
Richtlinie Kalibrierung von
DKD-R 3-3 Kraftmessgeräten

Herausgegeben von der Akkreditierungsstelle des Deutschen Kalibrierdienstes (DKD) bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Zusammenarbeit mit seinem Fachausschuss „Mechanische Größen“.

Copyright © 2002 by DKD

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Deutscher Kalibrierdienst (DKD)

Im DKD sind Kalibrierlaboratorien von Industrieunternehmen, Forschungsinstituten, technischen Behörden, Überwachungs- und Prüfinstitutionen zusammengeschlossen. Sie werden von der Akkreditierungsstelle des DKD bei der PTB akkreditiert und überwacht. Sie führen Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die bei der Akkreditierung festgelegten Messgrößen und Messbereiche durch. Die von ihnen ausgestellten DKD-Kalibrierscheine sind ein Nachweis für die Rückführung auf nationale Normale, wie sie von der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 und der DIN EN ISO/IEC 17025 gefordert wird.

Kalibrierungen durch DKD-Laboratorien geben dem Anwender Sicherheit für die Verlässlichkeit von Messergebnissen, erhöhen das Vertrauen der Kunden und die Wettbewerbsfähigkeit auf dem nationalen und internationalen Markt und dienen als messtechnische Grundlage für die Mess- und Prüfmitelüberwachung im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Im DKD werden Kalibriermöglichkeiten für elektrische Messgrößen, für Länge, Winkel und weitere geometrische Größen, für Rauheit, Koordinaten- und Formmesstechnik, für Zeit und Frequenz, für Kraft, Drehmoment, Beschleunigung, Druck, Durchfluss, Temperatur, Feuchte, medizinische Messgrößen, akustische Messgrößen, optische Messgrößen, ionisierende Strahlung und weitere Messgrößen angeboten.

Veröffentlichungen: siehe Internet

Anschrift:

Deutscher Kalibrierdienst bei der
Physikalisch-Technischen Bundesanstalt
Bundesallee 100, D-38116 Braunschweig
Postfach 33 45, D-38023 Braunschweig
Telefon Sekretariat: (05 31) 5 92-19 01
Fax: (05 31) 5 92-19 05
E-Mail: dkd@ptb.de
Internet: www.dkd.info

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Geltungsbereich	4
2. Bestandteile des Kraftmessgerätes	4
3. Überlastung des Kraftaufnehmers	4
4. Durchführung der Kalibrierung	4
5. Kalibrierschein und Hinweise zum Kalibrierintervall	6

Vorwort

DKD-Richtlinien sind Anwendungsdokumente zu den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025. In DKD-Richtlinien werden technische und organisatorische Abläufe beschrieben, die den Kalibrierlaboratorien als Vorbild zur Festlegung interner Verfahren und Regelungen dienen. DKD-Richtlinien können zu Bestandteilen der Qualitätsmanagementdokumentation der Kalibrierlaboratorien werden. Durch die Umsetzung der Richtlinien wird die Gleichbehandlung der zu kalibrierenden Geräte in den verschiedenen Kalibrierlaboratorien gefördert und die Kontinuität und Überprüfbarkeit der Arbeit der Kalibrierlaboratorien verbessert.

Die DKD-Richtlinien sollen nicht die Weiterentwicklung von Kalibrierverfahren und -abläufen behindern. Abweichungen von Richtlinien und neue Verfahren sind im Einvernehmen mit der Akkreditierungsstelle zulässig, wenn fachliche Gründe dafür sprechen.

Die Richtlinie wurde vom Fachausschuss „Mechanische Messgrößen“ in Zusammenarbeit mit der PTB erstellt und vom Beirat des DKD verabschiedet. Mit der Veröffentlichung wird sie für alle DKD-Kalibrierlaboratorien verbindlich, sofern keine eigene, von der Akkreditierungsstelle genehmigte Verfahrensanweisung vorliegt.

Die vorliegende geänderte Neuauflage enthält ein aktualisiertes Impressum und aktuelle Bezüge zu den heutigen internationalen Organisationen.

geänderte Neuauflage: 08/2002

1. Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für alle Kraftmessgeräte, bei denen die Kraft über die elastische Verformung eines Körpers ermittelt wird. Sie kann auch für Kraftaufnehmer allein angewendet werden.

Die verwendeten Begriffe in dieser Richtlinie entsprechen VDI/VDE 2600, VDI/VDE 2638, DIN EN 10002 und DIN EN ISO 7500-1.

2. Bestandteile des Kraftmessgerätes

2.1 Das Kraftmessgerät besteht zumindest aus einem Kraftaufnehmer und einem Ausgeber (Anzeige-Einrichtung/digitale Schnittstelle).

Anmerkung: Das Kraftmessgerät ist möglichst als Gesamtheit zu kalibrieren.

2.2 Die benutzten Einbauteile und zugehörigen Anschlusskabel sind Bestandteile des Kraftmessgerätes. Einbauteile sind bevorzugt nach DIN EN 10002-3 - Anhang A – auszuliegen.

3. Überlastung des Kraftaufnehmers

Es muss sichergestellt sein, dass der Kraftaufnehmer nach seiner Herstellung mindestens einmal mit 110% der Nennkraft belastet wurde.

4. Durchführung der Kalibrierung

Vor der Kalibrierung des Kraftaufnehmers bzw. des Kraftmessgerätes ist Temperaturgleichgewicht mit der Umgebung abzuwarten; eine mögliche Erwärmung des Aufnehmers durch die Speisespannung ist dabei zu berücksichtigen. Bei Kraftaufnehmern, z. B. mit Dehnungsmessstreifen (DMS), ist die komplette Messkette vor der Kalibrierung bis zur Stabilisierung des Messgerätes elektrisch in Betrieb zu nehmen. Danach ist das Nullsignal des Kraftaufnehmers zu messen.

Wird der Kraftaufnehmer mit einem Anzeigegerät des Kalibrierlaboratoriums kalibriert, so ist dies im Kalibrierschein anzugeben. Die Überprüfung der Austauschbarkeit des Anzeigeegerätes wird mit Hilfe einer externen Kalibrierung durchgeführt. Im allgemeinen ist die Austauschbarkeit auf Geräte gleicher Bauart beschränkt.

Als Vorbelastung ist der Kraftaufnehmer nach jedem Einbau oder Umkehrung der Krafrichtung mindestens dreimal mit der Höchstkraft zu belasten, die dem jeweiligen Messbereichsendwert entsprechen muss. Die Vorbelastungszeit soll mindestens 1 min betragen. Die Nullpunktablesung erfolgt ca. 30 s nach der vollständigen Entlastung des Kraftaufnehmers.

Für die Kraftstufenänderung einer Messreihe gilt, dass die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Belastungsschritten gleich sein soll und 30 s nicht unterschreiten darf und dass die Ablesung frühestens 30 s nach Beginn des Kraftwechsels erfolgen darf.

4.1 Kalibrierung von ortsveränderlichen Kraftmessgeräten

Es wird grundsätzlich das in der DIN EN 10002-3 beschriebene Kalibrierverfahren angewandt. Jedoch kann die Anzahl der Kraftstufen je nach der Anforderung an die Messunsicherheit der Kalibrierung bis auf drei Kraftstufen verringert werden.

Die Kraftstufen sind möglichst gleichmäßig über den Kalibrierbereich zu verteilen. Jede Messreihe enthält die gleichen Kraftstufen.

In jeder neuen Einbaustellung erfolgt eine Vorbelastung.

Soll der Kraftaufnehmer in Zug- und Druckkraftrichtung kalibriert werden, so erfolgt die Kalibrierung in den Krafrichtungen nacheinander.

Für jede Messreihe ist das Messsignal des unbelasteten Kraftaufnehmers (incl. Krafteinleitungsteilen) vor und nach der Belastung zu registrieren; wobei die Nullpunktablesung frühestens 30 s nach der vollständigen Entlastung zu ermitteln ist.

Zur Ermittlung der relativen Interpolationsabweichung sind mindestens fünf Kraftstufen für die Gleichung 3. Grades, mindestens vier Kraftstufen für die Gleichung 2. Grades bzw. mindestens drei Kraftstufen für die Gleichung 1. Grades notwendig. Die Ausgleichsrechnung soll so erfolgen, dass die Summe der Quadrate der absoluten Abweichungen ein Minimum ergibt und dass die ausgeglichene Gleichung kein konstantes Glied enthält.

Bei Kalibrierung mit mindestens acht Kraftstufen werden im Kalibrierschein sowohl die mögliche Klasseneinstufung gemäß DIN EN 10002-3 als auch die Messunsicherheit der Kalibrierung angegeben.

Für eine Kalibrierung mit weniger als acht Kraftstufen ist die Klassifizierung gemäß DIN EN 10002-3 nicht statthaft. Im Kalibrierschein wird hierbei die Messunsicherheit der Kalibrierung ohne Angabe der Klasseneinstufung angegeben. Die Messunsicherheitsberechnung erfolgt zunächst für jede Kraftstufe. In Kalibrierschein wird der jeweils höchste Messunsicherheitswert im Bereich zwischen der betrachteten Kraftstufe und der Kalibrierhöchstkraft angegeben. Die Mindestmessunsicherheit wird jedoch unter Anwendung der Fehlergrenzen der DIN EN 10002-3 festgelegt und ist in der Tabelle 1 angegeben.

Anzahl Kraftstufen	Relative Mindestmessunsicherheit in % bei Erfüllung von Fehlergrenzen nach DIN EN 10002-3		
	analog der Klasse 1	analog der Klasse 2	außerhalb Klasse 2
7	0,24	0,45	0,5
6	0,24	0,45	0,5
5	-	0,45	0,5
4	-	0,45	1
3	-	1	1

Tabelle 1: Mindestmessunsicherheiten für Kraftstufen < 8

Die Messunsicherheitsberechnung erfolgt nach dem Verfahren: Guidance for the determination of the uncertainty of calibration results in force measurements according to EAL-R2 (EAL Guidance publication, Entwurf)¹.

4.2 Kalibrierung von ortsfesten und nicht in Kraft-Bezugsnormalmesseinrichtungen einbaubaren Kraftmessgeräten

Kraftmessgeräte dieser Art werden über ein Kraft-TransfERNormal (K-TN) kalibriert. Dabei ist das in einer Kraft-Bezugsnormalmesseinrichtung (K-BNME) nach 4.1 kalibrierte K-TN an das zu kalibrierende Kraftmessgerät derart anzuschließen, dass die Kraft auf beide Kraftmessgeräte ohne Kraftnebenschlüsse einwirkt.

¹ heute EA-4/02

Der weitere Kalibrierablauf geschieht wie in 4.1 für ortsveränderliche Kraftmessgeräte beschrieben.

Eine Klassifizierung nach DIN EN 10002-3 kann nicht vorgenommen werden, wenn der Beitrag des K-TN zur Messunsicherheit größer als 0,1 % ist.

Anmerkung: Die Kalibrierung der Kraftmesseinrichtung von Werkstoffprüfmaschinen nach DIN 51220 wird nach DIN EN ISO 7500-1 durchgeführt.

4.3 Kraftmessgeräte mit digitalem Ausgang

Bei Kraftmessgeräten mit digitalem Ausgang kann anstelle der Geräteanzeige der Messwert auch über eine genormte Schnittstelle auf ein Datenendgerät - Drucker, Aufzeichnungsgerät oder Rechner - übertragen werden. Eine Visualisierung des Messwertes während der Kalibrierung wird empfohlen. Es ist sicherzustellen, dass die eingelesenen Daten eindeutig interpretiert und verarbeitet werden.

5. Kalibrierschein und Hinweise zum Kalibrierintervall

5.1 Zusätzlich zu den im DKD-5 enthaltenen Forderungen sind im Kalibrierschein mindestens folgende Angaben aufzuführen:

- a) Kalibrierbedingungen:
 - Umgebungstemperatur und ggf. Temperatur des Kraftaufnehmers
 - Luftdruck und Feuchte, soweit erforderlich
- b) Angaben über die Einstellparameter des Kraftmessgerätes mit Angabe der Kabellänge und der verwendeten 4- oder 6-Leitertechnik (Speisespannung, Kalibriersignal, Verstärkung)
- c) Identität des Kraftaufnehmers bzw. der Kraftmesskette
- d) Bezeichnung und Anschlussmessunsicherheit der verwendeten K-BNME und ggf. K-TN
- e) Beschreibung der benutzten Krafteinleitungsteile
- f) Angabe der Krafrichtung
- g) Angaben der:
 - Mittelwerte aus den verschiedenen Einbaulagen
 - relativen Spannweiten bei gleicher Einbaulage
 - relativen Spannweiten bei verschiedenen Einbaulagen
 - relativen Umkehrspannen
 - relativen Nullpunktabweichungen
 - relativen Interpolationsabweichungen
- h) Nullsignal des Kraftaufnehmers
- i) Messunsicherheiten der Kalibrierung mit Anfang und Ende des Kalibrierbereiches und ggf. bei Kraftstufen ≥ 8 der Bereich der Klassifizierung.
- j) Die benutzte Interpolationsgleichung und ggf. eine Interpolationstabelle.

5.2 Unter üblichen Verwendungsbedingungen wird eine Rekalibrierung des Kraftmessgerätes nach höchstens 26 Monaten empfohlen.

Ein Kraftmessgerät ist außerdem neu zu kalibrieren, wenn es einer Überlastung ausgesetzt worden ist, die größer als die Prüfüberlastung ist (siehe Abschnitt 3), nachdem eine Instandsetzung stattgefunden hat oder sonstige unsachgemäße Handhabung stattgefunden hat, die Einfluss auf die Messunsicherheit haben kann.

6. Kraftaufnehmer und Ausgeber erhalten je eine Kalibriermarke.