

akkreditiert durch die / *accredited by the*

**Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH**

als Kalibrierlaboratorium im / *as calibration laboratory in the*



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-K-20121-01-00

**Deutschen Kalibrierdienst** 

**Kalibrierschein** **1605-K10001**  
*Calibration Certificate*

Kalibrierzeichen  
*(Calibration mark)*

K.10001
D-K- 20121-01-00
2016-05

Gegenstand: **Kraftaufnehmer**  
*(Object)*

Hersteller: **HBM**  
*(Manufacturer)*

Typ: **U3-100kN mit Modul CAN-  
ADSL-U3 (SN3007) komplett**  
*(Type)*

Fabrikat-/Serien-Nr.: **190610210**  
*(Serial no.)*

Auftraggeber: **Testfirma  
Messtechnik GmbH  
Straße 55  
DE 33333 Messkirchen**  
*(Customer)*

Prüfmittelnummer: **n.v.**  
*(Inventory no.)*

Auftragsnummer: **k.A.**  
*(Order no.)*

Seitenzahl: **10**  
*(Number of pages of the certificate)*

Kalibrierdatum: **03.05.2016**  
*(Date of Calibration)*

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 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 **13.07.2016**  
*Date*

Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
*Head of the calibration laboratory*

Bearbeiter  
*Person in charge*




Dipl.-Ing. (BA) A. Fischer

D. Rommerskirchen

**1 Kalibrierverfahren (Calibration method)**

Das Gerät wurde nach den Vorschriften der DKD-R 3-3 (2010) Ablauf A kalibriert mit der Anzeigeabweichung als Ergebnisgröße. 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 instrument was calibrated according directive DKD-R 3-3 (2010) method A with the error of display value as the result. Stated is the expanded uncertainty. The expanded uncertainty assigned to the measurement results is 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 %.)*

**2 Kalibriergegenstand und Zusatzgeräte (Calibration object and accessories)**

- |     |   |  |
|-----|---|--|
| 2.1 | Gegenstand:<br>(Object)   | Kraftaufnehmer   |
|     | Hersteller:<br>(Manufacturer)   | HBM  |
|     | Typ:<br>(Type)  | U3-100kN mit Modul CAN-ADSL-U3 (SN3007)<br>komplett  |
|     | Seriennummer:<br>(Serial no.)   | 190610210  |
|     | Prüfmittelnummer:<br>(Inventory no.)  | n.v.   |
|     | Nennkraft $F_N$ [N]:<br>(Nominal Force)                                       | 100000   |
|     | Auflösung [N]:<br>(Resolution)  | 1  |
|     | Zul. Anzeigeabweichung [%] v. $F_N$ :<br>(Allowed display error)              | 0,15      ( $\pm 1$ digit)   |
|     | Zul. Anzeigeabweichung [N]:<br>(Allowed display error)                        | 151,0  |
|     | Zul. Messabweichung [%] v. $F_N$ :<br>(Allowed absolute error of measurement) | 0,15      lt. Hersteller gemäß DIN 1319-1<br>(declared by manufacturer accord. to DIN 1319-1)    |
| 2.2 | Einbauteile (Attachments):  | Kugelschalen #75003 mit entsprechender<br>Kugelmutter (A&B) und Zugstangen #75007 von<br>Alluris |
| 2.3 | Messkabel (Measuring cable):  | Beigestellt durch Kunde  |
| 2.4 | Zusätzliche Geräte (Additional devices):                                      | PC-Auswertesoftware AD6L.exe V1.0.0.0 vom<br>19.06.2014  |

### 3 Umweltbedingungen (*Ambient conditions*)

Bezugstemperatur im Kalibrierlaboratorium ( $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) während der Messung auf 1K stabil. Der Kalibrierggegenstand wurde vor der Kalibrierung mindestens 1 Tag zur Akklimatisierung im Messraum aufbewahrt.

*The ambient temperature of the calibration laboratory ( $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) is stabilized within a range of 1K. The calibration object is stored for minimum 1 day before calibration for acclimatisation in the laboratory.*

Belastung ( <i>Load</i> )		bei Beginn ( <i>at start</i> )	bei Ende ( <i>at end</i> )
Zug ( <i>Pull</i> )	Temperatur ( <i>Temperature</i> ) [ $^{\circ}\text{C}$ ] ( $\pm 0,3$ )	22,3	22,4
	Luftfeuchtigkeit ( <i>Humidity</i> ) [%rH] ( $\pm 2$ )	40,1	37,8
	Luftdruck ( <i>Air pressue</i> ) [hPa] ( $\pm 0,5$ )	980,2	980,2
Druck ( <i>Push</i> )	Temperatur ( <i>Temperature</i> ) [ $^{\circ}\text{C}$ ] ( $\pm 0,3$ )	22,2	22,2
	Luftfeuchtigkeit ( <i>Humidity</i> ) [%rH] ( $\pm 2$ )	45,4	44,1
	Luftdruck ( <i>Air pressue</i> ) [hPa] ( $\pm 0,5$ )	980,7	981,4

### 4 Messbedingungen (*Measuring conditions*)

#### 4.1 Kraftaufnehmer (*Force sensor*)

Einbaulage (*Mounting position*): vertikal, lotrecht (*vertical, perpendicular*)

Einbaustellungen (*Mounting angle*): 0° 120° 240°

Vorbelastungen (*Preloadings*): 3 1 1

Haltezeiten (*Duration of test force*): 30 s

#### 4.2 Beanstandungen (*Faults*)

Kraftaufnehmer lässt sich nur bis 98000 N justieren, oberhalb ist ADC in Begrenzung

#### 4.3 Bemerkungen (*Remarks*)

Da der am Kalibrierggegenstand verbaute AD-Wandler keine Werte oberhalb justierter Maximalkraft ausgibt, wurde bis 95% kalibriert, um die Nulllast der Krafteinleitungsteile kompensieren zu können.

## 5 Messergebnisse (*Measuring results*)

Verwendete Formelzeichen (*Used formular symbols*):

$\Delta X$	Zulässige Anzeigeabweichung lt. Hersteller ( <i>Allowed display error according to manufacturer</i> )
$\overline{X}_r$	Mittelwert der zunehmenden Kräfte $X_{1,3,5}$ ( <i>Mean value of increasing force increments <math>X_{1,3,5}</math></i> )
$\overline{X}_{wr}$	Mittelwert der zunehmenden Kräfte $X_{1,2}$ ( <i>Mean value of increasing force increments <math>X_{1,2}</math></i> )
$X_a$	Ausgeglichener Mittelwert der Interpolation ( <i>Balanced mean value of interpolation</i> )
$b_t'$	Relative Wiederholpräzision bei Maximalkraft ( <i>Relative repeatability at maximum force</i> )
$b'$	Relative Wiederholpräzision in gleicher Einbaustellung ( <i>Relative repeatability with identical mounting position</i> )
$b$	Relative Vergleichspräzision in unterschiedlichen Einbaustellungen ( <i>Relative reproducibility with different mounting positions</i> )
$v$	Relative Umkehrspanne ( <i>Relative hysteresis error</i> )
$f_c$	Relative Interpolationsabweichung ( <i>Relative interpolation error</i> )
$f_0$	Relative Nullpunktabweichung ( <i>Relative zero point error</i> )
$u_{zer}$	Standardmessunsicherheit des Nullpunktes ( <i>Uncertainty of measurement at zero point</i> )
$u_{ind,0}$	Standardmessunsicherheit der Anzeige vor der Belastungsstufe ( <i>Uncertainty of measurement displayed before load is applied</i> )
$u_{cmc}$	Standardmessunsicherheit durch K-BNME eingestellter Kraftwert ( <i>Uncertainty of measurement of set force value at reference measuring equipment</i> )
$u_t$	Standardmessunsicherheit des Kalibrierendwertes ( <i>Uncertainty of measurement of ultimate calibration value</i> )
$u_{rep}$	Standardmessunsicherheit der Wiederholpräzision ( <i>Uncertainty of measurement of repeatability</i> )
$u_{rot}$	Standardmessunsicherheit der Vergleichspräzision ( <i>Uncertainty of measurement of rotation</i> )
$u_{rev}$	Standardmessunsicherheit der Umkehrspanne ( <i>Uncertainty of measurement of hysteresis error</i> )
$u_c$	Standardmessunsicherheit der Interpolationsabweichung ( <i>Uncertainty of measurement of interpolation error</i> )
$u$	Gesamte Standardmessunsicherheit ( <i>Total uncertainty of measurement</i> )
$U$	Erweiterte gesamte Messunsicherheit ( <i>Expanded total uncertainty of measurement</i> )
$W$	Relative erweiterte Messunsicherheit ( <i>Relative expanded uncertainty of measurement</i> )

## 5.1 Ergebnisse in Zugrichtung (Results tension force)

### 5.1.1 Kennwerte der Vorbelastung (Values of preloading)

Nullanzeige $i_0$ [N]:	0
<i>(Indication at zero load) :</i>	
Anzeige bei Höchstkraft $X_p$ [N]:	95040
<i>(Indication at max force) :</i>	
Restanzeige $i_f$ [N] nach Vorbelastung:	-4
<i>(Indication after preloading):</i>	
Relative Nullpunktabweichung $f_0$ [%]:	-0,004
<i>(Relative zero point error):</i>	

### 5.1.2 Aufgenommene Kraftmesswerte (Captured force values)

Kraft (Force)	Anzeigewerte (Displayed values)						Zul. Abweichung (Allowed error)	Bewertung (Confirmation)
	0°		120°		240°			
	$X_1$ [N]	$X_2$ [N]	$X_3$ [N]	$X_4'$ [N]	$X_5$ [N]	$X_6'$ [N]		
<b>0</b>	0	0	0	4	0	2	151,0	pass
<b>20000</b>	19997	19988	19989	19994	19986	19991	151,0	pass
<b>40000</b>	39964	39958	39952	39957	39952	39958	151,0	pass
<b>60000</b>	59980	59973	59956	59965	59950	59961	151,0	pass
<b>80000</b>	80027	80018	80000	80009	80010	80018	151,0	pass
<b>95000</b>	95037	95028	95001	95001	95022	95022	151,0	pass

### 5.1.3 Berechnete Kenngrößen (Calculated characteristics)

Kraft (Force)	Mittelwerte (Mean values)		$X_a$ [N]	$b_{t'}$ [%]	$b'$ [%]	$b$ [%]	$v$ [%]	$f_c$ [%]
	$\bar{X}_r$ [N]	$\bar{X}_{wr}$ [N]						
<b>0</b>	0	0	0	-	-	-	-	-
<b>20000</b>	19991	19993	19977	-0,003	0,045	0,055	0,025	0,071
<b>40000</b>	39956	39961	39966	-0,003	0,015	0,030	0,014	-0,025
<b>60000</b>	59962	59977	59971	-0,003	0,012	0,050	0,017	-0,016
<b>80000</b>	80012	80023	79995	-0,003	0,011	0,034	0,011	0,021
<b>95000</b>	95020	95033	95027	-0,003	0,009	0,038	0,000	-0,008

Interpolationsgleichung von  $X_a$  (equation of interpolation of  $X_a$ ):

$$X_a = 9,985473E-01 * F + 1,273295E-08 * F^2 + 5,865360E-14 * F^3$$

#### 5.1.4 Messunsicherheiten (Uncertainties of measurement)

Die Messunsicherheit einer Kraftstufe ergibt sich zu  
(The uncertainty of measurement for each force increment is calculated as):

$$U(\Delta F) = k * u$$

$$W(\Delta F) = U(\Delta F) / F_i$$

Kraft (Force) $F_i$ [N]	$u_{ind}$ [N]	$u_{cmc}$ [N]	$u_t$ [N]	$u_{zer}$ [N]	$u_{rep}$ [N]	$u_{rot}$ [N]	$u_{rev}$ [N]	$u_c$ [N]
20000	0,2887	10,0000	-0,1822	-0,4860	2,5991	3,1769	1,4443	14,1747
40000	0,2887	20,0000	-0,3645	-0,9720	1,7337	3,4679	1,5896	-10,0275
60000	0,2887	30,0000	-0,5467	-1,4580	2,0215	8,6657	2,8890	-9,3509
80000	0,2887	40,0000	-0,7290	-1,9440	2,5973	7,7930	2,4536	17,0279
95000	0,2887	47,5000	-0,8657	-2,3085	2,5972	10,3901	0,0000	-7,1955

Kraft (Force) $F_i$ [N]	$u$ [N]	$U$ [N]	$W$ [%]
20000	17,8967	35,7934	0,179
40000	22,7894	45,5787	0,114
60000	32,8262	65,6524	0,109
80000	44,3613	88,7226	0,111
95000	49,2846	98,5692	0,104

## 5.2 Ergebnisse in Druckrichtung (Results compression force)

### 5.2.1 Kennwerte der Vorbelastung (Values of preloading)

Nullanzeige $i_0$ [N]: (Indication at zero load):	0
Anzeige bei Höchstkraft $X_p$ [N]: (Indication at max force):	95002
Restanzeige $i_f$ [N] nach Vorbelastung: (Indication after preloading):	2
Relative Nullpunktabweichung $f_0$ [%]: (Relative zero point error):	0,002

5.2.2 Aufgenommene Kraftmesswerte (Captured force values)

Kraft (Force)	Anzeigewerte (Displayed values)						Zul. Abweichung (Allowed error)	Bewertung (Confirmation)
	0°		120°		240°			
	$F_i$ [N]	$X_1$ [N]	$X_2$ [N]	$X_3$ [N]	$X_4'$ [N]	$X_5$ [N]		
<b>0</b>	0	0	0	2	0	3	151,0	pass
<b>20000</b>	20007	20008	20008	20011	20004	20010	151,0	pass
<b>40000</b>	40041	40039	40037	40043	40033	40040	151,0	pass
<b>60000</b>	60066	60066	60062	60057	60062	60056	151,0	pass
<b>80000</b>	80036	80037	80031	80039	80033	80039	151,0	pass
<b>95000</b>	94989	94990	94983	94983	94988	94988	151,0	pass

5.2.3 Berechnete Kenngrößen (Calculated characteristics)

Kraft (Force)	Mittelwerte (Mean values)		$X_a$ [N]	$b_{t'}$ [%]	$b'$ [%]	$b$ [%]	$v$ [%]	$f_c$ [%]
	$\bar{X}_r$ [N]	$\bar{X}_{wr}$ [N]						
<b>0</b>	0	0	0	-	-	-	-	-
<b>20000</b>	20006	20008	20009	-0,014	0,005	0,020	0,022	-0,011
<b>40000</b>	40037	40040	40037	-0,014	0,005	0,020	0,016	-0,001
<b>60000</b>	60063	60066	60058	-0,014	0,000	0,007	0,009	0,010
<b>80000</b>	80033	80037	80040	-0,014	0,001	0,006	0,009	-0,008
<b>95000</b>	94987	94990	94984	-0,014	0,001	0,006	0,000	0,003

Interpolationsgleichung von  $X_a$  (equation of interpolation of  $X_a$ ):

$$X_a = 9,994384E-01 * F + 6,166083E-08 * F^2 - 6,052531E-13 * F^3$$

### 5.2.4 Messunsicherheiten (*Uncertainties of measurement*)

Die Messunsicherheit einer Kraftstufe ergibt sich zu  
(*The uncertainty of measurement for each force increment is calculated as*):

$$U(\Delta F) = k * u$$

$$W(\Delta F) = U(\Delta F) / F_i$$

<b>Kraft (Force)</b> $F_i$ [N]	$u_{ind}$ [N]	$u_{cmc}$ [N]	$u_t$ [N]	$u_{zer}$ [N]	$u_{rep}$ [N]	$u_{rot}$ [N]	$u_{rev}$ [N]	$u_c$ [N]
<b>20000</b>	0,2887	10,0000	-0,7900	0,2431	0,2886	1,1543	1,2987	-2,2550
<b>40000</b>	0,2887	20,0000	-1,5801	0,4862	0,5768	2,3073	1,8748	-0,4547
<b>60000</b>	0,2887	30,0000	-2,3701	0,7294	0,0000	1,1535	1,5861	5,7824
<b>80000</b>	0,2887	40,0000	-3,1602	0,9725	0,2885	1,4428	2,0199	-6,4712
<b>95000</b>	0,2887	47,5000	-3,7527	1,1548	0,2887	1,7323	0,0000	2,4636

<b>Kraft (Force)</b> $F_i$ [N]	$u$ [N]	$U$ [N]	$W$ [%]
<b>20000</b>	10,4421	20,8842	<b>0,104</b>
<b>40000</b>	20,3046	40,6092	<b>0,102</b>
<b>60000</b>	30,7181	61,4361	<b>0,102</b>
<b>80000</b>	40,7335	81,4671	<b>0,102</b>
<b>95000</b>	47,7597	95,5194	<b>0,101</b>



## 6 Verwendete Mess- und Prüfeinrichtungen (*Test and measuring equipment used*)

Die verwendeten Mess-, und Prüfeinrichtungen sind auf die nationalen Normale der PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt) rückgeführt.

*The test and measuring equipment used to perform the calibration procedures are traceable to the national standards of PTB (Physikalisch Technische Bundesanstalt).*

### 6.1 Verwendete Prüfeinrichtung (*Test equipment used*)

Bezeichnung: 250 kN - Kalibriermaschine

*Designation: 250 kN - Calibration machine*

Beschreibung: Kraft-Bezugsnormalmesseinrichtung mit 2 Referenznormalen mit einer relativen erweiterten Messunsicherheit im verwendeten Messbereich  $\leq 0,1 \%$  ( $k=2$ ).

*Description: Force reference standard equipment with 2 reference transducers with a relative expanded measurement uncertainty of the force scale in the used measuring range  $\leq 0,1 \%$  ( $k=2$ ).*

### 6.2 Verwendete Messmittel (*Measuring equipment used*)

Kraftaufnehmer 25 kN U10M (HBM)

Klasse 05, Seriennummer 0119625

Kalibrierschein D2099 (D-K-11027-01-00 2016-01)

*Force transducer 25 kN U10M (HBM)*

*Class 05, Serial No. 0119625*

*Calibration certificate D2099 (D-K-11027-01-00 2016-01)*

Kraftaufnehmer 250 kN U10M (HBM)

Klasse 05, Seriennummer 100208B

Kalibrierschein F3058 (D-K-11048-01-00 2016-02)

*Force transducer 250 kN U10M (HBM)*

*Class 05, Serial No. 100208B*

*Calibration certificate F3058 (D-K-11048-01-00 2016-02)*

Kraft-Anzeigegerät EDC 222 (Doli)

Seriennummer 0217

Kalibriert als Messkette mit obigen Kraftaufnehmern

*Force indication instrument EDC 222 (Doli)*

*Serial no. 0217*

*Calibrated as measurement chain with above force transducers*

**7 Konformitätsaussage (Conformity)**

Messwerte liegen innerhalb der zulässigen Abweichung des Herstellers  
(unter Berücksichtigung der erweiterten Messunsicherheit)

*Measured values within the allowable error of manufacturer's specification  
(including the expanded total uncertainty)*

Keine Konformitätsaussage möglich (Messwerte liegen innerhalb, unter  
Berücksichtigung der erweiterten Messunsicherheit jedoch außerhalb  
der zulässigen Abweichung des Herstellers)

*Declaration of conformity not possible (measured values inside allowable error of  
manufacturer's specification but outside including expanded total uncertainty)*

Messwerte liegen außerhalb der zulässigen Abweichung des Herstellers

*Measured values outside the allowable manufacturer's specification*

Die Konformitätsaussage erfolgt gemäß Kapitel 2 der DAkkS-DKD-5.

*The conformity is declared in accordance to chapter 2 of DAkkS-DKD-5.*

**8 Bemerkungen (Remarks)**

Die englische Fassung dieses Kalibrierscheines ist eine unverbindliche Übersetzung. Im  
Zweifelsfall gilt der deutsche Originaltext.

*The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to  
controversy, the German original text is valid.*

Ein Kraftmessgerät sollte neu kalibriert werden, wenn es überlastet wurde oder sonstige  
unsachgemäße Handhabungen oder Veränderungen stattgefunden haben, die einen Einfluss  
auf die Messunsicherheit haben können. Ansonsten empfehlen wir eine Rekalibrierung nach  
12 Monaten.

*A force gauge should be newly calibrated after overload, when repair was performed or any other improper  
manipulations or changes have occurred that might exert an effect on the measuring uncertainty. Otherwise,  
we recommend a recalibration after 12 month.*

**Ende des Kalibrierscheines**

(REV08)

End of calibration certificate