

Physikalisch- Technische Bundesanstalt



DKD

**Leitfaden
DKD-L 4-1**

**Prüfwertunsicherheit in der
Konformitätsbewertung**

Ausgabe 04/2024

<https://doi.org/10.7795/550.20240412>



	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	2 / 20

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

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	3 / 20

Zitiervorschlag für die Quellenangabe:

Leitfaden DKD-L 4-1 Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung, Ausgabe 04/2024, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. DOI: 10.7795/550.20240412

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:

Jonathan Herweg, DIMETEC GmbH, Gevelsberg;
Michael Schaller, Braunschweig;
Andreas Charles Böck, esz AG calibration & metrology, Eichenau;
Kevin Herz, Kessler QMP GmbH, Friedewald;
André Künkler, GTÜ Prüfmittelservice GmbH, Stuttgart;
Ernst Wiedenmann, Serious Enterprises, Aalen;
Michael Wolf, PTB, Braunschweig;
Katy Klauenberg, PTB Berlin, Arbeitsgruppe 8.42;
Christian Müller-Schöll, Mettler-Toledo International Inc., Greifensee, Schweiz;
Christian Sander, Testo Industrial Services GmbH, Kirchzarten.

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

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	4 / 20

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 dafürsprechen.

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

Der Inhalt dieses Dokumentes stammt größtenteils aus Beratungen im Zeitraum von April 2021 bis April 2023 der Mitglieder folgender Gremien und Arbeitsgruppen:

- DKD-Fachausschuss *Länge*
- DKD-Fachausschuss *Messunsicherheit*
- DKD-Geschäftsstelle
- DIN NA 152-03-02-07 UA
- PTB Fachbereich 5.3 *Koordinatenmesstechnik*
- PTB Fachbereich 5.4 *Interferometrie an Maßverkörperungen*
- PTB Arbeitsgruppe 8.42 *Datenanalyse und Messunsicherheit*

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	5 / 20

Inhaltsverzeichnis

1	Zweck und Geltungsbereich.....	6
2	Einleitung.....	6
3	Kalibrierung und Prüfung von messtechnischen Merkmalen.....	6
3.1	Prüfung.....	6
3.2	Kalibrierung.....	7
3.3	Verifizierung.....	7
3.4	Abgrenzung zwischen Kalibrieren und Prüfen nach DIN EN ISO 14978:2019-06....	8
3.5	Messunsicherheit.....	9
3.6	Konformitätsaussage.....	10
3.7	Prüfwertunsicherheit.....	10
3.7.1	Ermittlung der Prüfwertunsicherheit.....	11
4	Bewertung von Anforderungen unter Anwendung einer Entscheidungsregel auf Basis der Prüfwertunsicherheit.....	12
4.1	Verifikation eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 unter Berücksichtigung der MPE-Werte gemäß Anhang B.....	12
4.2	Kalibrierung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03.....	13
4.3	Konformitätsbewertung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 unter Berücksichtigung der MPE-Werte gemäß Anhang B.....	13
4.4	Ermittlung des Risikos einer falschen Konformitätsaussage bei der Bewertung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 unter Berücksichtigung der MPE-Werte gemäß Anhang B.....	14
4.5	Sicherstellung der metrologischen Rückführbarkeit der Ergebnisse einer Kalibrierung nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03.....	14
4.6	Metrologische Rückführbarkeit der ermittelten Messwerte bei der Kalibrierung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03.....	15
5	Mögliche Darstellung im Kalibrierschein bei der Anwendung der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 Anhang B.....	16
6	Zusammenfassung.....	17
7	Literaturverzeichnis.....	18

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	6 / 20

1 Zweck und Geltungsbereich

Der vorliegende Leitfaden soll den Unterschied zwischen Prüfwertunsicherheit und Messunsicherheit nach den GUM (Guide to the expression of uncertainty in measurements) Dokumenten [1-6] herausstellen und die Folgen dieses Unterschieds für die Anwendung bei der Bestimmung der Konformität mit Spezifikationen verdeutlichen. Die grundlegenden Aussagen sind ausdrücklich nicht beschränkt auf einzelne Messgrößen oder die Anwendung im Rahmen von Akkreditierungen.

2 Einleitung

Die metrologische Rückführbarkeit (siehe Kap 2.41 in [7]) von Messergebnissen ist von wesentlicher Bedeutung für die Konsistenz und Vergleichbarkeit von Messergebnissen. Sie stellt im speziellen eine Anforderung an Laboratorien gemäß Kap. 6.5 der DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 [8] dar und schafft damit Vertrauen in die Ergebnisse von Konformitätsbewertungsstellen wie z. B. akkreditierte Kalibrierlaboratorien. Aber auch in der Industrie und Forschung ist der Nachweis der metrologischen Rückführbarkeit von Messergebnissen der eingesetzten Messmittel Bestandteil vieler Qualitätsmanagementsysteme und Regelwerke wie zum Beispiel der DIN EN ISO 9001:2015 [9], IATF 16949:2016 [10] oder DIN EN ISO 13485:2021 [11].

Die nationale und internationale Anerkennung von Messergebnissen ist eine wesentliche Voraussetzung, um Produkte und Dienstleistungen entsprechend der zugesagten Eigenschaften abzuliefern. Die Ermittlung, Bewertung und Bestätigung, ob eine Messeinrichtung festgelegten Anforderungen (Akzeptanzkriterien) entspricht, erfolgt i. d. R. dabei über den Prozess der Konformitätsbewertung (siehe Kap 4.1 in [12]). Dies kann auf Basis von Kalibrierungen oder Prüfungen erfolgen. Die Aussage zur Konformität in den entsprechenden Berichten muss dabei auf Grundlage einer vorgegebenen oder vereinbarten Entscheidungsregel basieren (siehe Kap 7.8.6 in [8]). Die Entscheidungsregel beschreibt gemäß Kap 3.7 in [8] wie die Messunsicherheit zu berücksichtigen ist, wenn Aussagen zur Konformität getroffen werden. Dadurch ist die Konformitätsaussage im Rahmen einer Kalibrierung stets mit dem Messergebnis verknüpft.

In einigen Regelwerken für die Annahme- und Überwachungsprüfungen von Messeinrichtungen wird das Konzept der „Prüfwertunsicherheit“ oder „test value uncertainty“ bei der Bewertung der Konformität als Bestandteil der Entscheidungsregel verwendet. Inwieweit sich die Prüfwertunsicherheit von der Messunsicherheit unterscheidet und welche Konsequenzen sich daraus für die Konformitätsaussage ergeben, soll in diesem Leitfaden erörtert werden.

3 Kalibrierung und Prüfung von messtechnischen Merkmalen

Anwender von Messeinrichtungen sind für den bestimmungsgemäßen Gebrauch und die Ermittlung der relevanten messtechnischen Merkmale verantwortlich. Messtechnische Merkmale von Messgeräten und Maßverkörperungen können z. B. durch eine Kalibrierung unter Ermittlung von Referenzwerten oder über eine Überwachungsprüfung (hier nur Prüfung) zusammen mit einer Aussage zur Konformität ermittelt werden (siehe Kap. 6.1.4 in [13]). In beiden Labortätigkeiten werden i. d. R. Messungen durchgeführt, jedoch sind die Zielstellung und die metrologische Aussage unterschiedlich.

3.1 Prüfung

Gemäß DIN EN ISO/IEC 17000:2020-09 Kap 6.2 wird die Prüfung definiert als „Ermittlung eines oder mehrerer Merkmale an einem Gegenstand der Konformitätsbewertung nach einem Verfahren“ [12]. Der Gegenstand der Konformitätsbewertung bezeichnet in diesem Leitfaden

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	7 / 20

ein Objekt (z. B. Messgerät oder Maßverkörperung), für das festgelegte Anforderungen gelten (siehe Kap 4.2 in [12]). Das verwendete Verfahren beschreibt die festgelegte Art und Weise, eine Tätigkeit oder einen Prozess auszuführen (siehe Kap 5.2 in [12]). Der Zweck der Prüfung ist somit die Untersuchung von messtechnischen Eigenschaften der Messgeräte oder Maßverkörperungen.

3.2 Kalibrierung

Die Kalibrierung wird als „Tätigkeit, die unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Beziehung zwischen den durch Normale zur Verfügung gestellten Größenwerten mit ihren Messunsicherheiten und den entsprechenden Anzeigen mit ihren beigeordneten Messunsicherheiten herstellt und in einem zweiten Schritt diese Information verwendet, um eine Beziehung herzustellen, mit deren Hilfe ein Messergebnis aus einer Anzeige erhalten wird.“ (siehe ISO/IEC Leitfaden 99: 2007-12 Kap 2.39 [14]) definiert. Die Kalibrierung stellt den Zusammenhang zwischen den Eingangsgrößen, die durch Normale (Referenzeinrichtungen) zur Verfügung gestellt werden, und den Ausgangsgrößen des entsprechenden Kalibriergegenstandes her. Das Ergebnis einer Kalibrierung setzt sich stets aus dem Messwert einschließlich der beigeordneten Messunsicherheit zusammen. Unter der Voraussetzung der Einhaltung einer ununterbrochenen metrologischen Rückführungskette auf ein nationales oder internationales Normal, lassen sich die erzielten Kalibrierergebnisse auf das Internationale Einheitensystem (SI) zurückführen, wodurch wiederum die Weitergabe der Einheit der Messgröße mit Hilfe der kalibrierten Messeinrichtung ermöglicht wird (weitere Voraussetzungen für die metrologische Rückführbarkeit sind in ILAC-P10:07/2020 [15] dargestellt). Durch den Nachweis der metrologischen Rückführbarkeit werden Messergebnisse vergleichbar und valide.

3.3 Verifizierung

Die Verifizierung nach Kap 6.6 aus DIN EN ISO/IEC 17000:2020-09 [12] bezeichnet die „Bestätigung der Wahrheitsmäßigkeit durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass festgelegte Anforderungen erfüllt werden“ (siehe auch Kap 2.44 in [14]). Mit dem Bezug zu den Labortätigkeiten beschreibt die Verifizierung das „Erbringen eines objektiven Nachweises, dass eine Betrachtungseinheit die spezifizierten Anforderungen erfüllt“ (siehe Kap 3.8 in [8]). Dazu zählt insbesondere auch die Tätigkeit zur Bestätigung, dass messtechnische Merkmale eines Messsystems erfüllt werden.

In einigen Regelwerken zur Geometrischen Produktspezifikation (GPS) wird die Abfolge von Aktionen zur Vorbereitung, Messung, mathematischen Auswertung und Entscheidungsfindung nach einer Prüfanweisung als Verifikationsprüfung oder nur kurz als Prüfung bezeichnet [siehe Kap 3.1 in [16]].

Hinweis zum Begriff „Verifikation“:

Der Begriff Verifikation ist kein eigenständiger Begriff der Konformitätsbewertung nach DIN EN ISO/IEC 17000:2020-09 [12]. Der gebräuchliche englische Begriff „verification“ sollte mit Verifizierung übersetzt werden. Die Verifikation nach [13] bezieht sich aus dem Kontext auf die Prüfung als Ermittlung der Prüfwerte und die Verifizierung als Tätigkeit zum Nachweis der Einhaltung von festgelegten Anforderungen.

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	8 / 20

3.4 Abgrenzung zwischen Kalibrieren und Prüfen nach DIN EN ISO 14978:2019-06

Die international gültige Norm in ihrer deutschen Fassung DIN EN ISO 14978:2019-06 Geometrische Produktspezifikation (GPS) „Allgemeine Grundsätze und Anforderungen für GPS-Messeinrichtungen“ [13] unterteilt die Ermittlung von messtechnischen Merkmalen von Messeinrichtung in zwei mögliche Verfahren:

1. Kalibrierung: Ermittlung von Referenzwerten
2. Verifikation: Messung der Prüfwerte zur Bestimmung der Konformität

Obwohl die messtechnische Durchführung der Kalibrierung und der Prüfung am Beispiel einer Längenmessmaschine sehr ähnlich sein können, sind die Ziele und Aussagen unterschiedlich. In Abbildung 1 werden beide Methoden mit ihren Unterschieden dargestellt. In beiden Fällen müssen kalibrierte Referenzeinrichtungen für die messtechnische Untersuchung eingesetzt werden. Der obere Pfad beschreibt die Kalibrierung. Als Beispiel kann die Kalibrierung einer horizontalen Längenmessmaschine (Einkoordinatenmessgerät) dienen. Dabei wird die Messabweichung durch den Vergleich mit kalibrierten Maßverkörperungen wie z. B. Parallelendmaßen ermittelt. Die dem Kalibrierergebnis beigeordnete Messunsicherheit berücksichtigt alle relevanten Einflussgrößen wie z. B. die Kalibrierunsicherheit der Parallelendmaße, die Wiederholpräzision, die Parallelitäts- und Ebenheitsabweichungen der Messflächen, die im Rahmen der Kalibrierung ermittelt werden können, sowie der Einfluss der Umgebungsbedingungen. Diese Informationen zur Messabweichung und der beigeordneten Messunsicherheit im Kalibrierschein sind die Grundlage der metrologischen Rückführbarkeit (siehe Kap 2.41 in [14]). Dadurch ist die Weitergabe der SI-Einheit der Länge möglich. Dies bedeutet, dass die Längenmessmaschine als Referenzeinrichtung für z. B. die Kalibrierung von Leerringen genutzt werden kann oder aber als Einrichtung für die Prüfung und Verifizierung der Einhaltung der Spezifikation von Prüfstiften. Das Ziel der Kalibrierung ist die Herbeiführung der metrologischen Rückführbarkeit.

Der Nachweis der Einhaltung festgelegter Anforderungen an das Längenmessgerät (z. B. Herstellerspezifikation) ist kein notwendiger Bestandteil der Kalibrierung. Basierend auf den Kalibrierergebnissen ist allerdings eine anschließende Konformitätsaussage möglich.

Im zweiten Fall (Prüfung) wird nach einer festen Prüfanweisung basierend auf den Messwerten die Konformität des Längenmessgeräts gegenüber den z. B. herstellerspezifischen oder normativen Grenzwerten nachgewiesen. Dazu werden wiederum Referenzeinrichtungen wie kalibrierte Parallelendmaße eingesetzt und unterschiedliche messtechnische Merkmale des Längenmessgeräts wie z. B. Messabweichung, Wiederholbarkeit, Ebenheits- und Parallelitätsabweichung nach einem festgelegten Prüfvorgang ermittelt. Das Ergebnis einer Prüfung nach DIN EN ISO 14978:2019-06 ist die Dokumentation des Prüfergebnisses sowie die Bewertung der Konformität basierend auf den Prüfergebnissen. Dieser Prozess wird als Verifikation bezeichnet. Die festgelegten Anforderungen, die der Bewertung zu Grunde liegen, basieren z. B. auf normativ vorgegebenen Grenzwerten oder den Herstellerspezifikationen. Das Ziel der Prüfung nach DIN EN ISO 14978:2019-06 ist die Bestätigung der Einhaltung der Spezifikation.

Die bestandene Prüfung des Längenmessgeräts stellt für sich allein keinen Nachweis der metrologischen Rückführbarkeit der mit diesem Messgerät erzielten Messwerte dar. Es ist daher nicht per se als Referenzeinrichtung für Kalibrierungen oder Prüfungen geeignet.

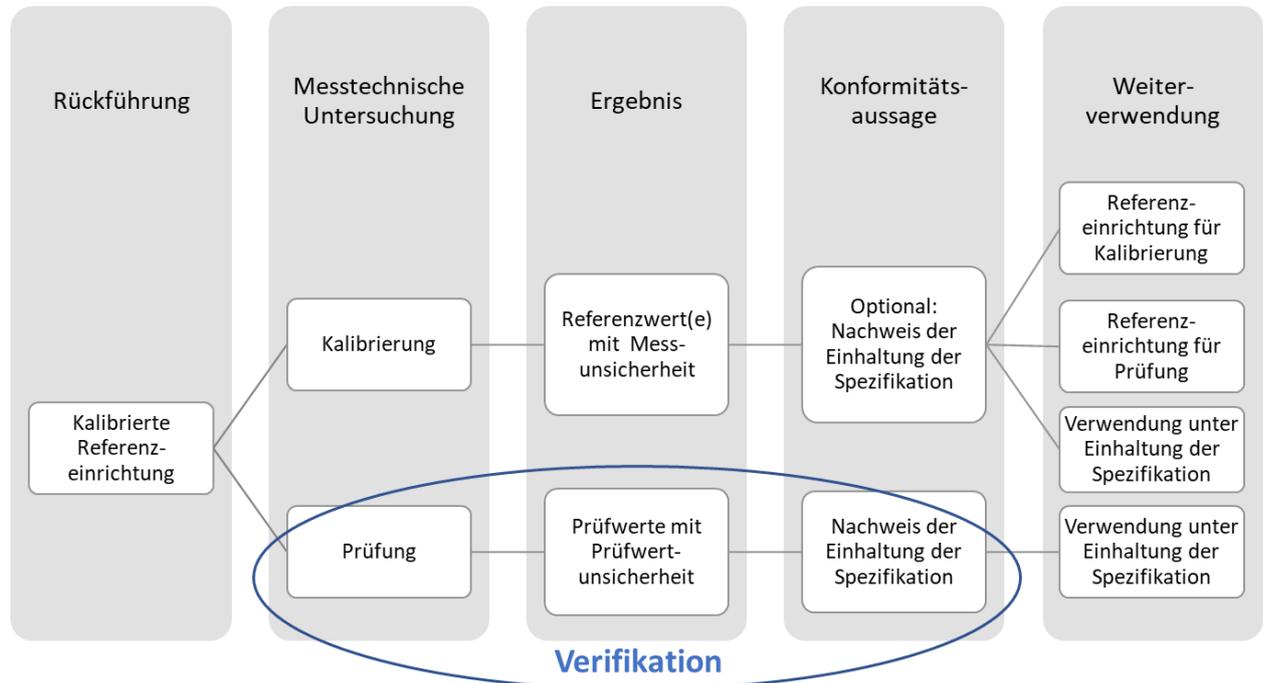


Abbildung 1: Ablauf der Kalibrierung und Prüfung. Die Verifikation nach DIN EN ISO 14978:2019-06 umfasst neben der Prüfung zur Ermittlung des Prüfergebnisses auch die Entscheidung über die Einhaltung der Spezifikation.

3.5 Messunsicherheit

Messungen liefern keine exakten Werte, da jede Messung von einer Vielzahl unterschiedlichster Einflussgrößen abhängt, deren Kenntnis nie vollkommen ist oder sein kann. Aus der Definition der Messunsicherheit geht hervor, dass der wahre Wert eine Messgröße stets unbekannt ist und mit einer festgelegten Überdeckungswahrscheinlichkeit innerhalb eines Intervalls um den Messwert liegt. Die Grenzen dieses Intervalls werden i. d. R. auf Basis der Messunsicherheit festgelegt. Damit ist die Messunsicherheit ein quantitatives Maß, um die Qualität und die Verlässlichkeit des Messergebnisses einzuschätzen. Die Angabe eines Messergebnisses ist nur dann vollständig, wenn es sowohl den durch die Messung zugewiesenen Wert (Messwert) der Messgröße als auch die mit dieser Zuweisung verbundene Messunsicherheit enthält (siehe Kap 2.1 aus [17]). Die Messunsicherheit ist ein „nicht-negativer Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die der Messgröße auf der Grundlage der benutzten Informationen beigeordnet ist“ (siehe Kap 2.26 aus [14]).

Die Berechnung der Messunsicherheit erfolgt i. d. R. nach dem international anerkannten ISO/BIPM Leitfaden „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM, [1-6]) mit dem Ziel, Messergebnisse weltweit vergleichbar zu machen. Danach sind alle auf die Messgröße wirkenden relevanten Einflüsse zu berücksichtigen und mithilfe eines mathematischen Modells, das den Messprozess beschreibt, zu einer kombinierten Messunsicherheit zusammenzufassen. Somit setzt sich die Messunsicherheit immer aus einzelnen Unsicherheitsbeiträgen zusammen, die u. a. der Referenz (dem Normal), dem Messverfahren und dem Messobjekt beigeordnet werden können. Bei der Angabe der Messunsicherheit in Ergebnisberichten von akkreditierten Kalibrierlaboratorien ist der GUM die verbindliche Grundlage zur Ermittlung der Messunsicherheit. Danach wird die erweiterte Messunsicherheit U durch die Multiplikation der kombinierten Standardunsicherheit u mit einem Erweiterungsfaktor k nach $U = k \cdot u$ berechnet. Der Erweiterungsfaktor k hängt von der Wahrscheinlichkeitsverteilung der

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	10 / 20

Ausgangsgröße des Modells der Messung und der gewählten Überdeckungswahrscheinlichkeit ab.

In diesem Dokument wird mit U die erweiterte Messunsicherheit mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von etwa 95 % bezeichnet. Somit beschreibt die erweiterte Messunsicherheit ein Intervall um den besten Schätzwert der Messung, in dem mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 95 % der wahre Wert der Messgröße zu finden ist. Bei einer Normalverteilung entspricht dies einem Erweiterungsfaktor von $k = 2$.

Die Berechnung und Darstellung der Messunsicherheit nach GUM ermöglicht also die Aussage, dass der Messwert in einer bestimmten Relation zum nicht ermittelbaren wahren Wert steht.

3.6 Konformitätsaussage

Die Konformitätsaussage bezeichnet die Bestätigung, dass festgelegte Akzeptanzkriterien erfüllt werden. Im Falle von Messeinrichtungen werden oft die ermittelten Messergebnisse verwendet, um zu entscheiden, ob z. B. Grenzwerte (Spezifikationsgrenzen bzw. Toleranzen), die ein Intervall zulässiger Werte definieren, eingehalten werden. Liegt der wahre Wert der Messgröße innerhalb der Toleranzgrenzen, so gilt er als konform, andernfalls als nicht konform zur Spezifikation.

Allerdings lässt sich der wahre Wert der Messgröße nicht ermitteln. Die Konformitätsaussage basiert hier auf den ermittelten (unsicherheitsbehafteten) Messergebnissen, wodurch immer das Risiko besteht, dass die Konformität fehlerhaft beurteilt wird. Über die Angabe der erweiterten Messunsicherheit, die den Wertebereich eingrenzt, in welchem der wahre Wert zu etwa 95 % Wahrscheinlichkeit liegt, lässt sich allerdings das Risiko der fehlerhaften Bewertung berechnen.

Gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 Kap.7.8.6 [8] ist daher bei Aussagen zur Konformität die Anwendung und Dokumentation einer Entscheidungsregel erforderlich. Die Entscheidungsregel beschreibt dabei „wie die Messunsicherheit berücksichtigt wird, wenn Aussagen zur Konformität mit einer festgelegten Anforderung getätigt werden“ (siehe DIN EN ISO/IEC 17025:2018 Kap. 3.7 [8]).

Weitere Informationen zum Konzept der Entscheidungsregeln in der Konformitätsbewertung sowie Anwendungsbeispiele für Kalibrier- und Prüflaboratorien bietet z. B. ILAC-G8:09/2019 [18].

3.7 Prüfwertunsicherheit

In einigen Regelwerken für die Annahme- und Überwachungsprüfungen von Messeinrichtungen wird das Konzept der „Prüfwertunsicherheit“ oder „test value uncertainty“ bei der Bewertung der Konformität mit festgelegten Spezifikationen verwendet (siehe z. B. DIN EN ISO 10360-2:2010-06 [19], DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20]). Die anzuwendende Entscheidungsregel erfolgt standardmäßig gemäß der Regelung nach ISO 14253-1 [21], sollte keine Vorgabe die Spezifikation begleiten. Zusätzlich wird gefordert, dass anstelle der Messunsicherheit die Prüfwertunsicherheit bezogen auf dem Prüfwert bei der Bestimmung der Konformität zur berücksichtigen ist (siehe DIN EN ISO 14253-5:2016-12 [15]). In der DIN EN ISO 14253-1:2018-07 [21] wird allerdings eine Prüfwertunsicherheit nicht erwähnt. Da die Prüfwertunsicherheit mit der Messunsicherheit nach GUM, die Teil des Messergebnisses ist, nicht verwechselt werden darf, ist die Anforderung der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] nicht klar und somit nicht widerspruchsfrei umsetzbar. Es ist aber davon auszugehen, dass es

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	11 / 20

die Intention der Autoren der Norm DIN EN ISO 10360-2:2010-06 [19] ist, die Prüfwertunsicherheit *anstelle* der Messunsicherheit zu verwenden.

Entsprechend ist bei der Dokumentation von angewendeten Entscheidungsregeln in Ergebnisberichten darauf zu achten, ob eine Prüfwertunsicherheit oder eine Messunsicherheit nach GUM, so wie es die DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 [8] vorsieht, berücksichtigt wurde.

3.7.1 Ermittlung der Prüfwertunsicherheit

Bei der Kalibrierung eines Messschiebers besteht das Messergebnis aus der Bestimmung der Anzeigeabweichung des Messschiebers zu dem bekannten Wert einer Maßverkörperung und der beigeordneten Messunsicherheit nach GUM. Die Messunsicherheit berücksichtigt alle relevanten Einflussgrößen, die mit der Referenz und dem Messprozess inklusive Messschieber verbunden sind.

Die Prüfwertunsicherheit quantifiziert die Genauigkeit des Prüfwertes und „ist kein Maß für die Leistung des zu prüfenden anzeigenden Messgerätes“ [16]. Welche Einflussgrößen hingegen bei der Prüfwertunsicherheit zu berücksichtigen sind, hängt von der zugrundeliegenden Prüfvorschrift ab. Die DIN EN ISO 14253-5:2016-12 [16] enthält Leitlinien zur Ermittlung der Prüfwertunsicherheit.

Zudem bietet der Anhang D in DIN EN ISO 14978:2019-06 [13] zusätzlich Informationen zur Berücksichtigung von Einflussgrößen der Prüfwertunsicherheit, die hier kurz vorgestellt werden sollen:

Allgemein in der Prüfwertunsicherheit eingeschlossene Einflussgrößen

- Verwendete Referenzeinrichtung
 - Unsicherheit in Bezug auf den metrologisch rückführbaren Wert der Referenzeinrichtung (üblicherweise im Kalibrierschein enthalten)
 - Schwankung in Bezug auf die Repräsentation des Referenznormals (z. B. Drift)

Allgemein in der Prüfwertunsicherheit nicht eingeschlossene Einflussgrößen

- Zu prüfende Messeinrichtung
 - Schwankungen in Bezug auf die Qualität der geprüften Messeinrichtung (z. B. Wiederholpräzision, mechanische Genauigkeit)
 - Auflösung der zu prüfenden Messeinrichtung

Zulässige Prüfsituationen

Wenn eine zulässige Prüfsituation als ein Bereich oder Intervall definiert ist, z. B. ein zulässiger Temperaturbereich von 18 °C bis 22 °C, dann werden alle Schwankungen innerhalb der zulässigen Prüfsituation nicht als Beiträge zur Prüfwertunsicherheit berücksichtigt.

Wenn die zulässige Prüfsituation als exakter Wert definiert ist (z. B. genau 20 °C), dann müssen alle Beiträge, die mit notwendigen Korrekturen verbunden sind, bei der Prüfwertunsicherheit berücksichtigt werden (z. B. Unsicherheit der Temperaturmessung, Unsicherheit des Produkts aus thermischem Ausdehnungskoeffizienten und thermisch wirksamer Länge).

Anwendereinflüsse

Wenn die Prüfvorschrift einen angemessenen qualifizierten Anwender (Prüfer) als zulässige Prüfsituation vorgibt, dann werden Unsicherheitsbeiträge, die dem Anwender zuzuordnen sind (z. B. Messkraft, Ablesefehler) **nicht** als Beiträge zur Prüfwertunsicherheit berücksichtigt (dies

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	12 / 20

ist in den Regelwerken für die Annahme- und Überwachungsprüfungen von Messeinrichtungen beschrieben). Entsprechend der Anforderung aus DIN EN ISO/IEC 17025:2018 dürfen nur kompetente Prüfer die Konformitätsbewertungstätigkeit durchführen.

Durch die Nicht-Berücksichtigung von Einflussgrößen wie z. B. den Beiträgen der zu prüfenden Messeinrichtung oder des Prüfers, ist die Prüfwertunsicherheit stets kleiner als die Messunsicherheit nach GUM.

Allein das Prüfergebnis (bestehend aus Prüfwert und Prüfwertunsicherheit) liefert damit im Gegensatz zum Messergebnis (bestehend aus Messwert und Messunsicherheit) keinen Bereich, in dem der wahre Wert der Messgröße mit einer definierten Überdeckungswahrscheinlichkeit liegt. Die Risiken fehlerhafter Konformitätsentscheidungen in Bezug auf den wahren Wert der Messgröße bzw. die wahre Anzeigeabweichung können somit nicht aus der Prüfwertunsicherheit berechnet werden. Dazu wird zwingend die Messunsicherheit benötigt.

4 Bewertung von Anforderungen unter Anwendung einer Entscheidungsregel auf Basis der Prüfwertunsicherheit

In diesem Kapitel werden konkrete Anforderungen an die Kalibrierung und Prüfung von Messeinrichtungen dahingehend bewertet, inwiefern sie auf Basis einer Prüfwertunsicherheit erfüllt werden können. Diese Beispiele sollen dabei helfen, eine einheitliche Kommunikation und Anwendung der Prüfwertunsicherheit zu gewährleisten. Bei den Beispielen werden die Anforderungen der Norm DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [10] herangezogen. Die dargestellte Bewertung lässt sich auch auf andere Normen und Regelwerke zur Verifikation von Messeinrichtungen unter Verwendung der Prüfwertunsicherheit übertragen.

4.1 Verifikation eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 unter Berücksichtigung der MPE-Werte gemäß Anhang B

Gemäß Kap 2.44 im ISO/IEC Leitfaden 99:2007-12 [14] handelt es sich bei einer Verifikation um das Erbringen eines objektiven Nachweises, dass eine Betrachtungseinheit (hier: Eigenschaften der Messschieber) die spezifizierten Anforderungen erfüllt. In dem betrachteten Fall stellt die DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] die spezifizierte Anforderung dar. In Anhang B wird neben den MPE-Werten die einfache Annahme oder Zurückweisung als Entscheidungsregel für den Nachweis der Konformität oder Nichtkonformität festgelegt unter der Voraussetzung, dass für den Messfähigkeitsindex C_m gilt: $C_m \geq 4$. Insofern kann die Verifikation auf der Grundlage einer Prüfwertunsicherheit erfolgen.

Ergänzender Hinweis: In der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 wird verlangt, dass der Messfähigkeitsindex C_m auf Basis der Prüfwertunsicherheit, anstelle der Messunsicherheit berechnet wird. Diese Vorgehensweise entspricht sicherlich nicht der ursprünglichen Intention des JCGM 106 [4], stellt aber aus Sicht der Autoren keine unzulässige Forderung dar. Da der Messfähigkeitsindex C_m jedoch im ursprünglichen Sinn (und insbesondere auch gemäß seiner Definition in ISO/TR 14253-6:2012) auf Basis der Standardmessunsicherheit u (und nicht mit einer Prüfwertunsicherheit) berechnet wird zu $C_m = \frac{T}{4u}$ (mit dem Toleranzintervall T), besteht hier die Gefahr von Fehlinterpretationen. Eine begriffliche Klarstellung wäre hier wünschenswert, wenn nicht sogar notwendig.

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	13 / 20

4.2 Kalibrierung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03

Das in der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] beschriebene Prüfverfahren zur Überprüfung der messtechnischen Merkmale eines Messschiebers kann ebenfalls als Basis für eine Kalibrierung dienen. DIN EN ISO 13385-1:2020-03 Kapitel 6.2 [20] bezeichnet die Messunsicherheit, die einem Prüfwert beigeordnet ist, als Prüfwertunsicherheit, und sieht diese als Basis der Entscheidungsregel vor. Gemäß den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 Kap. 7.8.4 „Besondere Anforderungen an Kalibrierscheine“ muss die Messunsicherheit des Messergebnisses dokumentiert werden [8]. Die Ermittlung der Messunsicherheit nach GUM [1-6] ist also im Rahmen einer Kalibrierung zwingend erforderlich und muss entsprechend im Ergebnisbericht dokumentiert werden. Die alleinige Angabe der Prüfwertunsicherheit erfüllt diese Anforderung nicht.

4.3 Konformitätsbewertung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 unter Berücksichtigung der MPE-Werte gemäß Anhang B

Gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 [8] gelten im Wesentlichen folgende Anforderungen für die Dokumentation der Konformitätsaussage durch ein Laboratorium:

- 1) „7.1.3 Wenn der Kunde für die Prüfung oder die Kalibrierung eine Aussage zur Konformität bezüglich einer Spezifikation oder Norm verlangt (z. B. bestanden/nicht bestanden, innerhalb der Toleranz/außerhalb der Toleranz), müssen die Spezifikation bzw. Norm sowie die Entscheidungsregel eindeutig definiert sein. Sofern sie nicht in der angeforderten Spezifikation bzw. Norm enthalten ist, muss die gewählte Entscheidungsregel dem Kunden mitgeteilt und mit diesem abgestimmt werden.“
- 2) „7.8.6.1 Wenn eine Aussage zur Konformität zu einer Spezifikation oder Norm gemacht wird, muss das Laboratorium die angewandte Entscheidungsregel dokumentieren. Dabei ist das Risiko (wie eine falsche Annahme, eine falsche Zurückweisung und falsche statistische Annahmen), das mit der angewandten Entscheidungsregel verbunden ist, zu berücksichtigen und die Entscheidungsregel anzuwenden.“
„ANMERKUNG Wenn die Entscheidungsregel vom Kunden, in Vorschriften oder in normativen Dokumenten vorgegeben wird, ist eine weitere Berücksichtigung des Risikos nicht erforderlich.“

Im betrachteten Fall stellt die DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] die Grundlage für die Entscheidungsregel zur Konformitätsaussage dar. In Anhang B ist mit der einfachen Annahme oder Zurückweisung unter der Voraussetzung, dass für den Messfähigkeitsindex C_m gilt: $C_m \geq 4$ (siehe ergänzenden Hinweis Kapitel 4.1), die Entscheidungsregel eindeutig definiert. Somit werden die Forderungen aus 7.1.3 vollständig erfüllt.

Da die Entscheidungsregel in der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] und somit in einem normativen Dokument vorgegeben wird, entfällt die Forderung zur Angabe des Risikos gemäß Anmerkung zu 7.8.6.1.

Die Konformitätsaussage kann somit auf Basis der Entscheidungsregel der einfachen Annahme oder Zurückweisung erfolgen. Diese Vorgehensweise wird unter anderem im ILAC-G8:09/2019 in Kap. 5.1 erörtert [18]: „Fälle, in denen in Prüfnormen die typische Messunsicherheit bei der Festlegung von Toleranzgrenzen berücksichtigt wurde, und die Akzeptanzgrenze daraufhin mit der Toleranzgrenze übereinstimmt.“ (deutsche Übersetzung aus Leitlinien zu Entscheidungsregeln und Konformitätsaussagen).

Die Prüfwertunsicherheit geht hierbei als Nebenbedingung bei der Ermittlung des Messfähigkeitsindex C_m (siehe ergänzender Hinweis Kapitel 4.1) ein, ersetzt aber ansonsten nicht die

Messunsicherheit. Bei Konformitätsbewertungen muss die Messunsicherheit bekannt sein und dokumentiert werden (siehe Kap 4.2), auch wenn diese nicht direkt in die Ermittlung der Konformitätsaussage eingeht.

4.4 Ermittlung des Risikos einer falschen Konformitätsaussage bei der Bewertung eines Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 unter Berücksichtigung der MPE-Werte gemäß Anhang B

In dem betrachteten Fall basiert das spezifische Risiko gemäß ILAC-G8:09/2019 [18] auf Messungen eines einzelnen Gegenstands. Das spezifische Risiko einer falschen Konformitätsaussage (bezogen auf die wahre Anzeigeabweichung des vorliegenden Messschiebers bei einer definierten Länge) entspricht hierbei, wie bei allen auf Messungen basierenden Konformitätsaussagen, der Wahrscheinlichkeit, dass der angenommene Gegenstand nicht konform ist (schraffierter Bereich in Abb. 2, aus Kap 3.3.13 in [4]).

Es besteht die Möglichkeit, auf Basis einer Prüfwertunsicherheit ein Risiko einer falschen Aussage zu ermitteln. Allerdings beschreibt diese genannte Möglichkeit nicht das Risiko, dass die Konformitätsaussage in Bezug auf die Abweichung der Anzeige vom wahren Wert des vorliegenden Messschiebers bei einer definierten Länge falsch ist. Dafür müssen alle relevanten Einflussgrößen berücksichtigt werden und nicht nur diejenigen, die in der Prüfwertunsicherheit Eingang finden.

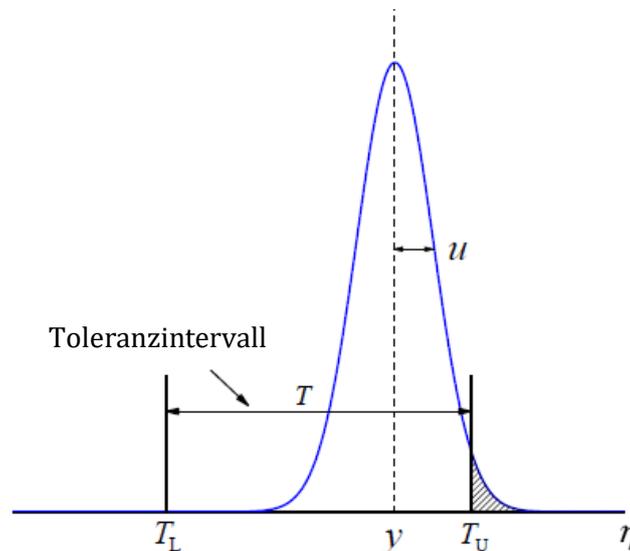


Abbildung 2: Das Wissen über die Messgröße Y (die messbare Eigenschaft von Interesse; z. B. die Abweichung der Anzeige zum wahren Wert des vorliegenden Messschiebers bei einer definierten Länge) nach einer Messung wird durch eine Normalverteilung mit dem besten Schätzwert y und zugehöriger Standardunsicherheit u dargestellt. Konforme Werte für die Messgröße Y liegen innerhalb des zweiseitigen Toleranzintervalls. Der schattierte Bereich außerhalb des Toleranzintervalls gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass der Gegenstand nicht der Spezifikation entspricht. Quelle der Abbildung: [4] Figure 5.

4.5 Sicherstellung der metrologischen Rückführbarkeit der Ergebnisse einer Kalibrierung nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03

Gemäß DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 Anhang A.2 [8] wird die metrologische Rückführbarkeit durch Sicherstellung von folgenden Faktoren erreicht:

- a) der Angabe der Messgröße (Größe, die gemessen wird);

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	15 / 20

- b) einer dokumentierten ununterbrochenen Kette von Kalibrierungen, die bis auf die angegebenen und geeigneten Referenzen zurückgehen (geeignete Referenzen umfassen nationale oder internationale Normale und intrinsische Normale);
- c) dass die Messunsicherheit für jeden Schritt in der Rückführungskette nach vereinbarten Verfahren ermittelt wird;
- d) dass jeder Schritt der Kette nach geeigneten Verfahren, mit den Messergebnissen und mit den beigeordneten, aufgezeichneten Messunsicherheiten durchgeführt wird;
- e) dass Laboratorien, die einen oder mehrere Schritte in der Kette durchführen, ihre technische Kompetenz nachweisen.

Die Anforderung a) wird aufgrund des in der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] beschriebenen Prüfverfahrens erfüllt.

Die Anforderung b) wird erfüllt, da die DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] kalibrierte Normale vorschreibt.

Die Anforderungen c) und d) werden erfüllt, wenn die mit dem Messergebnis verbundene Messunsicherheit bei der Kalibrierung des Messschiebers nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] angegeben ist. Gemäß Kap. 4.2 erfüllt die alleinige Angabe der Prüfwertunsicherheit diese Anforderung nicht.

Anforderung e) wird im Allgemeinen erfüllt, wenn die Kalibrierung durch ein akkreditiertes Kalibrierlaboratorium durchgeführt wird.

Da der Nachweis der metrologischen Rückführbarkeit der Messergebnisse eine Grundvoraussetzung für die Erfüllung der Anforderungen der DIN EN ISO/ IEC 17025:2018 (z. B. bei einer Akkreditierung als Kalibrierlaboratorium) darstellt, ist die alleinige Angabe der Prüfwertunsicherheit nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 [20] nicht ausreichend.

4.6 Metrologische Rückführbarkeit der ermittelten Messwerte mit einem nach DIN EN ISO 13385-1:2020-03 kalibrierten Messschieber

Diese Anforderung ist für Stellen essenziell, die einen Messschieber z. B. bei der Konformitätsbewertung einsetzen (die Kunden eines Kalibrierlaboratoriums).

Häufig wird die Anforderung erfüllt, indem eine interne Prüfanweisung in Verbindung mit einer Prüfprozesseignungsuntersuchung (z. B. gem. VDA Band 5) angewendet wird. Auch hierbei müssen jedoch die in Kapitel 4.5 genannten Faktoren „a)“ bis „e)“ erfüllt werden. In Hinblick auf die Prüfwertunsicherheit soll an dieser Stelle insbesondere der Punkt d) aus Kap. 4.5 betrachtet werden. Eine Sicherstellung der restlichen Punkte aus Kap. 4.5 wird vorausgesetzt.

Da in DIN EN ISO 13385-1:2020-03 Anhang B [20] die einfache Annahme oder Zurückweisung als Entscheidungsregel vorgegeben ist, muss die Messunsicherheit **aus dem Kalibrierschein** des Messschiebers (die Prüfwertunsicherheit kann an dieser Stelle nicht verwendet werden!) bei der Ermittlung der Messunsicherheit **bei der Anwendung** des Messschiebers explizit berücksichtigt werden. Zusätzlich müssen die zulässigen Fehlergrenzen (MPE) des verwendeten Messschiebers berücksichtigt werden, wenn die Prüfanweisung jeden kalibrierten Messschieber für die Messung zulässt. Alternativ muss die (aus dem Kalibrierschein) bekannte Anzeigeabweichung korrigiert werden.

Eine Prüfwertunsicherheit kann somit auch nicht direkt für die Prüfprozesseignung gemäß VDA Band 5 herangezogen werden. Um Uneindeutigkeit und Verwechslungen zu vermeiden, sollte die Prüfwertunsicherheit nicht unter den Messergebnissen in einem Kalibrierschein aufgeführt werden. Wenn die Angabe der Prüfwertunsicherheit gewünscht ist, kann dies als separate Angabe oder Tabelle erfolgen.

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	16 / 20

5 Mögliche Darstellung im Kalibrierschein bei der Anwendung der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 Anhang B

Im Folgenden werden beispielhaft Messergebnisse für die Kalibrierung eines Messschiebers bis 150 mm dargestellt. Die Konformitätsaussage wurde auf Kundenwunsch gemäß der DIN EN ISO 13385-1:2020-03 Anhang B [20] getroffen.

Beispiel: Messschieber 0 bis 150 mm DIN 13385-1:2020 Form A Skalenteilung 0,05 mm

Merkmal / Bezeichnung	Bemerkung	Bewertung
Sichtprüfung		i.O.
Funktionsprüfung		i.O.

Merkmal / Bezeichnung	Sollwert	MPE	Istwert	Erweiterte Messunsicherheit	Einheit	Bewertung
Länge	0,00	±0,05	0,00	0,030	mm	i.O.
Länge (außen)	30,00	±0,05	29,95	0,031	mm	i.O.
Länge (Mitte)	30,00	±0,05	30,00	0,031	mm	i.O.
Länge (innen)	30,00	±0,05	30,00	0,031	mm	i.O.
Länge (außen)	41,30	±0,05	41,30	0,032	mm	i.O.
Länge (innen)	41,30	±0,05	41,35	0,032	mm	i.O.
Länge (außen)	131,41	±0,10	131,45	0,034	mm	i.O.
Länge (innen)	131,41	±0,10	131,50	0,034	mm	i.O.
Innenmessung	4,00	±0,05	4,10	0,031	mm	n.i.O.
Innenmessung	25,01	±0,05	25,05	0,031	mm	i.O.
Tiefenmessung	41,30	±0,05	41,45	0,032	mm	n.i.O.
Stufenmessung	41,30	±0,05	41,30	0,032	mm	i.O.

Die ermittelten Messergebnisse beziehen sich auf den vorliegenden Kalibriergegenstand.

Die Spezifikationsgrenzen und die Entscheidungsregel wurden aus der DIN EN ISO 13385-1:2020 Anhang B entnommen.

Die Entscheidungsregel basiert auf einer einfachen Annahme bzw. einer einfachen Zurückweisung unter Berücksichtigung der Prüfwertunsicherheit nach DIN EN ISO 14253-5:2016-12.

Der Messfähigkeitsindex C_m (gemäß DIN EN ISO 13385-1:2020 berechnet auf Basis der Prüfwertunsicherheit) wurde zu $C_m \geq 4$ ermittelt.

Konformitätsentscheid: **nicht in Ordnung**

Messunsicherheit

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit U , die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 M: 2022 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von etwa 95 % im zugeordneten Werteintervall.

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	17 / 20

6 Zusammenfassung

Die Prüfwertunsicherheit beschreibt eine dem Prüfwert zugeordnete Unsicherheit bei der Durchführung von Prüfungen, die z. B. der Verifikation von Messeinrichtungen dienen können. Die Prüfwertunsicherheit schließt gemäß DIN EN ISO 14978:2019-06 [13], Anhang D in der Regel keine Einflüsse der geprüften Messeinrichtung (inkl. deren Auflösung) ein. Abhängig von der zulässigen Prüfsituation werden auch noch weitere Einflüsse ausgeschlossen. Im Gegensatz zur Messunsicherheit ist die Prüfwertunsicherheit daher kein Maß für die Qualität der ermittelten Messwerte. Die metrologisch bedeutende Schlussfolgerung, dass Messergebnisse unter der Angabe der Messunsicherheit vergleichbar (im Sinne von VIM Kap 2.46 [7]) sind, trifft für eine Prüfwertunsicherheit demnach nicht zu. Die Prüfwertunsicherheit ist, anders als die Messunsicherheit nach GUM [1-6], kein Bestandteil des Kalibrierergebnisses. Auf alleiniger Basis der Angabe der Prüfwertunsicherheit lässt sich auch kein Nachweis der metrologischen Rückführbarkeit der Messergebnisse erbringen.

Die Prüfwertunsicherheit kann folglich nicht als Ersatz für die Messunsicherheit betrachtet werden. Sie kann jedoch auch im Rahmen von Kalibrierungen eine sinnvolle Ergänzung darstellen. So findet z. B. über die Nebenbedingung des Messfähigkeitsindex $C_m \geq 4$ eine Limitierung der höchstzulässigen Prüfwertunsicherheit auch bei Vorgabe der einfachen Annahme oder Zurückweisung als Entscheidungsregel statt. Dadurch wird gewährleistet, dass nur geeignete Referenznormale und Umgebungsbedingungen (sofern als zulässige Prüfsituation exakte Umgebungsbedingungen definiert sind) angewandt werden bzw. vorherrschen.

Ergänzender Hinweis:

In der Praxis sollte die Prüfwertunsicherheit immer explizit als solche benannt werden, da ansonsten die Gefahr besteht, dass sie mit der Messunsicherheit verwechselt wird. Ein Beispiel hierfür ist die folgende, in DIN EN ISO 13385-1 [20] gewählte Formulierung:

„Wie in ISO 14253-5 angegeben, werden alle Schwankungen in den Prüfwerten, die mit dem geübten Umgang des Anwenders mit dem Messschieber verbunden sind, generell nicht als mitwirkende Beiträge in die Messunsicherheit eingeschlossen.“

Wäre hier tatsächlich die Messunsicherheit gemeint, wäre diese Aussage schlicht falsch. Aus dem Kontext ergibt sich jedoch, dass hier nicht die Messunsicherheit, sondern tatsächlich die Prüfwertunsicherheit gemeint ist. In diesem Fall ist die Aussage gemäß DIN EN ISO 14978:2019-06 [13], Anhang D zutreffend.

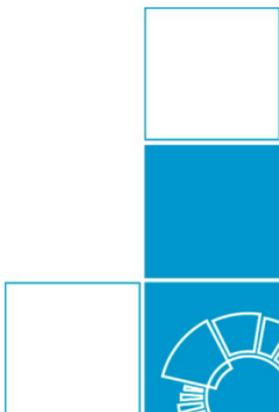
	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	18 / 20

7 Literaturverzeichnis

- [1] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Evaluation of measurement data "Guide to the expression of uncertainty in measurement". Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 100:2008.
- [2] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Evaluation of measurement data - Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" - Propagation of distributions using a Monte Carlo method. Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 101:2008.
- [3] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Evaluation of measurement data - Supplement 2 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" - Extension to any number of output quantities. Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 102:2011.
- [4] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Evaluation of measurement data - The role of measurement uncertainty in conformity assessment. Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 106:2012.
- [5] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Guide to the expression of uncertainty in measurement - Part 1: Introduction. Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM GUM-1:2023
- [6] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. Guide to the expression of uncertainty in measurement - Part 6: Developing and using measurement models. Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM GUM-6:2020.
- [7] BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP, and OIML. International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM). Joint Committee for Guides in Metrology, JCGM 200:2012. (3rd edition).
- [8] DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03 (2018): Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, Beuth-Verlag, Berlin, 2018
- [9] DIN EN ISO 9001:2015-11 (2015): Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen, Beuth-Verlag, Berlin, 2015
- [10] IATF 16949:2016-10 (2016): Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme für die Serien- und Ersatzteilproduktion in der Automobilindustrie, Beuth-Verlag, Berlin, 2016
- [11] DIN EN ISO 13485-1:2021:12 (2021): Medizinprodukte - Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen für regulatorische Zwecke, Beuth-Verlag, Berlin, 2021
- [12] DIN EN ISO/IEC 17000:2020-09 (2020):Konformitätsbewertung - Begriffe und allgemeine Grundlagen, Beuth-Verlag, Berlin, 2020
- [13] DIN EN ISO 14978:2019-06 Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Allgemeine Grundsätze und Anforderungen für GPS-Messeinrichtungen
- [14] ISO/IEC Leitfaden 99:2007 Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM), 4. überarbeitete Auflage 2012
- [15] ILAC-P10:07/2020 ILAC Policy on Metrological Traceability of Measurement Results
- [16] DIN EN ISO 14253-5:2016-12 Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen - Teil 5: Unsicherheit bei der Verifikationsprüfung von anzeigenden Messgeräten
- [17] EA-4/02 M:2022 Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration; Deutsche Übersetzung vom 31.08.2022, DAkkS
- [18] ILAC-G8:09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity

	Prüfwertunsicherheit in der Konformitätsbewertung https://doi.org/10.7795/550.20240412	DKD-L 4-1	
		Ausgabe:	04/2024
		Revision:	0
		Seite:	19 / 20

- [19] DIN EN ISO 10360-2:2010-06 Geometrische Produktspezifikation (GPS) -
Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) -
Teil 2: KMG angewendet für Längenmessungen
- [20] DIN EN ISO 13385-1:2020-03 Geometrische Produktspezifikation (GPS) -
Längenmessgeräte - Teil 1: Konstruktionsmerkmale und messtechnische Merkmale
von Messschiebern
- [21] DIN EN ISO 14253-1:2018-07 Geometrische Produktspezifikationen (GPS) -
Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen - Teil 1:
Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit
Spezifikationen



Herausgeber:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Deutscher Kalibrierdienst
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

www.dkd.eu
www.ptb.de