

# Physikalisch- Technische Bundesanstalt



---

**Leitfaden  
DKD-L 13-3**

**Rundung von Ergebnissen und  
Messunsicherheiten in  
Kalibrierscheinen**

---

Ausgabe 11/2021

<https://doi.org/10.7795/550.20211108>



	<p style="text-align: center;">Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20211108">https://doi.org/10.7795/550.20211108</a></p>	DKD-L 13-3	
		Ausgabe:	11/2021
		Revision:	0
		Seite:	2 / 10

## 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: 0531 592-8021

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

	<p style="text-align: center;">Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20211108">https://doi.org/10.7795/550.20211108</a></p>	DKD-L 13-3	
		Ausgabe:	11/2021
		Revision:	0
		Seite:	3 / 10

*Zitiervorschlag für die Quellenangabe:*

*Leitfaden DKD-L 13-3 Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen, Ausgabe 11/2021, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. DOI: 10.7795/550.20211108*

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:

Philip M. Fleischmann, esz AG calibration & metrology, Eichenau  
Sven Friederici, Physikalisch-Technische-Bundesanstalt, Berlin

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

	<p style="text-align: center;">Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20211108">https://doi.org/10.7795/550.20211108</a></p>	DKD-L 13-3	
		Ausgabe:	11/2021
		Revision:	0
		Seite:	4 / 10

## Vorwort

DKD-Leitfäden stellen Empfehlungen zu technischen Fragestellungen dar, die sich im Zusammenhang mit der praktischen Arbeit von akkreditierten Kalibrierlaboratorien ergeben. In den Leitfäden werden Vorgehensweisen beschrieben, die den akkreditierten Kalibrierlaboratorien als Vorbild zur Festlegung interner Verfahren und Regelungen dienen können. DKD-Leitfäden können zum Bestandteil von Qualitätsmanagementhandbüchern der Kalibrierlaboratorien werden. Durch die Anwendung der Leitfäden kann der Stand der Technik auf dem jeweiligen Gebiet in die Laborpraxis Eingang finden. Dies soll einer Vereinheitlichung der Verfahren und einer effizienteren Arbeit in den Kalibrierlaboratorien dienen.

Die DKD-Leitfäden sollen nicht die Weiterentwicklung von Kalibrierverfahren und -abläufen behindern. Abweichungen von Leitfäden bzw. neue Vorgehensweisen sind möglich, wenn fachliche Gründe dafür sprechen.

Der vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen des Fachausschusses *Messunsicherheit* erstellt und vom Vorstand des DKD genehmigt.

	<p style="text-align: center;">Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20211108">https://doi.org/10.7795/550.20211108</a></p>	DKD-L 13-3	
		Ausgabe:	11/2021
		Revision:	0
		Seite:	5 / 10

## Inhaltsverzeichnis

1	Begriffe.....	6
2	Zweck und Geltungsbereich .....	6
3	Schritte beim Runden von Messergebnissen.....	6
4	empfohlene Rundungsregeln .....	7
4.1	Rundestellen von Messunsicherheit und Ergebniswert auswählen.....	7
4.2	Runden nach DIN EN ISO 80000-1:2013 (Anhang B, Regel B).....	7
5	Beispiele .....	8
5.1	Rundung von Absolutangaben (Zahl und Einheit) .....	8
5.2	Relativangaben (einheitenlos).....	8
6	Literaturverzeichnis .....	9

	<b>Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen</b> <a href="https://doi.org/10.7795/550.20211108">https://doi.org/10.7795/550.20211108</a>	DKD-L 13-3	
		Ausgabe:	11/2021
		Revision:	0
		Seite:	6 / 10

## 1 Begriffe

Begriff	Bedeutung	Definition nach
Anzeige	von einem Messgerät oder Messsystem gelieferter Größenwert	VIM [1], 4.1
Ergebniswert	Messwert des Messergebnisses	eigene
Größenwert	Zahlenwert und Referenz, die zusammen eine Größe quantitativ angeben  Beispiel: Länge eines Stabes: 5,34 m oder 534 cm	VIM [1], 1.19
Messergebnis	Ein Messergebnis wird im Allgemeinen als ein einziger Messwert und eine Messunsicherheit ausgedrückt. ...	VIM [1], 2.9, Anmerkung 2
Messwert	Größenwert, der ein Messergebnis repräsentiert	VIM [1], 2.10
Nennwert	gerundeter angenäherter Wert einer charakteristischen Größe eines Messgeräts oder Messsystems, der auf dessen sachgemäßen Gebrauch hinweist	VIM [1], 4.6
Schätzwert einer Eingangsgröße	Messwert, der einer Eingangsgröße als bester Wert zugeschrieben wird und der bei der Ermittlung des Messergebnisses benutzt wird.	DAkS-DKD-3 [9], B11
Stellenpräzision	Anzahl von Ziffern zur approximativen Darstellung einer reellen Zahl als Festkommazahl	eigene

## 2 Zweck und Geltungsbereich

Messergebnisse werden als Messwert und Messunsicherheit ausgedrückt (vgl. deutsche Fassung des Internationalen Wörterbuchs der Metrologie [1], Abschn. 2.9) und sind Bestandteil jeder Kalibrierung. Da eine Darstellung mit unendlicher Stellenpräzision nicht möglich ist, müssen Messergebnisse zwangsläufig gerundet werden. Gleichzeitig ist es erforderlich, die Anzahl der Ziffern des Messwertes des Messergebnisses (Ergebniswert) an die Messunsicherheit anzupassen, um keine Unsicherheit unterhalb ihrer eigentlichen Größenordnung zu suggerieren. Dieser Leitfaden fasst normative Regeln und Richtlinienvorgaben zusammen und liefert praktikable Strategien und Beispiele als Empfehlung für das richtige Runden. Messergebnisse im Sinne dieses Leitfadens sind alle Messwerte mit deren zugeordneter Messunsicherheit, die im Ergebnisbericht eindeutig als solche gekennzeichnet werden. Der Leitfaden beschreibt nicht die Darstellung und Rundung angezeigter Werte (Ablösungen einer Anzeige), Nennwerte oder (berechneter) Zwischen- oder Hilfswerte zur Ermittlung des Messergebnisses.

## 3 Schritte beim Runden von Messergebnissen

Folgende Schritte werden angewandt, um Messergebnisse (beste Schätzwerte und die ihnen zugeordneten Messunsicherheiten) darzustellen, die zuvor mit maximal verfügbarer Gleitkommapräzision berechnet oder dargestellt wurden (sog. ungerundete Messwerte bzw. ungerundete Messunsicherheiten):

	<p style="text-align: center;">Rundung von Ergebnissen und Messunsicherheiten in Kalibrierscheinen <a href="https://doi.org/10.7795/550.20211108">https://doi.org/10.7795/550.20211108</a></p>	DKD-L 13-3	
		Ausgabe:	11/2021
		Revision:	0
		Seite:	7 / 10

1. Rundung der Messunsicherheit auf zwei signifikante Stellen<sup>1</sup> anhand der hier vorgeschlagenen Rundungsregeln
2. Rundung des Messwertes des Messergebnisses (Ergebniswertes) auf die letzte durch die gerundete Messunsicherheit bestimmbare Ziffer (Rundestelle)
3. Angabe des gerundeten Ergebniswertes im Kalibrierschein
4. Angabe der gerundeten Messunsicherheit im Kalibrierschein

## 4 Empfohlene Rundungsregeln

Runden verändert immer den Wert der genauen Zahl. Leitfäden [2], Richtlinien [6] und Normen [3] [4] machen Vorgaben zur Anwendung von Rundungsregeln, die hier zusammengefasst zu einer einheitlichen Vorgehensweise bei der Erstellung von Kalibrierscheinen (Ergebnisberichten) dargestellt werden:

### 4.1 Rundstellen von Messunsicherheit und Ergebniswert auswählen

Im ersten Schritt wird die erweiterte Messunsicherheit des Ergebniswertes gerundet. Dabei ist zu empfehlen, dass immer auf zwei signifikante Stellen gerundet wird. Als signifikant gelten „alle Stellen [...] von der ersten von Null verschiedenen Stelle bis zur Rundestelle“ [3], also die erste von Null verschiedene Stelle und die folgende Ziffer der Messunsicherheit.

Die letzte Stelle der gerundeten Messunsicherheit bestimmt im zweiten Schritt die Rundestelle des Messwertes (Ergebniswertes).

### 4.2 Runden nach DIN EN ISO 80000-1:2013 (Anhang B, Regel B)

Die in Abschnitt 3 dargestellten Schritte erfordern die Rundung des Ergebniswertes und der Messunsicherheit. Es ist dabei empfehlenswert, einheitliche Rundungsregeln zu verwenden. Für messtechnische Größenwerte und Messunsicherheiten hat sich dabei die Rundungsregel gemäß DIN EN ISO 80000-1:2013, Anhang B unter Anwendung der Regel B als praktikabel erwiesen:

„B.2 Wenn nur eine Zahl mit einem ganzzahligen Vielfachen<sup>2</sup> der gegebenen Zahl am nächsten ist, dann wird diese als die gerundete Zahl verwendet.“

„B.3 Wenn zwei aufeinander folgende Zahlen mit ganzzahligen Vielfachen gleichen Abstand von der gegebenen Zahl haben, sind zwei verschiedene Regeln in Gebrauch.  
Regel B: Die Zahl mit dem betragsmäßig größeren Vielfachen wird als die gerundete Zahl ausgewählt.“

Diese beiden Regeln sind beispielsweise in handelsüblichen Tabellenkalkulationsprogrammen implementiert und entsprechen dem sog. „kaufmännischen Runden“.

Das Runden ist ausschließlich auf das Messergebnis anzuwenden, um ein mehrfaches Runden zu vermeiden. Runden ist dabei stets in nur einem Schritt durchzuführen.

<sup>1</sup> Eine geringere Anzahl von Stellen der gerundeten Unsicherheit wird unter Einbeziehung von EA 4/02-S9.14 Absatz 3 [7] und DAkkS-DKD-3:2010-Abs. 6.3 [9] nicht als empfehlenswert angesehen, da dann die Rundeabweichung mehr als 5 % betragen kann. Eine höhere Anzahl von Stellen ist gemäß [2] Abs. 7.2.6 nicht zulässig.

<sup>2</sup> Das Vielfache bezieht sich auf den Rundstellenwert der gegebenen Zahl. „B.1 Runden bedeutet, den Wert einer gegebenen Zahl durch eine andere Zahl, *gerundete Zahl* genannt, zu ersetzen, ausgewählt aus der Folge von Zahlen mit ganzzahligen Vielfachen eines gewählten Rundstellenwertes“ (DIN EN ISO 80000-1:2013), d. h. Produkte aus ganzer Zahl und Rundstellenwert. Siehe dazu die Beispiele im Anhang B der Norm.

## 5 Beispiele

### 5.1 Rundung von Absolutangaben (Zahl und Einheit)

Bestimmung der Ausgangsspannung einer 1 V-Quelle mit einem Spannungsmessgerät oder Digitalmultimeter (DMM). Ermittelt wird die Abweichung der Quelle vom Nominalwert.

Nennwert der Quelle:  $N = 1 \text{ V}$   
 Messwert<sup>3</sup>:  $M = 1,0054321 \text{ V}$   
 Ergebniswert<sup>4</sup>:  $E = 0,0054321 \text{ V}$   
 ungerundete Unsicherheit:  $U = 0,00012499 \text{ V}$

1. Rundung der Messunsicherheit auf zwei signifikante Stellen:

$$U_{\text{gerundet}} = 0,00012 \text{ V} \quad (\text{Rundestellenwert } 0,00001 \text{ V})$$

2. Rundung des Ergebniswertes auf die Rundestelle:

$$E_{\text{gerundet}} = 0,00543 \text{ V}$$

3. Angabe von Messwert, Ergebniswert und Messunsicherheit im Kalibrierschein

			Messergebnis
Nennwert	Messwert	Abweichung	erweiterte Messunsicherheit
1 V	1,0054321 V	0,00543 V	0,00012 V

### 5.2 Relativangaben (einheitenlos)

Bestimmung der Ausgangsspannung einer 5 V-Quelle mit einem Spannungsmessgerät oder Digitalmultimeter (DMM). Ermittelt wird die relative Abweichung des Messwerts der Quelle vom Nominalwert.

Nennwert:  $N = 5 \text{ V}$   
 Messwert<sup>3</sup>:  $M = 5,00054521 \text{ V}$   
 Ergebniswert<sup>5</sup>:  $E = 109,0301111 \cdot 10^{-6}$   
 ungerundete relative Unsicherheit<sup>6</sup>:  $U = 24,99527447 \cdot 10^{-6}$

1. Rundung der relativen (einheitenlosen) Messunsicherheit auf zwei signifikante Stellen:

$$U_{\text{gerundet}} = 25 \cdot 10^{-6} \quad (\text{Rundestellenwert } 1 \cdot 10^{-6})$$

2. Rundung des relativen (einheitenlosen) Ergebniswertes auf die Rundestelle:

$$E_{\text{gerundet}} = 109 \cdot 10^{-6}$$

<sup>3</sup> Mittelwert der Anzeige des DMM

<sup>4</sup> Der Ergebniswert sei in diesem Beispiel definiert als die Abweichung vom Nominalwert  $E = M - N$

<sup>5</sup> Der Ergebniswert sei in diesem Beispiel definiert als die relative Abweichung vom Nominalwert bezogen auf den Nominalwert

$$E = \frac{M-N}{N}$$

<sup>6</sup> bezogen auf den Messwert



### 3. Angabe von Messwert, Ergebniswert und Messunsicherheit im Kalibrierschein

Nennwert	Messwert	Messergebnis	
		rel. Abweichung	rel. erweiterte Messunsicherheit
5 V	5,00054521 V	$109 \cdot 10^{-6}$	$25 \cdot 10^{-6}$

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Internationales Wörterbuch der Metrologie, Deutsch-englische Fassung ISO/IEC-Leitfaden 99:2007, Korrigierte Fassung 2012, 4. Auflage 2012, Herausgeber DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Beuth Verlag GmbH, Berlin - Wien - Zürich
- [2] JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM, 2008
- [3] DIN 1333: Zahlenangaben, Beuth-Verlag Berlin, 1999
- [4] DIN EN ISO 80000-1: Größen und Einheiten - Teil 1: Allgemeines (ISO 80000-1:2009 + Cor 1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 80000-1, 2013, Beuth Verlag GmbH, Berlin-Wien-Zürich
- [5] ISO/IEC Guide 98-3: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) 2008, ISO, Geneva, CH
- [6] NIST-GLP 9: Good Laboratory Practice for Rounding Expanded Uncertainties and Calibration Values - Rev. Jan. 2016, <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.6969-2019>
- [7] EA-4/02 M: 2013 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration, EA, September 2013 rev 01;  
EA-4/02 M: 2013 Ermittlung der Messunsicherheit bei Kalibrierungen (Deutsche Übersetzung), Übersetzung vom 01.08.2019, DAkkS
- [8] ILAC-P14:01/2013 - ILAC Policy for Uncertainty in Calibration, International Laboratory Accreditation Cooperation, 2013
- [9] DAkkS-DKD-3 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, 1. Neuaufgabe 2010



Herausgeber:

**Physikalisch-Technische Bundesanstalt**  
Deutscher Kalibrierdienst  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

[www.dkd.eu](http://www.dkd.eu)  
[www.ptb.de](http://www.ptb.de)