

# Physikalisch- Technische Bundesanstalt



## DKD

---

**Richtlinie  
DKD-R 4-3**

**Blatt 4.1**

**Kalibrieren von Messmitteln für  
geometrische Messgrößen**


Kalibrieren von zylindrischen  
Einstellnormalen, Lehdornen und -  
ringen

---

Ausgabe 09/2018

<https://doi.org/10.7795/550.20180828F>



	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehdornen und -ringen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828F">https://doi.org/10.7795/550.20180828F</a>	DKD-R 4-3 Blatt 4.1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	2 / 8

## Deutscher Kalibrierdienst (DKD)

Im DKD sind Kalibrierlaboratorien von Industrieunternehmen, Forschungsinstituten, technischen Behörden, Überwachungs- und Prüfinstitutionen seit der Gründung 1977 zusammengeschlossen. Am 03. Mai 2011 erfolgte die Neugründung des DKD als *technisches Gremium* der PTB und der akkreditierten Laboratorien.

Dieses Gremium trägt die Bezeichnung Deutscher Kalibrierdienst (DKD) und steht unter der Leitung der PTB. Die vom DKD erarbeiteten Richtlinien und Leitfäden stellen den Stand der Technik auf dem jeweiligen technischen Fachgebiet dar und stehen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) für die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien zur Verfügung. Die akkreditierten Kalibrierlaboratorien werden von der DAkkS als Rechtsnachfolgerin des DKD akkreditiert und überwacht. Sie führen Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die bei der Akkreditierung festgelegten Messgrößen und Messbereiche durch. Die von ihnen ausgestellten 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.

### Kontakt:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)


DKD-Geschäftsstelle

Bundesallee 100 38116 Braunschweig

Postfach 33 45 38023 Braunschweig

Telefon Sekretariat: (05 31) 5 92-8021

Internet: [www.dkd.eu](http://www.dkd.eu)

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehdornen und -ringen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828F">https://doi.org/10.7795/550.20180828F</a>	DKD-R 4-3 Blatt 4.1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	3 / 8

*Zitiervorschlag für die Quellenangabe:*

*Richtlinie DKD-R 4-3, Blatt 4.1, - Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehdornen und -ringen -, Ausgabe 09/2018, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.*

*DOI: <https://doi.org/10.7795/550.20180828F>*


Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt und unterliegt der Creative Commons Nutzerlizenz CC by-nc-nd 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>). In diesem Zusammenhang bedeutet „nicht-kommerziell“ (NC), dass das Werk nicht zum Zwecke der Einnahmenerzielung verbreitet oder öffentlich zugänglich gemacht werden darf. Eine Nutzung seiner Inhalte für die gewerbliche Verwendung in Laboratorien ist ausdrücklich erlaubt.



Autoren:

Mitglieder des Fachausschusses *Länge* des DKD in der Zeit von 2002 bis 2009.

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für den Deutschen Kalibrierdienst (DKD) als Ergebnis der Zusammenarbeit der PTB mit dem Fachausschuss *Länge* des DKD.

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehrdornen und -ringen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828F">https://doi.org/10.7795/550.20180828F</a>	DKD-R 4-3 Blatt 4.1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	4 / 8

## Vorwort

DKD-Richtlinien sind Anwendungsdokumente zu den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025. In den Richtlinien werden technische, verfahrensbedingte und organisatorische Abläufe beschrieben, die den akkreditierten Kalibrierlaboratorien als Vorbild zur Festlegung interner Verfahren und Regelungen dienen. DKD-Richtlinien können zum Bestandteil von Qualitätsmanagementhandbüchern 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 vorliegende Richtlinie wurde vom Fachausschuss *Länge* in Zusammenarbeit mit der PTB und akkreditierten Kalibrierlaboratorien bereits 2002 erstellt.

Die vorliegende geänderte Neuauflage enthält lediglich ein aktualisiertes Impressum.

Sie ist inhaltsgleich mit der DAkkS-DKD-R 4-3, Blatt 4.1 (Ausgabe 2010). Die DAkkS wird die DAkkS-DKD-R 4-3, Blatt 4.1 spätestens zum 01.01.2021 zurückziehen.

Ausgabe: 08/2002 veröffentlicht vom DKD

1. Neuauflage: 2010, durch die DAkkS
2. Neuauflage: 2018, durch den DKD, inhaltsgleich mit der 1. Neuauflage

## 1 Geltungsbereich

Dieses Blatt gilt für das Kalibrieren von Lehrdornen, Lehrringen, Einstellnormalen und Einstellringen, Innenzylindern und Außenzylindern mit einem Durchmesser  $\geq 1$  mm und für Normale mit einem abgeflachten zylindrischen Lehrenkörper.

Prüfstifte siehe Blatt 4.2 und Prüfwinkel als Winkelnormale siehe Blatt 4.6 dieser Richtlinie.

## 2 Begriffe, Definitionen


Begriffserklärung der Kennwerte siehe DIN 7162, DIN ISO 6318, DIN ISO 286 und DIN ISO 1101.

## 3 Normale/Normalmesseinrichtungen

Die Rückführung der im Abschnitt 5.3 – Kalibrierverfahren – genannten Normale/Normalmesseinrichtungen (z. B. Ein-, Zwei- oder Dreikoordinatenmessgeräte, Formmessgeräte) muss durch Kalibrierung z. B. mit Maßverkörperungen oder geeigneten Wegmesssystemen sichergestellt werden, deren Anschluss an die nationalen Normale in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) nachgewiesen ist.

## 4 Umgebungsbedingungen

Siehe Blatt 1 dieser Richtlinie, Abschnitt 5.2.

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehrdornen und -ringen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828F">https://doi.org/10.7795/550.20180828F</a>	DKD-R 4-3 Blatt 4.1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	5 / 8

## 5 Kalibrierung

### 5.1 Kalibrierfähigkeit

Siehe Blatt 1 dieser Richtlinie, Abschnitt 5.3.

### 5.2 Kalibrierumfang

Zu ermitteln sind je nach Kalibrieroption:

- Durchmesser
- Rundheitsabweichung
- Geradheits- und Parallelitätsabweichung gegenüberliegender Mantellinien

### 5.3 Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung erfolgt mit Kalibriereinrichtungen, mit denen Längenmaße bzw. Formabweichungen gemessen werden können z. B. mit Koordinatenmessgeräten und Formmessgeräten.

In Abhängigkeit vom Verwendungszweck des Kalibriergegenstandes, den vorgegebenen Toleranzen, der angestrebten Messunsicherheit usw. werden vier Kalibrieroptionen (Kalibrierumfänge) unterschieden. Die Messpositionen (Ebenen und Richtungen) sind in Bild 1 und 2 für alle Optionen dargestellt.

#### 5.3.1 Vollständige Kalibrierung

Mindestkalibrierumfang bei Einsatz als Bezugsnormal höchster Genauigkeit für die Maßübertragung, Zylinderform-Normale und für die Erstkalibrierung von Passungslehren:

1. Kalibrierung des Durchmessers in der Ebene 2 und in einer Richtung (Schnitt A-B).
2. Kalibrierung der Rundheitsabweichung in den drei Ebenen 1, 2 und 3.
3. Kalibrierung der Geradheits- und Parallelitätsabweichung der Mantellinien in zwei Axialebenen (Schnitt A-B und C-D).

#### 5.3.2 Kalibrierung des Durchmessers und Bestimmung der Rundheitsabweichung

Mindestkalibrierumfang bei Einsatz als Bezugsnormal für die Maßübertragung und für Passungslehren für die einschränkend gilt, dass die axiale Länge des Lehrenkörpers kürzer ist als sein Durchmesser:

1. Kalibrierung des Durchmessers in den drei Ebenen 1, 2 und 3 in mindestens einer Axialebene (Schnitt A-B).
2. Kalibrierung der Rundheitsabweichung in den drei Ebenen 1, 2 und 3.

#### 5.3.3 Kalibrierung des Durchmessers

Mindestkalibrierumfang bei Einsatz als Gebrauchsnormal für die Maßübertragung:

Kalibrierung des Durchmessers in der Ebene 2 in einer Richtung (Schnitt A-B).

Um den Einfluss nicht bekannter Formabweichungen zu erkennen, sind weitere vier Kalibrierungen, in der Nähe der festgelegten Messposition, durchzuführen. Hierzu wird der Kalibriergegenstand relativ zur Messeinrichtung etwas gedreht bzw. in axialer Richtung verschoben. An Kalibriergegenständen mit einem Durchmesser  $\geq 6$  mm sollten diese Messpositionen in axialer und in Umfangsrichtung etwa  $\pm 1$  mm von der festgelegten Messposition entfernt liegen. Kleinere Kalibriergegenstände (Durchmesser  $< 6$  mm) sind um etwa  $\pm 10^\circ$  um ihre Achse zu drehen.

Es sind vier Wiederholungsmessungen durchzuführen.

### 5.3.4 Wiederholungskalibrierung von Lehren

Mindestkalibrierumfang für Arbeitslehren, wenn die Formabweichungen aus früheren Kalibrierungen (z. B. Erstfreigabe, Historie der Lehre) bekannt sind:

Kalibrierung des Durchmessers in den drei Ebenen 1, 2 und 3 und in zwei Richtungen (Schnitt A-B und C-D). Bei Abweichungen der Durchmesserkalibrierung zur vorausgegangener Kalibrierung, die größer sind als die Standardmessunsicherheit, ist eine vollständige Kalibrierung nach 5.3.1 durchzuführen.

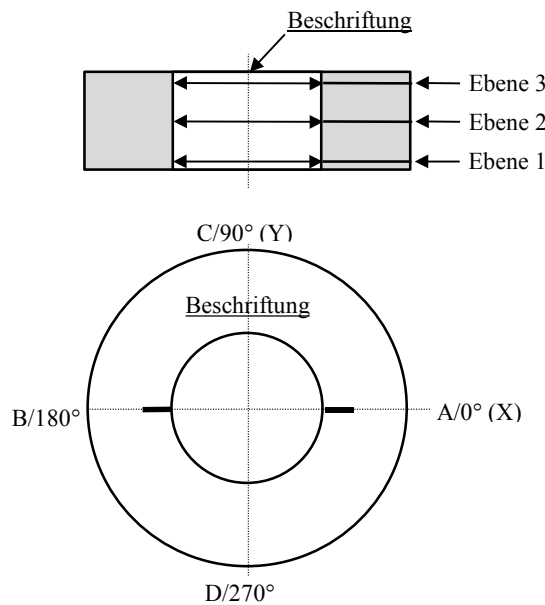


Bild 1: Messorte - Ebenen und Richtungen an einem Ring

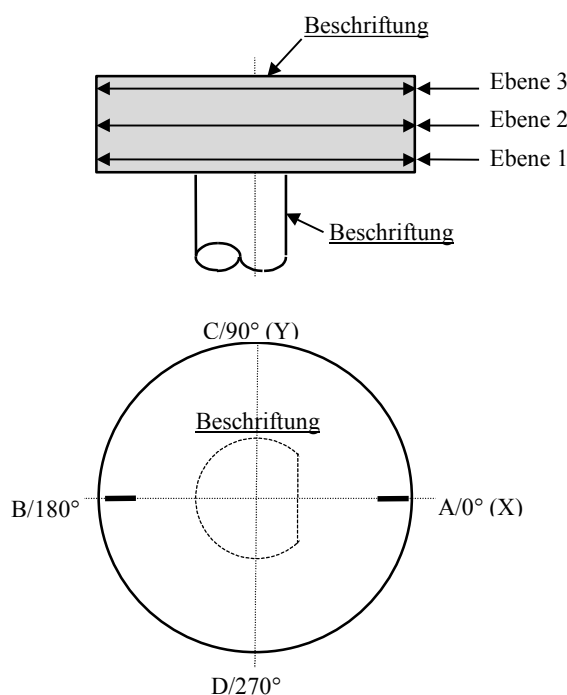



Bild 2: Messorte - Ebenen und Richtungen an einem Dorn

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehrdornen und -ringen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828F">https://doi.org/10.7795/550.20180828F</a>	DKD-R 4-3 Blatt 4.1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	7 / 8

Die angegebenen Messpositionen und Richtungen beziehen sich auf voll ausgeformte zylindrische Normale bzw. Lehren. Werden abgeflachte zylindrische Lehenkörper kalibriert, sind die Formmessungen auf das zur Verfügung stehende Kreiselement zu beziehen. Die Messungen in der Richtung 90° - 270° (C – D) entfallen.

#### 5.4 Durchführung der Kalibrierung

Die Erfassung der Einzelmesswerte erfolgt an den in den Bildern 1 und 2 festgelegten Messpositionen. An Zylindernormalen, die in axialer Richtung größere Abmessungen aufweisen, ist die Anzahl der Messebenen so zu erhöhen, dass bei Zylinderlängen bis 200 mm der Abstand der Messebenen 30 mm nicht übersteigt. Bei größeren Zylinderlängen werden mindestens 6 Messebenen über die Länge des Kalibriergegenstandes gleichmäßig verteilt.

Für die Formmessung werden folgende Einstellparameter empfohlen:

- Bestimmung der Rundheitsabweichung

Grenzwellenzahl (Messung im Radialschnitt):

Nenn Durchmesser $D$ des Kalibriergegenstandes in mm	Grenzwellenzahl (W/U)
$D \leq 8$	50
$8 < D \leq 25$	50
$25 < D \leq 80$	150
$80 < D \leq 250$	500
$250 < D$	500

Vorzugsweise ist das Gauß-Filter, 50% Amplitudenübertragung zu verwenden.

Anzahl der Messpunkte: > 1000

Durchmesser der Antastkugel: 0,8 mm bis 1,0 mm

- Bestimmung der Geradheits- und Parallelitätsabweichungen der Mantellinien

Grenzwellenlänge (Messung im Axialschnitt):

Grenzwellenlänge: 0,8 mm

Vorzugsweise ist das Gauß-Filter, 50% Amplitudenübertragung zu verwenden.

Anzahl der Messpunkte:  $\geq 10$  pro mm Tastweg

Durchmesser der Antastkugel: 0,8 mm bis 1,0 mm


Für die Antastung sind kugelförmige Antastelemente zu verwenden. Beilförmige Taster dürfen nicht eingesetzt werden.

## 6. Messunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit ist nach DAkkS-DKD-3 (EA-4/02, frühere Bezeichnung: EAL-R2) zu berechnen. Messunsicherheitsbeiträge sind im Folgenden beispielhaft für die Ermittlung der Maßabweichungen aufgeführt:

a) Messunsicherheitsbeiträge der Kalibriereinrichtung

- Unsicherheit des Bezugsnormals

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von zylindrischen Einstellnormalen, Lehrdornen und -ringen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828F">https://doi.org/10.7795/550.20180828F</a>	DKD-R 4-3 Blatt 4.1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	8 / 8

- Verletzung des Komparatorprinzips
  - Geräteeinflüsse, z. B. Führungsabweichungen, Wärmequellen im Gerät
  - Unsicherheit der Zenith-Einstellung bei der Antastung mit Kugeln
  - Größe und Masse des Kalibriergegenstandes
  - Unsicherheit der Tasterkalibrierung
  - Rauheit und Formabweichungen des Tastelements
  - Antastunsicherheit, Deformationen
  - Interpolationsfehler des Messsystems
- b) Messunsicherheitsbeiträge des Kalibriergegenstandes
- Rauheit und Formabweichungen
  - Thermischer Längenausdehnungskoeffizient  $\alpha_T$
  - Cosinusfehler (fehlerhafte Ausrichtung)
- c) Messunsicherheitsbeiträge der Umgebung
- Unsicherheit durch die Temperaturdifferenz zwischen Kalibriereinrichtung und Kalibriergegenstand
  - Unsicherheit durch die Differenz zwischen der Temperatur des Bezugsnormals und des Kalibriergegenstandes zur Bezugstemperatur
  - Unsicherheit der Temperaturmessung
  - Unsicherheit der Luftdruckbestimmung (bei Lasermesssystemen)
  - Unsicherheit der Luftfeuchtebestimmung (bei Lasermesssystemen)
  - Unsicherheit durch Schwingungen

## 7 Dokumentation der Messergebnisse

Für die unter Abschnitt 5.2 angegebenen Kennwerte sind die Ergebnisse entsprechend der Kalibrieroptionen zu dokumentieren. Je nach Kalibrieroption sind zusätzlich anzugeben:

- Position der Durchmesser-, Rundheits- und Geradheitsmessungen
- Form und Größe des Antastelementes
- Messpunktanzahl
- Auswerteverfahren
- Grenzwellenzahl / Grenzwellenlänge
- Filtercharakteristik
- Messkraft und Länge der Messstrecke bei der Geradheitsmessung.

Weitere Hinweise sind DAkkS-DKD-5 zu entnehmen.

## 8 Zitierte Normen und weitere Unterlagen

DIN ISO 286-1	ISO-System für Grenzmaße und Passungen
DIN ISO 286-2	ISO-System für Grenzmaße und Passungen
DIN 7162	Arbeits- und Prüflinien für Längenmaße
DIN ISO 6318	Rundheitsmessung; Begriffe und Kenngrößen für die Rundheit
DIN ISO 1101	Form- und Lagetolerierung
ISO CD 12180	Cylindricity
ISO DIS 12181	Roundness
ISO CD 12780	Straightness