59990	-0,59979	-0,59980
4,0	-0,79978	-0,79971	-0,79978	-0,79991	-0,79972	-0,79976
5,0	-0,99970	-0,99961	-0,99974	-0,99978	-0,99956	-0,99965
6,0	-1,19954	-1,19946	-1,19959	-1,19966	-1,19945	-1,19950
7,0	-1,39935	-1,39935	-1,39942	-1,39953	-1,39930	-1,39937
8,0	-1,59928	-1,59923	-1,59931	-1,59937	-1,59918	-1,59923
9,0	-1,79912	-1,79910	-1,79925	-1,79924	-1,79907	-1,79912
10,0	-1,99899	-1,99890	-1,99905	---	-1,99894	---
0	0,00001	0,00001	---	0,00001	---	0,00001

Tabelle 9: Mittelwerte, Spannweiten, rel. Interpolationsabweichungen, rel. Umkehrspannen

Kraft	Messreihe 1 und 2 (0 Grad)		Messreihe 1, 3, 4 (0, 120, 240 Grad)		Relative Umkehr- spanne	Rel. Inter- polationsab- weichung
	Arithmet. Mittelwert	Rel. Wieder- holpräzision	Arithmet. Mittelwert	Rel. Vergleichs- präzision		
kN	mV/V		mV/V			
0,5	-0,10008	0,010%	-0,10008	0,000%	0,010%	0,045%
1,0	-0,20006	0,020%	-0,20008	0,005%	0,000%	0,017%
2,0	-0,39998	0,005%	-0,39999	0,013%	0,003%	-0,009%
3,0	-0,59984	0,003%	-0,59985	0,018%	0,001%	-0,015%
4,0	-0,79975	0,009%	-0,79976	0,008%	0,011%	-0,006%
5,0	-0,99966	0,009%	-0,99967	0,018%	0,007%	0,001%
6,0	-1,19950	0,007%	-1,19953	0,012%	0,005%	0,003%
7,0	-1,39935	0,000%	-1,39936	0,009%	0,006%	0,002%
8,0	-1,59926	0,003%	-1,59926	0,008%	0,003%	0,004%
9,0	-1,79911	0,001%	-1,79915	0,010%	0,002%	0,002%
10,0	-1,99895	0,005%	-1,99899	0,006%	---	-0,004%

Tabelle 10: Rel. Auflösung an den Messpunkten, rel. Anzeigeabweichungen bezogen auf den Messwert bzw. bezogen auf den Endwert. Die Abweichungen wurden mit den Absolutbeträgen der Anzeigen berechnet.

Kraft kN	Anzeige mV/V	Rel. Auflösung	Ausgeglichene Werte mV/V
0,5	-0,10008	0,020%	-0,10003
1,0	-0,20008	0,010%	-0,20005
2,0	-0,39999	0,005%	-0,40002
3,0	-0,59985	0,003%	-0,59994
4,0	-0,79976	0,003%	-0,79981
5,0	-0,99967	0,002%	-0,99965
6,0	-1,19953	0,002%	-1,19949
7,0	-1,39936	0,001%	-1,39933
8,0	-1,59926	0,001%	-1,59920
9,0	-1,79915	0,001%	-1,79911
10,0	-1,99899	0,001%	-1,99907

Tabelle 11: Relative Nullpunktabweichungen

a) bei Entlastung nach Vorbelastung

Einbaustellung:	0 Grad	120 Grad	240 Grad
rel. Nullpunktabweichung:	0,000%	-0,001%	0,000%

b) bei Entlastung nach Messreihen

Messreihe	1	2	3	3'	4	4'
rel. Nullpunktabweichung:	-0,001%	-0,001%	---	-0,001%	---	-0,001%

Tabelle 12: Relative Messunsicherheiten und Klassifizierung

Kraft (kN)	Berechnete Messunsicherheit (k = 2)	Klassifizierungsbereich ab ... bis Nennkraft	Klasse nach DIN EN ISO 376
0,5	0,092%	5%	1
1,0	0,042%		
2,0	0,020%		
3,0	0,032%		
4,0	0,017%		
5,0	0,016%		
6,0	0,012%		
7,0	0,007%		
8,0	0,010%		
9,0	0,008%		
10,0	0,010%		

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M:2013 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% im zugeordneten Werteintervall.

Kurvenanpassung für die Berechnung der relativen erweiterten Messunsicherheiten für beliebige Kräfte im Kalibrierbereich:

Berechnung von rel. erweiterten Messunsicherheiten für beliebige Kräfte im Kalibrierbereich				
Formelansatz	W_D	p_{opt}	F (kN)	q
$W_D = 2 \cdot p_{opt} \cdot F^q$	Erweiterte rel. MU für F	3,577E-04	Kraft im Kal.bereich	-0,7317

9. Interpolationsmöglichkeiten (Kraftwerte in kN, Anzeigewerte in mV/V) für Zugkräfte

Zur Berechnung von Verformungswerten aus Kräften gelten für die Ausgleichsfunktion folgende Koeffizienten:			
	lineares Glied (a)	quadratisches Glied (b)	kubisches Glied (c)
$X = a * F + b * F^2 + c * F^3$	-2,0009E-01	4,6229E-05	-2,7736E-06
Zur Berechnung von Kräften aus Verformungswerten gelten für die Ausgleichsfunktion folgende Koeffizienten:			
	lineares Glied (d)	quadratisches Glied (e)	kubisches Glied (f)
$F = d * X + e * X^2 + f * X^3$	-4,9977E+00	5,7836E-03	1,7356E-03

Ende des Kalibrierscheines.