

GTM Testing and Metrology GmbH
Philipp-Reis-Straße 4-6
DE - 64404 Bickenbach



akkreditiert durch die / *accredited by the*

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH



als Kalibrierlaboratorium im / *as calibration laboratory in the*

Deutschen Kalibrierdienst **DKD**

Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

MU-15.6
D-K- 15106-01-00
2014-10

Musterkalibrierschein

Gegenstand Kraftmesseinrichtung 100 kN
Object

Hersteller Muster AG
Manufacturer

Typ Hydra
Type

Fabrikat/Serien-Nr. 0815
Serial number

Auftraggeber Muster AG
Customer Mustermann-Straße 1
 12345 Musterdorf

Auftragsnummer 132456
Order No.

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines 11
Number of pages of the certificate

Datum der Kalibrierung 30.10.2014
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 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 DKD als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel 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 DKD and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Datum <i>Date</i>	Leiter des Kalibrierlaboratoriums <i>Head of the calibration laboratory</i>	Bearbeiter <i>Person in charge</i>
----------------------	--	---------------------------------------

30.10.2014	Schwind	Hahn
------------	---------	------

1 Kalibriergegenstand

Calibrated object

Beschreibung: <i>Description</i>	Kraftmesseinrichtung 100 kN Spindelmaschine mit Referenzkraftaufnehmer
Hersteller: <i>Manufacturer</i>	Muster AG
Typ: <i>Type</i>	Hydra
Seriennummer: <i>Serial number</i>	0815
Baujahr: <i>Year of manufacture</i>	---
Nennlasten: <i>Nominal loads</i>	100 kN
Messbereich: <i>Loading range</i>	100 kN
Bemerkung: <i>Comment</i>	---

2 Kalibriernormale

Calibration standards

2.1 Anzeigegerät

Indicator

Beschreibung: <i>Description</i>	Digitaler Messverstärker
Hersteller: <i>Manufacturer</i>	HBM
Typ: <i>Type</i>	DMP40
Seriennummer: <i>Serial number</i>	072320009
Baujahr: <i>Year of manufacture</i>	Keine Angabe möglich
Speisespannung: <i>Excitation</i>	5 V
Auflösung: <i>Resolution</i>	0,000001 mV/V
Filter / Integrationszeit: <i>Filter / Integration time</i>	0,22 Hz Bessel
Autokalibrierung: <i>Autocalibration</i>	
Bemerkung: <i>Comment</i>	



MU-15.6
D-K 15106-01-00
2014-10

2.2 **Transfernormale** *Transfer standards*

Beschreibung: Krafttransfernormal 20 kN
Description

Hersteller: GTM GmbH
Manufacturer

Typ: KTN-D
Type

Seriennummer: 00218
Serial number

Baujahr: Keine Angabe möglich
Year of manufacture

Nennlast: 20 kN
Nominal load

Bemerkung:
Comment

Beschreibung: Krafttransfernormal 50 kN
Description

Hersteller: GTM GmbH
Manufacturer

Typ: KTN-D
Type

Seriennummer: 30860
Serial number

Baujahr: Keine Angabe möglich
Year of manufacture

Nennlast: 50 kN
Nominal load

Bemerkung:
Comment

Beschreibung: Krafttransfernormal 100 kN
Description

Hersteller: GTM GmbH
Manufacturer

Typ: KTN-D
Type

Seriennummer: 42520
Serial number

Baujahr: Keine Angabe möglich
Year of manufacture

Nennlast: 100 kN
Nominal load

Bemerkung:
Comment



MU-15.6
D-K 15106-01-00
2014-10

2.3 **Bezugsnormale** *Reference standards*

Beschreibung: <i>Description</i>	Kraft-Bezugsnormalmesseinrichtung K-BNME 100 kN
Hersteller: <i>Manufacturer</i>	GTM GmbH
Seriennummer: <i>Serial number</i>	103
Baujahr: <i>Year of manufacture</i>	1992
Messbereich: <i>Measurement range</i>	100 kN
Erweiterte rel. Messunsicherheit ($k=2$): <i>Expanded rel. uncertainty ($k=2$)</i>	0,01 %
Bemerkung: <i>Comment</i>	

3 Kalibrierverfahren

Calibration procedure

Die Kalibrierung wurde gemäß AA045 durchgeführt.

Die Kalibrierung der Kraftmessenrichtungen basiert auf dem Euramet-Guide Uncertainty of Force Measurements EURAMET/cg-04/v.01, Kapitel 5 Traceability Path B, Methode [4] (Sawla, A.: Uncertainty Scope of the Force Calibration Machines, Proc. IMEKO World Congress, Vienna, Austria, 2000).

The calibration was carried out using AA045.

The calibration of the force measurement machine is based on the Euramet-Guide Uncertainty of Force Measurements EURAMET/cg-04/v.01, chapter 5 Traceability Path B, Method [4] (Sawla, A.: Uncertainty Scope of the Force Calibration Machines, Proc. IMEKO World Congress, Vienna, Austria, 2000).

4 Umgebungsbedingungen

Ambient conditions

Raumtemperatur am Kalibriergegenstand: 22°C

Ambient temperature at the calibration object

Luftdruck: 1037 hPa

Atmospheric pressure

Rel. Luftfeuchte: 53 %

Relative humidity

5 Messunsicherheit Measurement uncertainty

Im Kalibrierschein sind die erweiterten relativen Messunsicherheiten W_i angegeben, die sich aus den Standardmessunsicherheiten durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergeben. Sie wurden gemäß DAkkS-DKD-3, EURAMET/cg-04/v.01 ermittelt. Ein Anteil für die Langzeitinstabilität des Kalibriergegenstandes ist nicht enthalten. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

Indicated are the expanded relative uncertainties W_i , resulting from the standard deviation multiplied by the expansion factor $k=2$, as given by DAkkS-DKD-3, EURAMET/cg-04/v.01. It does not contain any contribution concerning the long-term instability of the calibration object. The measured values are within the given interval with a probability of 95 %.

Die angegebene Gleichung zur Messunsicherheitsbestimmung ist universell gültig für Totlast, hebel- oder hydraulisch übersetzte sowie Referenzkraftmesseinrichtungen. Die Einzelbeiträge zur Messunsicherheitsbestimmung sind in den Tabellen von Kapitel 7 angegeben.

The shown equations for determination of the uncertainty are ubiquitous for deadweight, lever or hydraulic amplified and reference force machines. The uncertainty contributions for determination of the uncertainty are shown in chapter 7.

$$\begin{aligned}
 W(F_{\text{KME}}) &= k \cdot \sqrt{w^2(F_{\text{KME}})} \\
 w^2(F_{\text{KME}}) &= w^2(m) + w^2(g_{\text{loc}}) + \left(-\frac{\rho_L}{\rho_m}\right)^2 w^2(\rho_L) + \left(\frac{\rho_L}{\rho_m}\right)^2 w^2(\rho_m) + w^2(Q) \\
 &\quad + w^2(F'_{\text{KME}}) + w^2(\Delta_{\text{HysKME}}) + w^2(\Delta_{\text{Drift_TN}}) + w^2(F_{\text{BNME}}) \\
 &\quad + w^2(\Delta_{\text{RelDev}}) + w^2(\Delta_{\text{Realization}}) + w^2(\Delta_{\text{Drift_RefTR}}) + w^2(\Delta_{\text{RefTR}}) + w^2(\Delta_{\text{Temp}})
 \end{aligned}$$

mit
with

$$\begin{aligned}
 w^2(F'_{\text{KME}}) &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_{\text{KME}})^2}{n(n-1) \cdot \bar{x}_{\text{KME}}^2} \\
 w^2(F_{\text{BNME}}) &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_{\text{BNME}})^2}{n(n-1) \cdot \bar{x}_{\text{BNME}}^2} \\
 w^2(\Delta_{\text{HysKME}}) &= \frac{a_{\text{HysKME}}^2}{3} \\
 w^2(\Delta_{\text{Drift_TN}}) &= \frac{a_{\text{Drift_TN}}^2}{3} \\
 w^2(\Delta_{\text{RelDev}}) &= \frac{(\bar{x}_{\text{KME}} - \bar{x}_{\text{BNME}})^2}{24 \cdot \bar{x}_{\text{BNME}}^2} \\
 w(\Delta_{\text{Realization}}) &= 5 \cdot 10^{-5}
 \end{aligned}$$

Eingangsgrößen

Input quantities

m	Masse der Belastungskörper <i>mass of the deadweight</i>
g_{loc}	lokale Erdbeschleunigung am Aufstellungsort der Belastungskörper <i>local acceleration due to gravity at the place where the machine has been installed</i>
ρ_m	Dichte der eingesetzten Belastungskörper <i>density of the deadweights used</i>
ρ_L	Dichte der Luft <i>air density</i>
Q	Übersetzungsverhältnis <i>multiplication ratio</i>
F'_{KME}	Mittelwert der Krafttransfornormalanzeige der Kraftmesseinrichtung (KME) <i>Mean value indicated by the force transfer standard in the force machine</i>
F_{BNME}	Mittelwert der Krafttransfornormalanzeige in der Bezugsnormalmesseinrichtung (BNME) <i>Mean value indicated by the force transfer standard in the force reference machine</i>
Δ_{HysKME}	Relative Umkehrspanne der KME <i>Relative hysteresis of the KME</i>
Δ_{Drift_TN}	Relative Langzeitdrift des Krafttransfornormals <i>Relative long-term drift of the force transfer standard</i>
Δ_{RelDev}	Relative Abweichung der Mittelwerte zwischen BNME und KME <i>Relative deviation of the mean values indicated between BNME and KME</i>
$\Delta_{Realisation}$	Erweiterte relative Messunsicherheit der BNME (0,01 % oder 0,02 %) <i>Relative standard uncertainty of BNME</i>
Δ_{Temp}	Messunsicherheitsbeitrag durch Temperaturänderung <i>Uncertainty contribution by temperature</i>
Δ_{Drift_RefTR}	Drift des Referenzaufnehmers/Referenzaufnehmersystems <i>Drift of the reference transducer/reference transducer system</i>
Δ_{RefTR}	Messunsicherheit des Referenzaufnehmers/Referenzaufnehmersystems nach EURAMET/cg-04/v.01 <i>Uncertainty of the reference transducer/reference transducer system according to EURAMET/cg-04/v.01</i>



MU-15.6
D-K 15106-01-00
2014-10

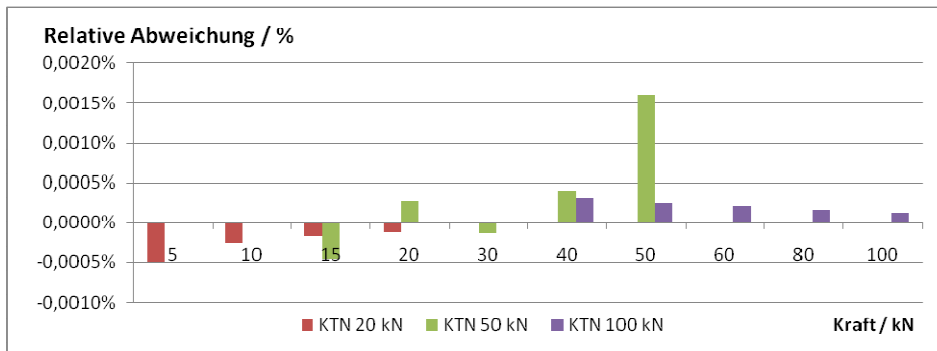
6 Informationen an den Benutzer

Information for the user

Für den Kalibriergegenstand wurde folgende Messunsicherheit ermittelt:

The following uncertainty was determined for the calibration object

Messbereich <i>Loading range</i>		Messunsicherheit <i>Uncertainty</i>
Von <i>From</i>	Bis <i>Up to</i>	%
5 kN	20 kN	0,0623
20 kN	50 kN	0,0623
40 kN	100 kN	0,0623





MU-15.6
D-K 15106-01-00
2014-10

7 Messergebnisse Measuring results

Messeinrichtung: Hydra	Messbereich: 100 kN
Hersteller: Muster AG	Akkreditierungsnummer: 10401
TransfERNormal: Kraftaufnehmer 20 kN	Datum der Kalibrierung: 02.09.10
Seriennummer: 00218	Kalibrierzeichen: Hahn
Anzeigegerät: DMP 40 #72320009	Bearbeiter: Hahn

Laststufe / kN	w (F _{BNME})	w (F [*] _{KME})	w (Δ _{HysKME})	w (Δ _{relDev})	w ² (Δ _{Realisation})	w ² (Δ _{Drift_TN})	w ² (Δ _{Anschluß})	w (F _{KME})	W _{k=2}	Δ _{relDev}	W _{KME}	E _{n,bme} norm. Abweich
5	7,81E-06	6,83E-06	2,46E-05	1,74E-05	2,50E-09	2,89E-10	3,80E-09	3,11E-04	6,22E-04	-5,00E-06	6,23E-04	-0,14
10	6,46E-06	1,89E-05	1,72E-05	1,22E-05	2,50E-09	2,89E-10	3,94E-09	3,11E-04	6,22E-04	-2,50E-06	6,23E-04	-0,10
15	5,97E-06	2,52E-05	1,31E-05	8,80E-06	2,50E-09	2,89E-10	4,14E-09	3,12E-04	6,23E-04	-1,67E-06	6,23E-04	-0,07
20	3,58E-06	1,36E-05	---	4,98E-06	2,50E-09	2,89E-10	3,61E-09	3,11E-04	6,21E-04	-1,25E-06	6,23E-04	-0,04

Annahmen bzw. Relative Messunsicherheitsbeiträge:

Totlastmesseinrichtung:

Luftdichte (kg/m³):	1,17162
Massendichte (kg/m³):	7900
Langzeitdrift des TransfERNormals (w):	1,70E-05
Lastrealisierung der Bezugsnormalmesseinrichtung (w):	5,00E-05
Masse (w):	0,00E+00
Massendichte (w):	0,00E+00
Schwerebeschleunigung (w):	0,00E+00
Luftdichte (w):	0,00E+00

Hebelmesseinrichtung:

Übersetzungsverhältnis bzw. Hebel (w):	0,00E+00
--	----------

Referenzaufnehmermesseinrichtung:

Referenzaufnehmer (w):	3,00E-04
Drift des Referenzaufnehmers (w):	5,00E-05
Temperaturänderung (w):	2,00E-05

Ergebnisse der Bezugsnormalmesseinrichtung

Gegenstand: KTN 20 kN
Seriennummer: 00218
Kalibrierzeichen: 9990_DKD-K-10401_2010-09
Datum: 01.09.10

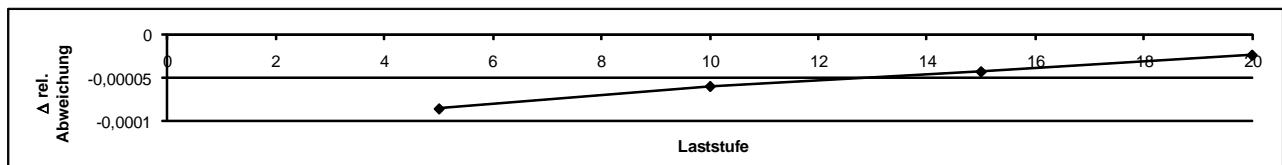
Nullreduzierte Anzeigewerte:

Kraft / kN	0°	90°	180°	270°	Mittelwert
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	0,499626	0,499619	0,499609	0,499611	0,499616
10	0,999259	0,999239	0,999228	0,999239	0,999241
15	1,498878	1,498850	1,498835	1,498851	1,498854
20	1,998379	1,998361	1,998344	1,998362	1,998362
15	1,498921				
10	0,999346				
5	0,499719				
0	0,000032	0,000038	0,000034	0,000033	

Ergebnisse der Kraftmesseinrichtung

Nullreduzierte Anzeigewerte:

Kraft / kN	0°	90°	180°	270°	Mittelwert
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	0,499616	0,499619	0,499609	0,499611	0,499614
10	0,999249	0,999239	0,999228	0,999239	0,999239
15	1,498868	1,498850	1,498835	1,498851	1,498851
20	1,998369	1,998361	1,998344	1,998362	1,998359
15	1,498921				
10	0,999346				
5	0,499719				
0	0,000032	0,000038	0,000034	0,000033	





Messeinrichtung: Hydra
 Hersteller: Muster AG
 Transfornormal: Kraftaufnehmer 50kN
 Seriennummer: 30860
 Anzeigegerät: DMP 40 #72320009

Messbereich: 100 kN
 Akkreditierungsnummer: 10401
 Datum der Kalibrierung: 02.09.10
 Kalibrierzeichen:
 Bearbeiter: Todoric

Laststufe / kN	w (F _{BNME})	w (F [*] _{KME})	w (Δ _{Hys} _{KME})	w (Δ _{relDev})	w ² (Δ _{Realisation})	w ² (Δ _{Drift} _{TN})	w ² (Δ _{Anschluß})	w (F _{KME})	W k=2	Δ _{relDev}	W _{KME}	E _{n,hmc} norm. Abweich
15	5,57E-06	8,54E-06	1,68E-06	9,36E-07	2,50E-09	2,89E-10	2,90E-09	3,10E-04	6,19E-04	-4,58E-06	6,23E-04	-0,01
20	5,96E-06	6,60E-06	3,07E-06	5,42E-07	2,50E-09	2,89E-10	2,88E-09	3,09E-04	6,19E-04	2,66E-06	6,23E-04	0,00
30	5,81E-06	6,72E-06	8,42E-07	2,76E-07	2,50E-09	2,89E-10	2,88E-09	3,09E-04	6,19E-04	-1,35E-06	6,23E-04	0,00
40	5,49E-06	4,05E-06	9,02E-07	8,13E-07	2,50E-09	2,89E-10	2,85E-09	3,09E-04	6,19E-04	3,98E-06	6,23E-04	0,01
50	5,18E-06	4,26E-06	---	3,29E-06	2,50E-09	2,89E-10	2,85E-09	3,09E-04	6,19E-04	1,61E-05	6,23E-04	0,03

Annahmen bzw. Relative Messunsicherheitsbeiträge:

Totlastmesseinrichtung:

Luftdichte (kg/m³): 1,17162
 Massendichte (kg/m³): 7900
 Langzeitdrift des Transfornormals (w): 1,70E-05
 Lastrealisierung der Bezugsnormalmesseinrichtung (w): 5,00E-05
 Masse (w): 0,00E+00
 Massendichte (w): 0,00E+00
 Schwerebeschleunigung (w): 0,00E+00
 Luftdichte (w): 0,00E+00

Hebelmesseinrichtung:

Übersetzungsverhältnis bzw. Hebel (w): 0,00E+00

Referenzaufnehmermesseinrichtung:

Referenzaufnehmer (w): 3,00E-04
 Drift des Referenzaufnehmers (w): 5,00E-05
 Temperaturänderung (w): 2,00E-05

Ergebnisse der Bezugsnormalmesseinrichtung

Gegenstand: KTN 50 kN-D
 Seriennummer: 30860
 Kalibrierzeichen: 9991_DKD-K-10401_2010-09
 Datum: 1.9.2010

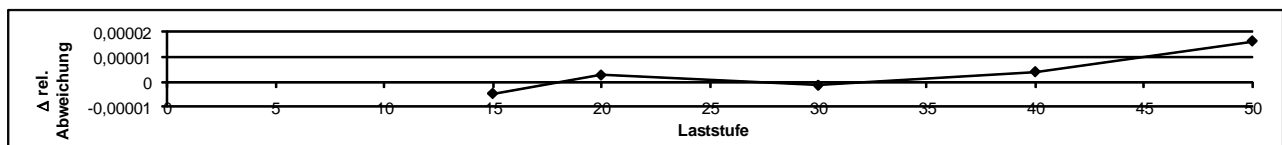
Ergebnisse der Kraftmesseinrichtung

Nullreduzierte Anzeigewerte:

Kraft / kN	0°	90°	180°	270°	Mittelwert
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
15	0,599981	0,599992	0,599983	0,599976	0,599983
20	0,800009	0,800024	0,800012	0,800001	0,800012
30	1,200132	1,200152	1,200134	1,200118	1,200134
40	1,600332	1,600354	1,600331	1,600311	1,600332
50	2,000568	2,000593	2,000561	2,000543	2,000566
40	1,600405				
30	1,200260				
20	0,800141				
15	0,600098				
0	-0,000006	-0,000015	-0,000013	-0,000013	

Nullreduzierte Anzeigewerte:

Kraft / kN	0°	90°	180°	270°	Mittelwert
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
15	0,599977	0,599990	0,599988	0,599968	0,599980
20	0,800004	0,800020	0,800026	0,800006	0,800014
30	1,200123	1,200125	1,200157	1,200126	1,200132
40	1,600327	1,600348	1,600352	1,600328	1,600338
50	2,000595	2,000593	2,000623	2,000584	2,000599
40	1,600395				
30	1,200254				
20	0,800128				
15	0,600097				
0	-0,000007	-0,000014	-0,000013	-0,000013	





Messeinrichtung: Hydra
 Hersteller: Muster AG
 Transfornormal: Kraftaufnehmer 100 kN
 Seriennummer: 42520
 Anzeigegerät: DMP 40 #72320009

Messbereich: 100 kN
 Akkreditierungsnummer: 10401
 Datum der Kalibrierung: 02.09.10
 Kalibrierzeichen:
 Bearbeiter: Hahn

Laststufe / kN	w (F _{BNME})	w (F [*] _{KME})	w (Δ _{Hys} _{KME})	w (Δ _{relDev})	w ² (Δ _{Realisation})	w ² (Δ _{Drift} _{TN})	w ² (Δ _{Anschluß})	w (F _{KME})	W k=2	Δ _{relDev}	W _{KME}	E _{n,hmc} norm. Abweich
40	1,03E-05	1,85E-05	1,70E-05	1,22E-05	2,50E-09	2,89E-10	3,67E-09	3,11E-04	6,22E-04	3,12E-06	6,23E-04	-0,10
50	1,20E-05	1,62E-05	2,74E-06	1,03E-05	2,50E-09	2,89E-10	3,59E-09	3,11E-04	6,21E-04	2,50E-06	6,23E-04	-0,08
60	1,29E-05	4,19E-06	4,81E-07	2,30E-06	2,50E-09	2,89E-10	3,26E-09	3,10E-04	6,20E-04	2,08E-06	6,23E-04	0,02
80	1,53E-05	1,27E-05	2,07E-06	7,97E-06	2,50E-09	2,89E-10	3,53E-09	3,11E-04	6,21E-04	1,56E-06	6,23E-04	0,06
100	1,68E-05	1,19E-05	---	1,45E-05	2,50E-09	2,89E-10	3,71E-09	3,11E-04	6,22E-04	1,25E-06	6,23E-04	0,11

Annahmen bzw. Relative Messunsicherheitsbeiträge:

Totlastmesseinrichtung:

Luftdichte (kg/m³): 1,17162
 Massendichte (kg/m³): 7900
 Langzeitdrift des Transfornormals (w): 1,70E-05
 Lastrealisierung der Bezugsnormalmesseinrichtung (w): 5,00E-05
 Masse (w): 0,00E+00
 Massendichte (w): 0,00E+00
 Schwerebeschleunigung (w): 0,00E+00
 Luftdichte (w): 0,00E+00

Hebelmesseinrichtung:

Übersetzungsverhältnis bzw. Hebel (w): 0,00E+00

Referenzaufnehmermesseinrichtung:

Referenzaufnehmer (w): 3,00E-04
 Drift des Referenzaufnehmers (w): 5,00E-05
 Temperaturänderung (w): 2,00E-05

Ergebnisse der Bezugsnormalmesseinrichtung

Gegenstand: KTN 100 kN-D
 Seriennummer: 42520
 Kalibrierzeichen: 9992_DKD-K-10401_2010-09
 Datum: 1.9.2010

Ergebnisse der Kraftmesseinrichtung

Nullreduzierte Anzeigewerte:

Kraft / kN	0°	90°	180°	270°	Mittelwert
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
40	0,800347	0,800324	0,800343	0,800312	0,800332
50	1,000518	1,000484	1,000514	1,000468	1,000496
60	1,200716	1,200667	1,200710	1,200654	1,200687
80	1,601176	1,601102	1,601173	1,601080	1,601133
100	2,001717	2,001611	2,001718	2,001593	2,001660
80	1,601401				
60	1,201052				
50	1,000870				
40	0,800687				
0	0,000004	0,000006	0,000011	0,000009	

Nullreduzierte Anzeigewerte:

Kraft / kN	0°	90°	180°	270°	Mittelwert
0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
40	0,800357	0,800324	0,800343	0,800312	0,800334
50	1,000528	1,000484	1,000514	1,000468	1,000499
60	1,200726	1,200667	1,200710	1,200654	1,200689
80	1,601186	1,601102	1,601173	1,601080	1,601135
100	2,001727	2,001611	2,001718	2,001593	2,001662
80	1,601401				
60	1,201052				
50	1,000870				
40	0,800687				
0	0,000004	0,000006	0,000011	0,000009	

