

# Physikalisch- Technische Bundesanstalt



**DKD**

---

**Richtlinie  
DKD-R 4-3**

**Kalibrieren von Messmitteln für  
geometrische Messgrößen**

Blatt 3.1

Kalibrieren von Parallelendmaßen

---

Ausgabe 09/2018

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



	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von Parallelendmaßen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828E">https://doi.org/10.7795/550.20180828E</a>	DKD-R 4-3 Blatt 3-1	
		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 Parallelendmaßen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828E">https://doi.org/10.7795/550.20180828E</a>	DKD-R 4-3 Blatt 3-1	
		Ausgabe:	09/2018
		Revision:	0
		Seite:	3/8

*Zitiervorschlag für die Quellenangabe:*

*Richtlinie DKD-R 4-3 Blatt 3.1 Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen - Kalibrieren von Parallelendmaßen -, Ausgabe 09/2018, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.*

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

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 1999 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 Parallelendmaßen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828E">https://doi.org/10.7795/550.20180828E</a>		DKD-R 4-3 Blatt 3-1	
			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 2000 erstellt.

Die vorliegende geänderte Neuauflage enthält lediglich ein aktualisiertes Impressum.

Sie ist inhaltsgleich mit der DAkkS-DKD-R 4-3, Blatt 3.1. Um einen guten Übergang zu ermöglichen, wird die DAkkS GmbH die DAkkS-DKD-R 4-3, Blatt 3.1 spätestens zum 01.01.2021 zurückziehen.

Ausgabe: 04/2000 veröffentlicht vom DKD

1. Neuauflage: 08/2002, durch den DKD
2. Neuauflage: 2010, durch die DAkkS
3. Neuauflage: 09/2018, durch den DKD, inhaltsgleich mit der 1. Neuauflage

## 1 Geltungsbereich

Dieses Blatt gilt für die Kalibrierung von Parallelendmaßen entsprechend DIN EN ISO 3650 nach dem Unterschiedsmessverfahren.

## 2 Begriffe, Definitionen

Begriffserklärung siehe DIN EN ISO 3650.

## 3 Normale/Normalmesseinrichtungen

Für die verwendeten Normale/Normalmesseinrichtungen (Parallelendmaße, Endmaßmessgeräte, Temperaturmessgeräte) muss die Rückführung durch Kalibrierung z. B. mit Parallelendmaßen und Normalthermometern 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.

In Abhängigkeit von der angestrebten Messunsicherheit kann es notwendig sein die zulässige Abweichung von 20 °C auf unter 1 °C zu verringern. Die Grenzwerte hierfür sind in Übereinstimmung mit den Verfahrensanweisungen und Messunsicherheitsbudgets festzulegen.

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b>		DKD-R 4-3 Blatt 3-1	
	Kalibrieren von Parallelendmaßen		Ausgabe:	09/2018
	<a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828E">https://doi.org/10.7795/550.20180828E</a>		Revision:	0
			Seite:	5/8

## 5 Kalibrierung

### 5.1 Kalibrierfähigkeit

Siehe Blatt 1 dieser Richtlinie, Abschnitt 5.3.

#### 5.1.1 Messflächenbeschaffenheit und Abweichungsspanne $v$

Messflächenbeschaffenheit und Abweichungsspanne  $v$  der zu kalibrierenden Parallelendmaße sind die wichtigsten Komponenten bei der Beurteilung der Kalibrierfähigkeit und der Abschätzung der erzielbaren Messunsicherheit. Abhängig von der angestrebten Messunsicherheit gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Beurteilung und gegebenenfalls Wiederherstellung einer vertretbaren Beschaffenheit der Messflächen.

##### I. Visuelle Kontrolle:

Sie ist grundsätzlich durchzuführen und dient zum Auffinden von Beschädigungen (z. B. Kratzer mit Grataufwurf, Kantenverletzungen, Tastereindrücke usw.).

##### II. Nacharbeit:

Durch Abziehen der Messflächen z. B. mit Hilfe eines feinen Abziehsteins oder einer geeigneten Läppplatte, werden Aufwürfe und Grate beseitigt. Bei ausreichender Erfahrung kann eine Mindestqualität so wieder hergestellt und die Anschließbarkeit verbessert werden.

##### III. Interferentielle Prüfung mit Planglas:

Sie dient zur Ebenheitsprüfung und dem Auffinden von Aufwürfen, die ohne Planglas nicht zu erkennen sind.

##### IV. Anschubprüfung mittels Planglas:

Das entstehende Anschubbild gestattet die sicherste Aussage über die Messflächenbeschaffenheit und den dadurch zu erwartenden Einfluss auf die Messunsicherheit. Die Anschubprüfung ist deshalb besonders für kleinste Messunsicherheiten erforderlich. Für angestrebte Unsicherheiten mit einem längenunabhängigen Term 0,05  $\mu\text{m}$  dürfen lediglich helle Flecken im geringen Umfang außerhalb des Mittenbereichs auftreten. (Nur anschubfähige Parallelendmaße erlauben die sichere Bildung von Endmaßkombinationen.)

##### V. Bewertung der Abweichungsspanne $v$ :

Die Abweichungsspanne liefert eine Aussage über die Lage der Messflächen zueinander sowie zur Messflächengeometrie und ist aus diesem Grunde für die Abschätzung der Messunsicherheit von Bedeutung.

Keines der aufgelisteten Verfahren ist für sich alleine für die Beurteilung der Kalibrierfähigkeit bzw. zur Abschätzung des Beitrags zur Messunsicherheit ausreichend.

#### 5.1.2 Sonstige Anforderungen

Jedes Parallelendmaß muss dauerhaft und unverwechselbar gekennzeichnet sein. Es ist vor der Kalibrierung gegebenenfalls zu entmagnetisieren.

Für die Kalibrierung relevante Eigenschaften des Werkstoffes sollten bekannt sein. Der Einfluss unvollständiger Kenntnis dieser Eigenschaften muss im Messunsicherheitsbudget berücksichtigt werden.

## 5.2 Kalibrierumfang

Zu ermitteln sind:

- Abweichung  $e_n$  des Mittenmaßes  $l_c$  vom Nennmaß  $l_n$  ( $e_n = l_c - l_n$ )
- Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  vom Mittenmaß  $l_c$   
Ausnahme bei Nennmaßen > 100 mm siehe 5.3

## 5.3 Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung erfolgt mit Messeinrichtungen, die nach dem Unterschiedsmessverfahren arbeiten und für die angestrebte Messunsicherheit geeignet sind (z. B. nach DKD-Richtlinie 4-1 kalibrierte Endmaßmessgeräte).

Parallelendmaße bis 5,5 mm Nennmaß werden in der Regel auf der unbeschrifteten und Parallelendmaße über 5,5 mm bis 100 mm Nennmaß auf der linken Messfläche aufgelegt.

Parallelendmaße über 100 mm Nennmaß werden in der Regel in horizontaler Lage kalibriert und hierzu auf einer der schmalen Seitenflächen an den markierten Stellen aufgelegt. Fehlen diese Markierungen, ist ein Abstand von je  $0,211 \times$  Nennmaß von den Messflächen einzuhalten.

Wird von diesen Lagebedingungen abgewichen, sind gegebenenfalls Korrekturen vorzunehmen.

Das zu kalibrierende Parallelendmaß ist in der Mitte der Messfläche und an den vier Ecken, ungefähr 1,5 mm von den angrenzenden Seitenflächen entfernt anzutasten. Bei Parallelendmaßen über 100 mm Nennmaß können die Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  auch auf andere geeignete Weise (z.B. mit Laserinterferometer) bestimmt werden.

Anmerkung: Zur Zeit sind keine handelsüblichen Messgeräte für lange Parallelendmaße verfügbar, die eine  $f_o - / f_u$ -Messung an den vier Ecken gestatten.

Wird bei Parallelendmaßen mit Nennmaßen über 100 mm nur die Abweichung des Mittenmaßes ermittelt, muss durch weitere Messungen eine Aussage über die Lageabweichung der Messflächen zueinander ermöglicht werden. Dies kann z.B. durch Ermittlung der Abweichungen in einem Teilbereich von ca. 6 mm Durchmesser um den Mittelpunkt der Messflächen erfolgen.

Sind Kalibriergegenstand und Normal aus unterschiedlichen Werkstoffen, so sind die Auswirkungen unterschiedlicher elastischer Verformung beim Antasten, unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten und unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit zu beachten und zu korrigieren.

In Abhängigkeit vom Verwendungszweck der zu kalibrierenden Parallelendmaße, den vorgegebenen Toleranzen und der angestrebten Messunsicherheit werden drei Kalibrieroptionen (Kalibrierumfänge) unterschieden.

### 5.3.1 Vollständige Kalibrierung

Mindestkalibrierumfang bei Einsatz als Bezugnormal höchster Genauigkeit für die Maßübertragung.

- Visuelle Kontrolle nach 5.1.1 / I
- Gegebenenfalls Nacharbeit nach 5.1.1 / II
- Anschubprüfung beider Messflächen nach 5.1.1 / IV  
Bei fabrikneuen Endmaßen ist es zulässig, die Anschubprüfung auf eine angemessene Stichprobe zu reduzieren, deren Umfang in der Arbeitsanweisung festgelegt sein muss.
- Ermittlung der Abweichung  $e_c$  des Mittenmaßes  $l_c$  vom Nennmaß  $l_n$  (min. 3 Antastungen)
- Ermittlung der Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  vom Mittenmaß  $l_c$  (min. 3 Messzyklen),

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b> Kalibrieren von Parallelendmaßen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828E">https://doi.org/10.7795/550.20180828E</a>		DKD-R 4-3 Blatt 3-1	
			Ausgabe:	09/2018
			Revision:	0
			Seite:	7/8

### 5.3.2 Eingeschränkte Kalibrierung

Mindestkalibrierumfang bei Einsatz z. B. als Gebrauchsnormal

- Visuelle Kontrolle nach 5.1.1 / I
- Gegebenenfalls Nacharbeit nach 5.1.1 / II
- Ebenheitsprüfung beider Messflächen (z. B. interferentielle Prüfung nach 5.1.1 / III)
- Ermittlung der Abweichung  $e_c$  des Mittenmaßes  $l_c$  vom Nennmaß  $l_n$  (min. 2 Antastungen)
- Ermittlung der Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  vom Mittenmaß  $l_c$  (min. 2 Messzyklen)

### 5.3.3 Minimalkalibrierung

Mindestkalibrierumfang für gebrauchte Endmaße als Normale mit größerer Messunsicherheit für untergeordnete Zwecke

- Visuelle Kontrolle nach 5.1.1 / I
- Nacharbeit nach 5.1.1 / II
- Ermittlung der Abweichung  $e_c$  des Mittenmaßes  $l_c$  vom Nennmaß  $l_n$  (min. 2 Antastungen)
- Ermittlung der Abweichungen  $f_o$  und  $f_u$  vom Mittenmaß  $l_c$  (min. 2 Messzyklen)

## 5.4 Durchführung der Kalibrierung

Vor der Kalibrierung sind die Parallelendmaße (Normal und Kalibriergegenstand) in der Nähe der Messeinrichtung ausreichend zu temperieren. Die für die angestrebte Messunsicherheit erforderlichen Temperaturbedingungen sind einzuhalten. Bei kleinen Messunsicherheiten kann hierfür die Messung der Temperatur von Kalibriergegenstand und Normal während der Ermittlung der Abweichungen erforderlich sein.

Unter Beachtung der Arbeitsanweisung und der Gebrauchsanleitung der angewendeten Messeinrichtung sind Normal und Kalibriergegenstand wechselweise in Messstellung zu bringen. Aus den Messwerten der Wiederholungsmessungen ist für jeden einzelnen Messpunkt der Mittelwert zu bilden. Die maximale Differenz der Einzelwerte an einem Messpunkt darf einen Betrag nicht überschreiten, der in Abhängigkeit von der angestrebten Messunsicherheit und in Übereinstimmung mit dem Messunsicherheitsbudget in den Arbeitsanweisungen festzulegen ist.

## 6 Messunsicherheit

Die erweiterte Messunsicherheit ist nach DAkKS-DKD-3 (EA-4/02) zu berechnen (siehe Blatt 1 dieser Richtlinie). Messunsicherheitsbeiträge sind im Folgenden beispielhaft für die Ermittlung der Abweichung des Mittenmaßes vom Nennmaß aufgeführt.

- a) Messunsicherheitsbeiträge der Kalibriereinrichtung
- Kalibrierung der verwendeten Normale
  - Längenänderung der Normale (Drift)
  - ungenaue Kenntnis des Längenausdehnungskoeffizienten des Normals
  - mit dem Endmaßmessgerät gemessene Längendifferenz
  - Streuung der Einzelwerte
  - Auflösung der Anzeige

	<b>Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen</b>		DKD-R 4-3 Blatt 3-1	
	Kalibrieren von Parallelendmaßen		Ausgabe:	09/2018
	<a href="https://doi.org/10.7795/550.20180828E">https://doi.org/10.7795/550.20180828E</a>		Revision:	0
			Seite:	8/8

- b) Messunsicherheitsbeiträge des Kalibriergegenstandes
- Beschaffenheit der Messflächen
  - Größe der Abweichungsspanne
  - ungenaue Kenntnis des Längenausdehnungskoeffizienten
  - Antastkorrektur bei unterschiedlichem Werkstoff von Normal und Kalibriergegenstand
- c) Messunsicherheitsbeiträge der Umgebung
- Unsicherheit der Temperaturmessung
  - Abweichung der mittleren Temperatur von Kalibriergegenstand und Normal von der Bezugstemperatur 20 °C
  - Differenz der Temperatur von Kalibriergegenstand und Normal

## 7 Dokumentation der Messergebnisse

Für die unter Abschnitt 5.2 angegebenen Merkmale sind die Ergebnisse der Kalibrierung zu dokumentieren.

Zusätzlich zu den Messergebnissen sind Umfang und Ergebnis der Prüfung der Messflächenbeschaffenheit nach Abschnitt 5.1.1 im Kalibrierschein darzulegen. Wird nur die Abweichung des Mittenmaßes vom Nennmaß angegeben, sind die Werte für  $f_o$  und  $f_u$  bzw. andere Informationen zur Lageabweichung der Messflächen zueinander trotzdem zu archivieren. Die Lage der Parallelendmaße während der Kalibrierung ist anzugeben. Weitere Hinweise sind der Richtlinie DAkkS-DKD-5 zu entnehmen.

## 8 Zitierte Normen

DIN EN ISO 3650 Längennormale - Parallelendmaße