



Messunsicherheit in akkreditierten Kalibrierlaboratorien

Dr. rer. nat. Martin Czasko
Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
Abteilung 5 Metrologie
Braunschweig



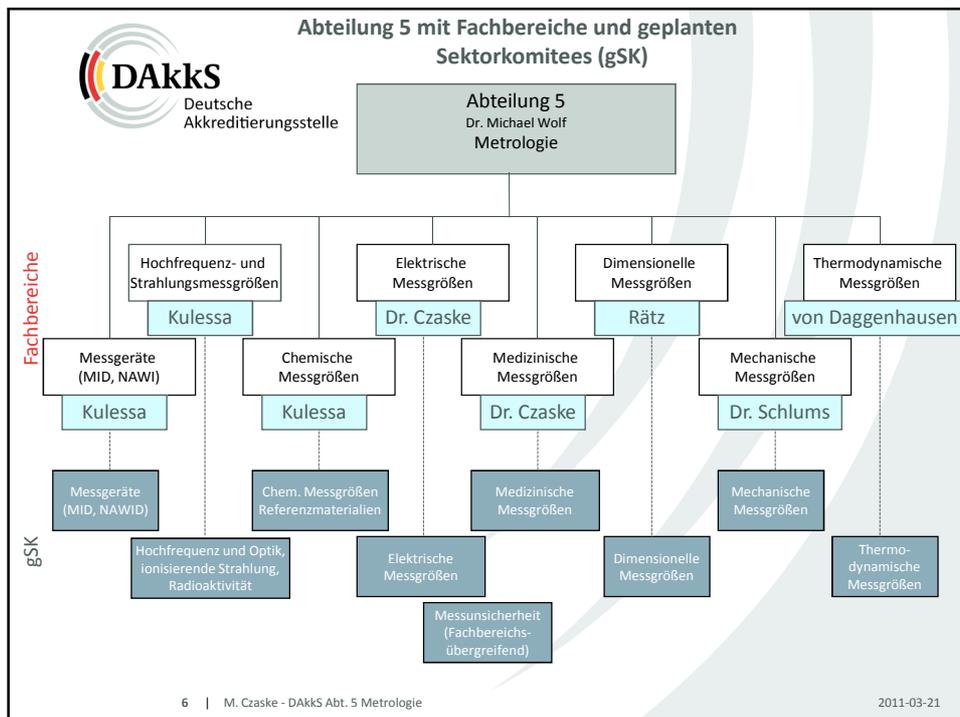
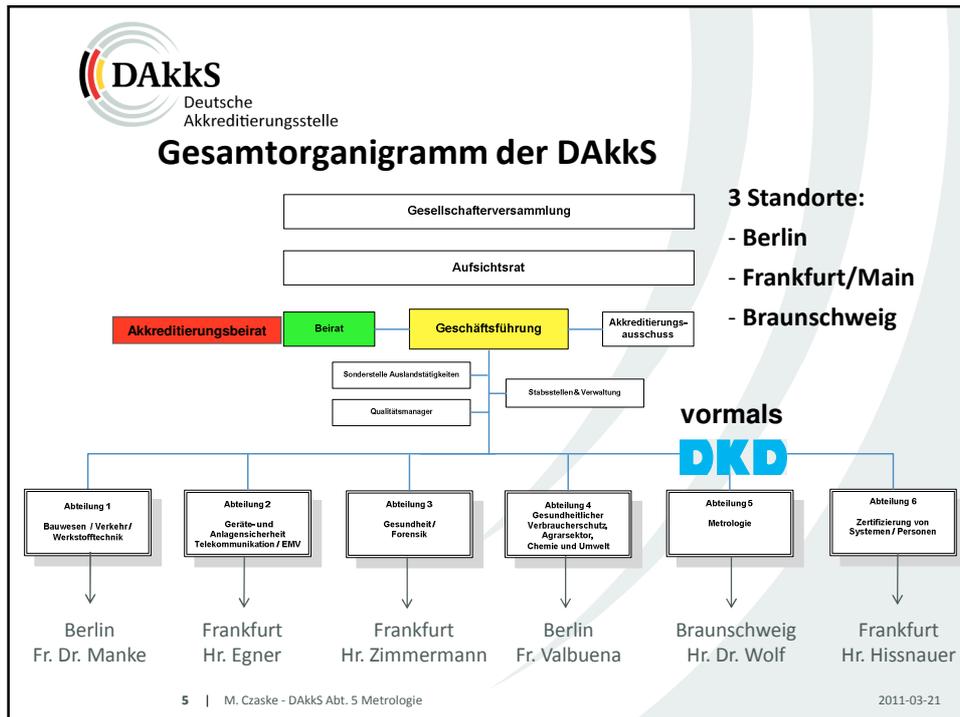
Inhalt

1. Einleitung
2. Regeln, Grundsätze zur Messunsicherheitsberechnung
3. Kleinste angebbare Messunsicherheit
4. Kalibrierschein
5. Vergleichsmessungen
6. Ausblick
7. Anhang mit Literaturhinweisen

1. Einleitung

Gründung der DAkkS

- Verschmelzung von TGA / DAP / DACH zur DGA GmbH im Sept. 2009
- Gründung der DAkkS als GmbH (zunächst 100% Bund) im Okt. 2009
- Überführung des DKD in die DAkkS am 17. Dez. 2009
- Verschmelzung von DAkkS und DGA GmbH am 23. Dez. 2009
 - Gesellschafter zunächst:
zwei Drittel Bund / ein Drittel BDI
- Bestellung von zunächst zwei Geschäftsführern
- Aufnahme der Tätigkeit Januar 2010



DAkkS Sektorkomitee - Zusammensetzung

- Ein SK besteht aus mindestens fünf Mitgliedern, die von der Geschäftsführung der DAkkS für 3 Jahre benannt werden; eine Wiederbenennung ist zulässig.
- Die Mitglieder sollen sich ausgewogen aus fachkompetenten Vertretern/innen der Behörden der Länder und des Bundes sowie aus Wissenschaft, Wirtschaft und aus dem Kalibrier-, Prüf- und Zertifizierungswesen zusammensetzen.

Zukunft der DKD-Fachausschüsse

- Voraussichtlich 9 Sektorkomitees – je eins pro Fachbereich der Abt. 5 und ein übergreifendes für den Bereich **Messunsicherheit** für Abt. 5
- Fortbestand der DKD-Fachausschüsse unter der Schirmherrschaft der PTB,
- fachliche und organisatorische Betreuung durch die PTB,
- PTB als Mitglied bei EURAMET e.V. fungiert als Bindeglied zwischen der nationalen und europäischen Ebene, z.B. bei der Erstellung von Kalibrierrichtlinien (vgl. PTB news 3/2010)



Aufgaben der Abteilung 5

- Akkreditierung auf dem Gebiet der Kalibrierung und Metrologie
- Begutachtung von Benannten Stellen nach MID (2004/22/EG) und NAWID (2009/23/EG), die Benennungen führt das BMWi durch

Fortsetzung der Tätigkeiten, die der DKD ausübte,
Zusammenarbeit mit der PTB



Akkreditierung: Definition

DIN EN ISO/IEC 17000 : 2005, 5.6

Bestätigung (5.2) durch eine dritte Stelle, die formal darlegt, dass eine **Konformitätsbewertungsstelle** (2.5) die **Kompetenz** besitzt, bestimmte Konformitätsbewertungsaufgaben durchzuführen.



Die DAkkS bietet Akkreditierungen folgender Konformitätsbewertungsstellen an:

- Kalibrierlaboratorien
- Prüflaboratorien
- Medizinische Laboratorien
- Inspektionsstellen
- Produktzertifizierungs-Stellen
- Managementzertifizierungs-Stellen
- Personenzertifizierungs-Stellen
- Anbieter von Eignungsprüfungen (Ringversuchsanbieter)
- Referenzmaterialhersteller



Normen für Akkreditierungen

- Laboratorien:
DIN EN ISO/IEC 17025:2005 Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien
- Anbieter von Eignungsprüfungen:
DIN EN ISO/IEC 17043:2010 Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Eignungsprüfungen
- Akkreditierungsstellen:
DIN EN ISO/IEC 17011:2004 Konformitätsbewertung – Allgemeine Anforderungen an Akkreditierungsstellen, die Konformitätsbewertungsstellen akkreditieren



Ziel der Begutachtung z.B. eines Kalibrierlaboratoriums

Kalibrierlaboratorium für die vorgesehenen Kalibrieraufgaben kompetent?

d. h.

- technische Kompetenz
- QM-System
- Arbeitsweise ist dokumentiert
- Arbeitsweise stimmt mit der Dokumentation überein

Erfüllt das Kalibrierlaboratorium die Akkreditierungskriterien der DAkkS auf Basis der DIN EN ISO/IEC 17025 bezüglich des beantragten Akkreditierungsumfangs?



Kalibrierung I

2.39 (6.11) * Kalibrierung

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

ANMERKUNG 1 Das Ergebnis einer Kalibrierung kann in Form einer Angabe, einer Kalibrierfunktion, eines **Kalibrierdiagramms**, einer **Kalibrierkurve** oder einer Kalibriertabelle ausgedrückt werden. In einigen Fällen kann sie aus einer additiven oder multiplikativen **Korrektion** der Anzeige mit der beigeordneten Messunsicherheit bestehen.

ANMERKUNG 2 Kalibrierung sollte nicht mit **Justierung eines Messsystems** verwechselt werden, das [die] oft fälschlicherweise "Selbst-Kalibrierung" genannt wird, und auch nicht mit **Verifizierung** der Kalibrierung.

* VIM 2008: Internationales Wörterbuch der Metrologie - Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen

Anzeige

Größenwert geliefert durch:

1. Messgerät
 - 1.1 anzeigendes Messgerät
 - 1.1.1 visuell anzeigendes Messgerät
 - 1.2 Maßverkörperung
2. Messsystem

Kalibrierung (DIN 1319-1 Abschn. 4.10) I

Ermitteln des Zusammenhangs zwischen Messwert oder Erwartungswert der **Ausgangsgröße** und dem zugehörigen wahren oder **richtigen Wert** der als **Eingangsgröße** vorliegenden Messgröße für eine betrachtete **Messeinrichtung** bei vorgegebenen Bedingungen.

Kalibrierung (DIN 1319-1 Abschn. 4.10) II

Erläuterung und Ergänzung dazu:

- Der richtige Wert der Messgröße wird dabei durch einen vom Normal angezeigten oder verkörperten Messwert repräsentiert.
- Diesem und den Messwerten ist eine Messunsicherheit zugeordnet.
- Das Langzeitverhalten von Messgeräten muss bei ihrer Kalibrierung nicht berücksichtigt werden.
- Schlussfolgerungen aus dem Kalibrierergebnis einschließlich der Festlegung des Zeitpunktes einer Nachkalibrierung des Gerätes obliegen dem Anwender.

Metrologische Rückführbarkeit I [Messtechnische Rückführung]

VIM (JCGM 200:2008):

- 2.40 Kalibrierhierarchie
- 2.41 metrologische Rückführbarkeit [messtechnische Rückführung]
- 2.42 metrologische Rückführungskette
- 2.43 metrologische Rückführbarkeit auf eine Einheit

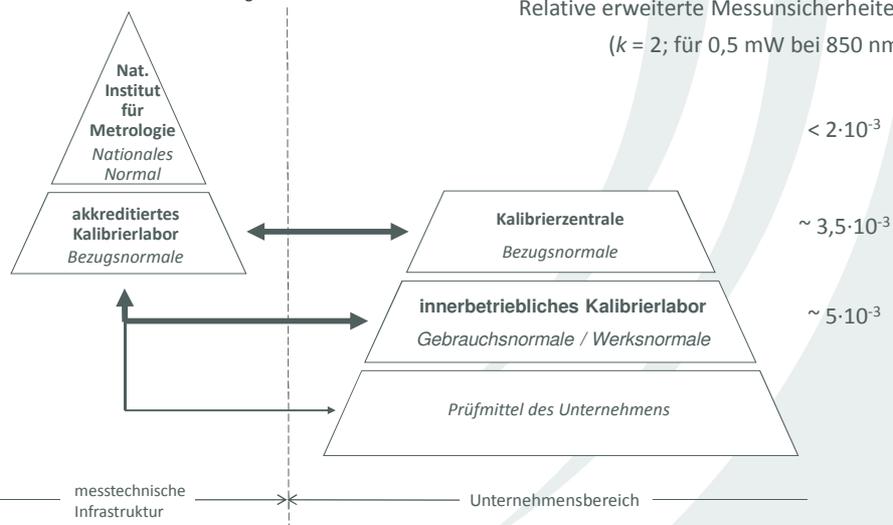
Metrologische Rückführbarkeit II

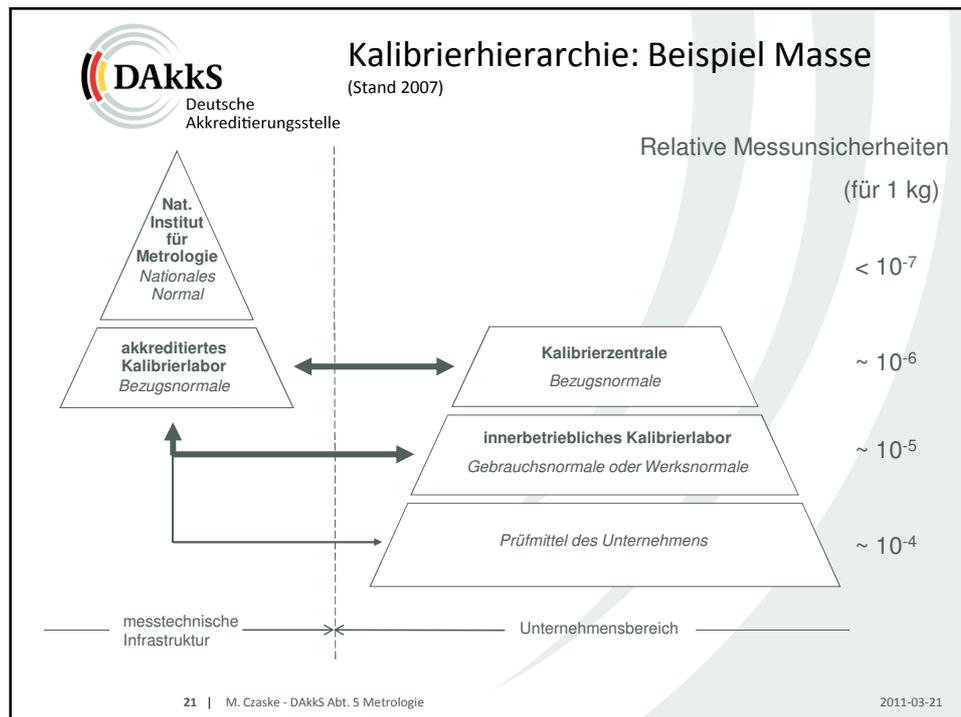
VIM (JCGM 200:2008) para. 2.41

Eigenschaft eines **Messergebnisses**, wobei das Ergebnis durch eine dokumentierte, ununterbrochene Kette von **Kalibrierungen**, von denen jede zur **Messunsicherheit** beiträgt, auf eine Referenz bezogen werden kann

Kalibrierhierarchie

z.B. spektrale Strahlungsleistung, Empfänger
Relative erweiterte Messunsicherheiten
($k = 2$; für 0,5 mW bei 850 nm)





DAkKS
Deutsche
Akkreditierungsstelle

Elemente der messtechnischen Rückführung

- Bezug auf SI-Einheiten
- ununterbrochene Kette von Vergleichen (Kalibrierungen)
- Feststellung der Messunsicherheiten in jeder Stufe der Rückführungskette
- dokumentierte und anerkannte Verfahren
- Kompetenz der Kalibrierlaboratorien
- Rekalibrierungen in angemessenen Abständen

weitere Informationen: DAkKS-DKD-4 (EA-4/07)

22 | M. Czaska - DAkKS Abt. 5 Metrologie 2011-03-21

Messtechnische Rückführung im Kalibrierlaboratorium

- Übersicht über die extern zu kalibrierenden Normale:
 - Messgröße/Kalibriergegenstand aus Kalibrierumfang
 - zugeordnete Normale
 - Art der kalibrierenden Stelle
 - Rekalibrierfristen („Kalibrierintervalle“)
- Mindestanforderungen an die Kalibrierung der Normale:
Anzahl und Lage der Messpunkte, maximale
Messunsicherheiten (Messunsicherheitsbudget !) usw.

Messunsicherheit

Kennwert,

- der dem Messergebnis beigeordnet ist und
- der die Weite des Bereiches derjenigen Werte charakterisiert, die - entsprechend der vorliegenden experimentellen Information - der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden können.

[nach GUM und DAkkS-DKD-3, nicht wörtlich]

Definition: Messunsicherheit

VIM 2008

2.26 (3.9)

Messunsicherheit

Unsicherheit

nichtnegativer Parameter, der die Streuung der **Werte** kennzeichnet, die der **Messgröße** auf der Grundlage der benutzten Information beigeordnet ist

2. Grundsätze und Regeln zur Messunsicherheitsberechnung



Kalibrieren - Prüfen: Messunsicherheit in ISO/IEC 17025

5.4.6 Schätzung [Ermittlung] der Messunsicherheit

5.4.6.1 Ein **Kalibrierlaboratorium** oder ein **Prüflaboratorium**, das **interne Kalibrierungen** durchführt, muss über ein Verfahren zur Schätzung der Messunsicherheit für alle Kalibrierungen und alle Arten von Kalibrierungen verfügen und dieses anwenden.

5.4.6.2 **Prüflaboratorien** müssen über Verfahren für die Schätzung der Messunsicherheit verfügen und diese anwenden. **In bestimmten Fällen kann die Art der Prüfmethode eine strenge metrologische und statistisch gültige Schätzung der Messunsicherheit ausschließen.** Das Laboratorium muss in solchen Fällen mindestens versuchen, alle Komponenten der Messunsicherheit zu ermitteln, und eine vernünftige Schätzung der Messunsicherheit vornehmen und ...



Prüfen: Messunsicherheit in ISO/IEC 17025

5.4.6 Schätzung der Messunsicherheit

5.4.6.2 Prüflaboratorien ...

ANMERKUNG 1: Der **Grad der Strenge**, die bei der Schätzung der Messunsicherheit erforderlich ist, hängt von Faktoren ab, wie z.B.:

- die Anforderungen der Prüfmethode;
- die Anforderungen des Kunden;
- das Vorhandensein enger Grenzen für die Entscheidung bezüglich der Einhaltung einer Spezifikation.

ANMERKUNG 2: In den Fällen, wo ein bekanntes Prüfverfahren die Grenzwerte der Hauptquellen der Messunsicherheit und die Form der Darlegung des berechneten Ergebnisses festgelegt hat, wird angenommen, dass das Laboratorium diesen Abschnitt der Internationalen Norm durch Befolgen der Festlegungen für die Prüfmethode und die Form des Prüfberichtes erfüllt hat (siehe 5.10).

Einzureichende Unterlagen / Dokumente I

Qualitätsmanagement-Handbuch (QMH) einschließlich:

- **Leistungsangebot**
- Erklärung der obersten Leitung zur Unabhängigkeit und Unparteilichkeit
- Organigramm
- **Musterkalibrierschein** für jede zur Akkreditierung vorgesehene Messgröße / Kalibriergegenstand
- Liste der verwendeten **Normale, Normalmesseinrichtungen** und wenn zutreffend der Referenzmaterialien
- Raumplan mit Angabe der Kalibrierplätze (Messplätze)

rot hervorgehoben: Messunsicherheit ist dort relevant

Einzureichende Unterlagen / Dokumente II

- Nachweis über Aufbau, Besitzverhältnisse und Rechtsform (z. B. Handelsregisterauszug)
- Nachweis über Haftpflichtversicherung
- **Kalibrieranweisungen** mit Revisionsstand ...: dazu gehören **Messunsicherheitsberechnungen** („**Messunsicherheitsbudgets**“) nach **DAkkS-DKD-3 (EA-4/02)**; vgl. DIN EN ISO/IEC 17025 Abschn. 5.4.6)
- Verfahrensanweisungen mit Revisionsstand
- Arbeitsanweisungen mit Revisionsstand

rot hervorgehoben: Messunsicherheit ist dort relevant

Einzureichende Unterlagen / Dokumente III

- Nachweis der Ausbildung und des beruflichen Werdeganges des Leiters des Kalibrierlaboratoriums und aller Stellvertreter
- **Rückführungsnachweise** der verwendeten Normale, Normalmesseinrichtungen und wenn zutreffend der Referenzmaterialien
- Angaben zur Teilnahme an **Ringvergleichen und Vergleichsmessungen** mit Angaben über Datum, Veranstalter, Parameter, Ergebnisse in Tabellenform
- Stammliste (master list) entsprechend DIN EN ISO/IEC 17025 Abschn. 4.3.2.1
- Alle in der Begutachtungs-Checkliste vom Antragsteller genannten Dokumente müssen eingereicht werden.

rot hervorgehoben: Messunsicherheit ist dort relevant

Messunsicherheitsbudget (Messunsicherheitsbilanz)

Messunsicherheitsanalyse:

- Kalibrierverfahren, Messgröße
- Modell der Auswertung (Modell der Messung) mit Erläuterung der einzelnen Terme
- Liste der Eingangsdaten
- Beobachtungen (falls im konkreten Fall relevant)
- Aussage zu Korrelation der Eingangsgrößen
- Tabelle Messunsicherheitsbudget
- erweiterte Messunsicherheit, Erläuterung zum Erweiterungsfaktor

Grundlage: DAkkS-DKD-3 (EA-4/02) basierend auf dem GUM

Messunsicherheitsbudget (Messunsicherheitsbilanz)

Insbesondere ist zu beachten:

- Unterscheidung von Unsicherheit – Toleranz – Messabweichung
- Modell der Auswertung (Modell der Messung) i. O.?
- Alle relevanten Eingangsgrößen berücksichtigt?
- **Kleinste angebbare Messunsicherheiten** erreichbar?

Sensitivitätskoeffizient

$$Y = G(X_1, \dots, X_m) = G(\mathbf{X})$$

Taylor-Entwicklung um \mathbf{x} :

$$G(\mathbf{X}) = G(\mathbf{x}) + \sum_{j=1}^m \frac{\partial G}{\partial X_j} \Big|_{\mathbf{x}} (X_j - x_j) + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \frac{\partial^2 G}{\partial X_j \partial X_k} \Big|_{\mathbf{x}} \cdot (X_j - x_j)(X_k - x_k) + \dots$$

$$\text{Sensitivitätskoeffizient } c_j = \frac{\partial G}{\partial X_j} \Big|_{\mathbf{x}} = \frac{\partial G}{\partial x_j}$$

c_j werden Null, wenn \mathbf{x} bei Extremwert oder Sattelpunkt von G liegt!

d.h. die Linearisierung ist dann eine schlechte Näherung.

Höhere Ordnungen, d.h. höhere Ableitungen müssen zusätzlich zu den c_j berücksichtigt werden. Vgl. Beispiel S4 in DKD-3-E1.

DAkkS-DKD-3 (EA-4/02) beschränkt sich auf den **GUM ohne seine Supplements**.



Kleine Sensitivitätskoeffizienten

DAkKS-DKD-3-E1 und DAkKS-DKD-3-E2 (EA-4/02) Beispiele

S5 Kalibrierung eines Typ-N-Thermopaars bei 1000 ° C

S12 Kalibrierung eines Haushaltswasserzählers

Hier treten vereinzelt kleine Sensitivitätskoeffizienten auf. Sie dürfen **nicht** auf Null gerundet werden!

Falls der daraus berechnete Unsicherheitsbeitrag gegenüber den anderen Unsicherheitsbeiträgen vernachlässigbar ist (was nicht immer der Fall ist), darf er **nach** der Berechnung weggelassen werden.



3. Kleinste angebbare Messunsicherheit



Kleinste angebbare Messunsicherheit (I)

Definition in DAkkS-DKD-3 (EA-4/02):

Kleinste erweiterte Messunsicherheit, die ein Laboratorium im Rahmen seiner Akkreditierung erreichen kann, wenn es mehr oder weniger **routinemäßige** Kalibrierungen durchführt von

- **nahezu idealen** Normalen ... oder
- **nahezu idealen** Messgeräten.



Kleinste angebbare Messunsicherheit (II)

- Konzept des nahezu idealen Normal/Geräts **setzt voraus**:
 - es gibt dieses Normal/Gerät
 - Einflussgrößen im Modell separierbar nach Messeinrichtung, Messumgebung, Messobjekt usw. (z. B. keine Korrelationen zwischen Einflussgrößen; Verzicht auf höchste Genauigkeitsanforderungen)
- Sonst: Einführung eines "Referenzmessobjekts", d. h. Normal/Geräteart mit kleinstmöglichem Messunsicherheitsbeitrag



Kleinste angebbare Messunsicherheit zusammengefasst

Die kleinste angebbare Messunsicherheit (MU) basiert auf der erweiterten MU, die das Kalibrierlaboratorium bei **mehr oder weniger routinemäßigen Kalibrierungen** (s. DAkkS-DKD-3 Abschn. A3) von **nahezu idealen** Normalen oder **nahezu idealen** Messgeräten (s. DAkkS-DKD-3 Abschn. 1.3) erreichen kann.

In DAkkS-DKD-3 Abschn. A4 ist niedergelegt, dass der Ausdruck „**nahezu ideal**“ **nur dann anwendbar ist, wenn ein solches Kalibrierobjekt verfügbar ist. Wenn es nicht verfügbar ist, ist der vom Gerät hervorgerufene Unsicherheitsbeitrag in die Bestimmung der kleinsten angebbaren MU einzubeziehen** und es sollte angegeben werden, dass sich die kleinste angebbare MU auf die Kalibrierung dieses Gerätetyps bezieht.

Also haben wir die Definition übernommen, dass die kleinste angebbare MU Beiträge eines existierenden Kalibrierobjekts einschließt, wenn das Kalibrierobjekt kein nahezu ideales Verhalten hat. ...

Aus der DKD-Stellungnahme zur Definition und Anwendung der BMC (an RvA im Jan 2004 und an EA LC WG BMC im März 2005 gesandt) [DKD-3 durch DAkkS-DKD-3 ersetzt]

39 | M. Czaska - DAkkS Abt. 5 Metrologie

2011-03-21



BMC - CMC

- Best Measurement Capability wird durch Calibration and Measurement Capability (CMC) ersetzt.
- Harmonisierung der Begriffe mit denen der NMI im Rahmen des CIPM-MRA
- Umstellung auf CMC ist eine Änderung der Terminologie:
Messunsicherheitsberechnungen und kleinste angebbare Messunsicherheiten müssen nicht geändert werden.

40 | M. Czaska - DAkkS Abt. 5 Metrologie

2011-03-21



Veröffentlichung der Akkreditierung (I)

Deutsche Akkreditierungsstelle



Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-K-15999-01-00
nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Gültigkeitsdauer: 01.11.2010 bis 31.10.2015

Urkundeninhaber:

Mess GmbH
Kelvinstraße 1, 99999 Musterstadt

Leiter: Dipl.-Ing. Elke Mustermann

Stellvertreter: Karl Müller

Akkreditiert als Kalibrierlabor seit: 01.11.2010

41 | M. Czaska - DAkkS Abt. 5 Metrologie
2011-03-21



Veröffentlichung der Akkreditierung (II)

Kalibrierungen in den Bereichen:

Mechanische Messgrößen:
- Druck

verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite

Permanentes Laboratorium

Messgröße / Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren	kleinste angebbare Messunsicherheit ¹⁾	Bemerkungen
positiver Überdruck	0,2 mbar bis 160 mbar	Druckmedium: Gas DIN EN 387	$2 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 1 μ bar	p_e = Messwert
	0 bar bis 1 bar	DAkkS-DKD-R 6-1	$2 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 0,04 mbar	
	> 1 bar bis 10 bar		$2 \cdot 10^{-4} \cdot p_e$, jedoch nicht kleiner als 0,3 mbar	
...				

¹⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAkkS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von 95 % und haben, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

42 | M. Czaska - DAkkS Abt. 5 Metrologie
2011-03-21

4. Kalibrierschein

DAkks-Kalibrierschein

- Grundlage:
[Schrift DAkks-DKD-5, 1. Neuauflage 2010](#)
„Anleitung zum Erstellen eines Kalibrierscheines“
ist veröffentlicht unter: www.dakks.de
- Gilt ausschließlich für DAkks-Akkreditierungen
- **Nicht für DKD-Akkreditierung** (dort gilt DKD-5, Ausgabe 12/2008)
- Für alle Fälle, in denen zu einer bestehenden DKD-Akkreditierung die DAkks-Akkreditierung als Erweiterung hinzukommt
- Integriert ist:



Ergebnisberichte nach ISO/IEC 17025, 5.10 (I) Beispiel DAkKS-Kalibrierschein Seite 1 Muster nach DAkKS-DKD-5:

- Name des Kalibrierlabors
- Akkreditierungsstelle
- Kalibrierzeichen
- Gegenstand
- Hersteller
- Typ
- Serien-Nr.
- Auftraggeber
- Auftragsnummer
- Anzahl Seiten
- Datum der Kalibrierung
- Aussage zur Rückführung
- ...

Beispiel DAkKS- Kalibrierschein Seite 1

akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the

Deutschen KalibrierdienstKalibrierschein
Calibration certificateKalibrierzeichen
Calibration mark

000000
D-K
YYYY-ZZ-NN
)-mm

Gegenstand
ObjectHersteller
ManufacturerTyp
TypeFabrikat/Serien-Nr.
Serial numberAuftraggeber
CustomerAuftragsnummer
Order No.Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines
Number of pages of the certificateDatum der Kalibrierung
Date of calibration

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit.

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of both the Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Datum Date	Leiter des Kalibrierlaboratoriums Head of the calibration laboratory	Bearbeiter Person in charge
---------------	---	--------------------------------

Ergebnisberichte nach ISO/IEC 17025, 5.10 (II)

Beispiel DAkks-Kalibrierschein Seite 2ff

Muster nach DAkks-DKD-5:

- Kalibriergegenstand
- Kalibrierverfahren
- (Ort der Kalibrierung, wenn kein festes Labor)
- Messbedingungen
- Umgebungsbedingungen
- Messergebnisse
- **erweiterte Messunsicherheiten und Erweiterungsfaktor k für Überdeckungswahrscheinlichkeit 95 %**
- **ggf. Konformitätsaussage**

Beispiel DAkks-DKD- Kalibrierschein Seite 2

Kalibriergegenstand

Widerstandsthermometer in Vierleiter-Schaltung mit drahtgewickeltem Pt-100-Messwiderstand und Anzeigegerät.

Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung wurde nach der in der Richtlinie DKD-R 5-1 (Oktober 2003) beschriebenen Vergleichsmethode durchgeführt. Kalibrierung erfolgte mit ansteigender Temperatur, wobei zum Abschluss erneut der Messwert bei 0,01 °C aufgenommen wurde. Die Messergebnisse sind arithmetische Mittelwerte aus jeweils 10 Einzelmessungen.

Messbedingungen

Die Temperierung erfolgte im Glykolbadthermostät (-20 °C), mit Wasser-Tripelpunktzelle (0,01 °C), im Ölbadthermostaten (100 °C, 160 °C) und im Salzbadthermostaten (200 °C).

Umgebungsbedingungen

Raumtemperatur: 23 °C ± 2 K ; rel. Feuchte der Luft: 50 % ± 15 %

Messergebnisse

Temperatur Normal in °C	Temperaturanzeige Kalibriergegenstand in °C	Messabweichung des Kalibriergegenstands in K	erweiterte Messunsicherheit in K
-19,90	-19,98	-0,08	0,05
0,01	0,02	0,01	0,03
99,96	100,18	0,22	0,05
160,00	160,29	0,29	0,05
199,75	200,08	0,33	0,05

Messunsicherheit

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$ ergibt. Sie wurde gemäß DAkks-DKD-3 ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % im zugeordneten Werteintervall.

Dieser Kalibrierschein gilt nur für den Sensor zusammen mit dem Anzeigegerät. Beide sind mit der gleichen Kalibriermarke gekennzeichnet.

Kalibrierung in ISO/IEC 17025: Konformitätsaussage

5.10.4.2 Der Kalibrierschein darf sich nur auf **Größen** und die **Ergebnisse von Funktionsprüfungen** beziehen. Sofern eine Aussage zur **Konformität mit einer Spezifikation** gemacht wird, muss diese ausdrücklich angeben, welche Abschnitte der Spezifikation erfüllt oder nicht erfüllt sind.

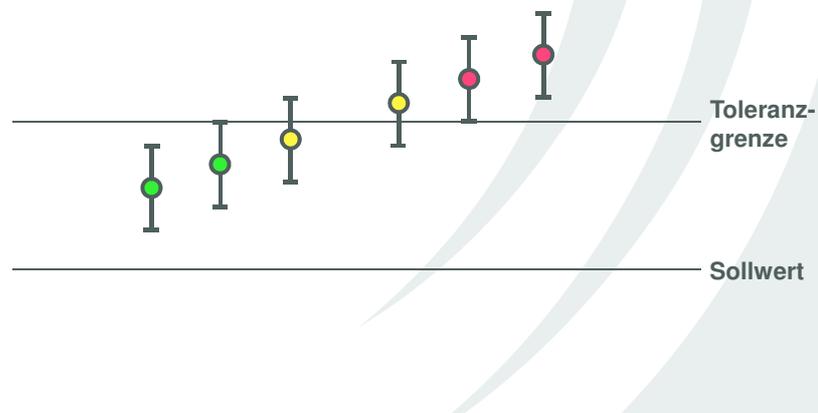
Wenn eine Konformitätsaussage gemacht wird, ohne dass die Messergebnisse und zugehörigen Unsicherheiten angegeben werden, muss das Laboratorium diese Ergebnisse aufzeichnen und aufbewahren, um in der Zukunft darauf zurückgreifen zu können.

Bei Konformitätsaussagen muss die Messunsicherheit berücksichtigt werden [-> Entscheidungsregel].

[Vorgehen s. z.B. DAkkS-DKD-5, DIN EN ISO 14253-1 und ILAC-G8:03/2009.]

DIN EN ISO/IEC 17025: 5.10.4.2 Konformitätsaussage

Berücksichtigung der Messunsicherheit



Statements of compliance, other method of representation

- (i) outside specification, (ii) outside specification with $P < 95\%$
(iv) inside specification, (iii) inside specification with $P < 95\%$

Figure 1 Assessment of Compliance with an Upper Limit

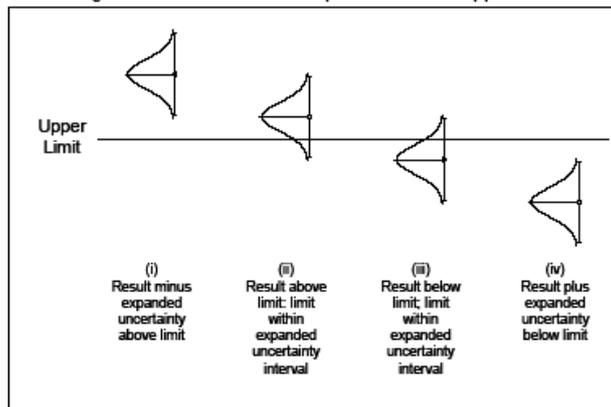


Diagram from
EURACHEM/CITAC
Guide 2007

Konformitätsaussagen nach DAkkS-DKD-5 (I)

Aussage über die Einhaltung einer messtechnischen Spezifikation

DAkkS-DKD-5 A 2.4

Wenn bestätigt wird, dass ein Parameter **innerhalb** festgelegter Toleranzen [**Fehlergrenzen**] liegt, müssen auch die **Differenz und die Summe** aus **Messwert** und der gemäß EA-4/02 [DAkkS-DKD-3] **berechneten erweiterten Messunsicherheit** innerhalb der anzuwendenden Spezifikationsgrenzen liegen.

Konformitätsaussagen nach DAkkS-DKD-5 (II)

Anmerkungen:

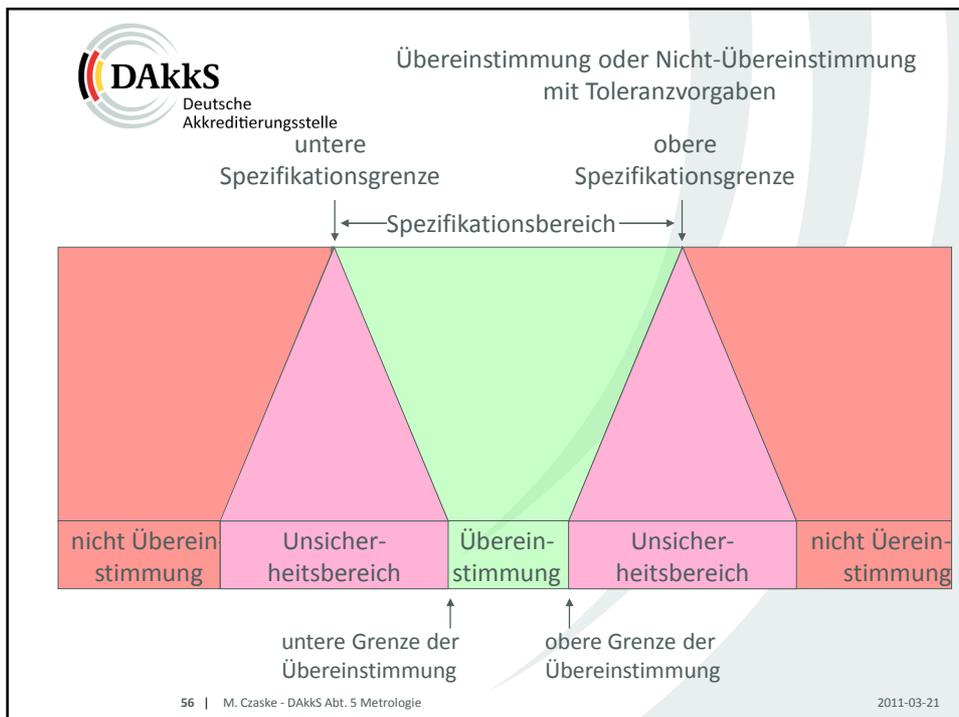
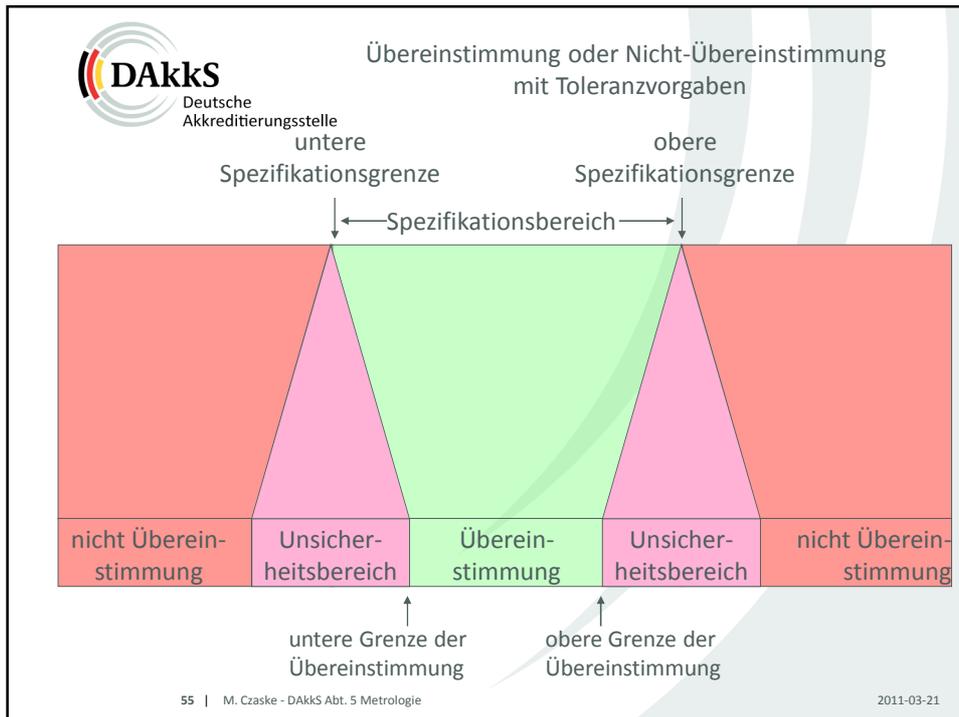
- 1 Eine Konformitätsaussage sollte nur getroffen werden, wenn das Verhältnis der Messunsicherheit zur festgelegten Toleranz **klein genug** ist.
- 2 Wenn **Differenz oder Summe** aus Messwert und erweiterter Messunsicherheit **außerhalb** der festgelegten Toleranz liegen, während der **Messwert** selbst **innerhalb** der Toleranz liegt, können weder Konformität noch Nichtkonformität nachgewiesen werden. Im Kalibrierschein kann dann nur das Messergebnis und die beigeordnete Unsicherheit ohne Konformitätsaussage angegeben werden.

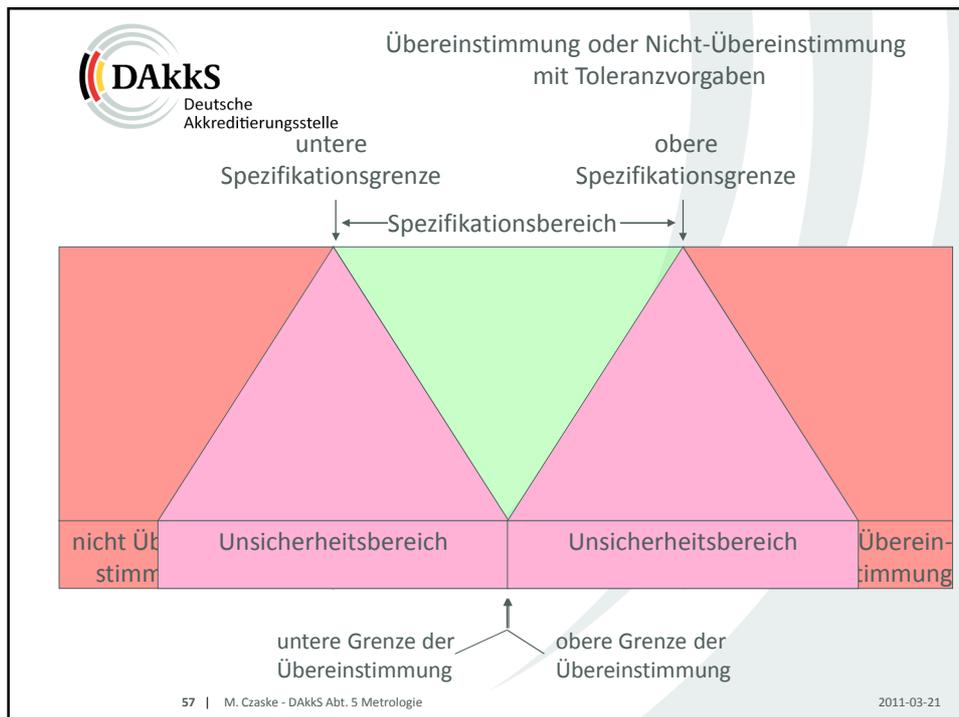
Konformitätsaussagen nach DAkkS-DKD-5 (III)

Weglassen der Messergebnisse

DAkkS-DKD-5 A 2.6

Wenn eine Aussage über die Einhaltung einer Spezifikation gemacht wird, ohne dass die Messergebnisse und die zugehörigen Unsicherheiten erwähnt werden, muss das Laboratorium diese Ergebnisse für mögliche künftige Verweise **aufzeichnen und aufbewahren**.





The slide features the DAKkS logo (Deutsche Akkreditierungsstelle) in the top left corner. The main title is "5. Vergleichsmessungen". The background has a decorative pattern of curved, overlapping bands in shades of grey and white. The text "58 | M. Czaska - DAKkS Abt. 5 Metrologie" is at the bottom left, and "2011-03-21" is at the bottom right.

Vergleichsmessungen

1. „Bilaterale“ Vergleiche

2 Partner: NMI und ein Kalibrierlaboratorium
 Zweck: Anschluss der Normalmesseinrichtung (messtechnische Rückführung)
 Routine-Überwachung
 Besondere Gründe (z.B. Beschwerden, Diskrepanzen, Eignungsuntersuchungen)

2. Ringvergleiche oder Sternvergleiche

Viele Partner: Referenzlaboratorium (NMI) und mehrere Kalibrierlaboratorien
 Zweck: National: Überwachung
 EA: Beurteilung der Kompetenz von Laboratorien und Akkreditierungsstellen, EA MLA

Vergleichsmessungen (VM)

- Stichprobenweise Prüfung, dass die beantragte/berechnete kleinste angebbare Messunsicherheit erreicht wird (DAkkS-DKD-3 Abschn. A11)
- Bilateraler Vergleich oder Ringvergleich
- Festlegung durch Labor und Begutachter
- Vergleich mit Referenzwerten
- Grad der Übereinstimmung: E_n -Wert
- Ergebnis schriftlich an Labor durch Veranstalter der VM
- Überprüfung durch Begutachter, Vereinbarung von Korrekturmaßnahmen mit Termin

Kriterien für die Leistungsbewertung

Kalibrierlaboratorien
(EA, DAkKS, DKD):

$$|E_n| = \left| \frac{x_{\text{lab}} - x_{\text{ref}}}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2}} \right| < 1$$

Prüflaboratorien:

$$|z| = \left| \frac{x_{\text{lab}} - x_{\text{ass}}}{s} \right| < 3$$

Folge bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen: Korrekturmaßnahmen

Leistungsbewertung bei Vergleichsmessungen

Bei Kalibrierungen:

$$|E_n| = \left| \frac{x_{\text{lab}} - x_{\text{ref}}}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2}} \right| < 1$$

Annahme: keine Korrelation, Erweiterungsfaktor 2

x_{lab} : Messwert des Laboratoriums

x_{ref} : Messwert des Referenzlaboratoriums

U_{lab} : dem Wert x_{lab} beigeordnete erweiterte Unsicherheit

U_{ref} : dem Wert x_{ref} beigeordnete erweiterte Unsicherheit

$U_{\text{ref}} \leq U_{\text{lab}}$

Vergleichsmessungen (VM)

DAR-3-EM-14 (Übersetzung von **EA-2/10**) „EA-Politik zur Teilnahme an nationalen und internationalen Eignungsprüfungstätigkeiten“ fordert übertragen auf Kalibrierlaboratorien:

- Eine VM vor der Entscheidung zur Akkreditierung (vgl. DAkkS-DKD-3 A11)
 - Mindestens eine VM innerhalb des Akkreditierungszeitraumes (5 Jahre) für jede akkreditierte Messgröße
- ➔ Teilnahme an Vergleichsmessungen ist eine zusätzliche Anforderung an die Akkreditierung, unabhängig von Überwachungstätigkeiten
- ➔ Für Laboratorien besteht im Rahmen der Akkreditierung eine Nachweispflicht über die erfolgreiche Teilnahme an Vergleichsmessungen, z.B. an Ringvergleichen oder bilateralen Messungen

6. Ausblick

- Änderungen bei ILAC und EA bzgl. Messunsicherheit

ILAC-P14:12/2010 ILAC Policy for Uncertainty in Calibration

4. ILAC Policy on the Estimation of Uncertainty of Measurement

- 4.1** Accreditation bodies that are full members of or are applicants to the ILAC Mutual Recognition Arrangement (the ILAC MRA) shall require their accredited calibration laboratories to estimate uncertainties of measurement for all calibrations and measurements covered by the scope of accreditation.
- 4.2** Calibration laboratories accredited by the accreditation bodies shall estimate uncertainties of measurement in compliance with the “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement” (GUM), including its supplement documents and/or ISO Guide 35. To make sure that its accredited calibration laboratories estimate uncertainty of measurements in line with the GUM and/or ISO Guide 35, the accreditation body may use documents published by other organisations or publish its own document containing practical guidance and mandatory requirements. These mandatory requirements should be in accordance with the reference documents mentioned above.

ILAC-P14:12/2010 ILAC Policy for Uncertainty in Calibration

5. ILAC Policy on Scopes of Accreditation of Calibration Laboratories

- 5.1** The scope of accreditation of an accredited calibration laboratory shall include the calibration and measurement capability (CMC) expressed in terms of:
- measurand or reference material;
 - calibration/measurement method/procedure and/or type of instrument/material to be calibrated/measured;
 - measurement range and additional parameters where applicable, e.g., frequency of applied voltage;
 - uncertainty of measurement.

EA-4/02 ist gegenwärtig in Überarbeitung

- Anpassung an ILAC-P14
- Umstellung von BMC auf CMC
- Aktualisierung der Literaturbezüge
- Umstellung auf die Bezeichnungen des neuen VIM
- Regeln und Methoden der Messunsicherheitsberechnung bleiben unverändert

Normen, Richtlinien und Literatur zum Thema Messunsicherheit

- DIN 1319-3: 1999-05: Grundlagen der Messtechnik – Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße; Messunsicherheit
- DIN 1319-4: 1999-02: Grundlagen der Messtechnik – Auswertung von Messungen; Messunsicherheit
- EA-4/02: Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, December 1999
- DAkkS-DKD-3: Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, 1. Neuauflage 2010
- DAkkS-DKD-3-E1: Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Ergänzung 1 – Beispiele, 1. Neuauflage 2010
- DAkkS-DKD-3-E2: Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Ergänzung 2 – Zusätzliche Beispiele, 1. Neuauflage 2010
- Messunsicherheitsbeispiele in EURAMET- und DAkkS-DKD-Richtlinien



DAkks
Deutsche
Akkreditierungsstelle

www.dakks.de

Hauptstelle:
Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
Spittelmarkt 10
10117 Berlin

Andere Standorte:

DAkks Bundesallee 100 38116 Braunschweig	DAkks Gartenstraße 6 60594 Frankfurt
---	--



69 | M. Czaska - DAkks Abt. 5 Metrologie 2011-03-21



DAkks
Deutsche
Akkreditierungsstelle

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



70 | M. Czaska - DAkks Abt. 5 Metrologie 2011-03-21

7. Anhang

Dokumente zum Thema Messunsicherheit (Liste, ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

GUM:

- JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM 1995 with minor corrections)
- JCGM 101:2008 Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" — Propagation of distributions using a Monte Carlo method
- JCGM 102:2009 (Draft) Evaluation of measurement data — Supplement 2 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" — Models with any number of output quantities
- JCGM 103 (Draft) Evaluation of measurement data — Supplement 3 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" — Modelling

Dokumente zum Thema Messunsicherheit II

- JCGM 104:2009 Evaluation of measurement data — An introduction to the Guide to the expression of uncertainty in measurement" and related documents
 - JCGM 105 (Draft) Evaluation of measurement data — Concepts, principles and methods for the assessment of measurement uncertainty
 - JCGM 106:2009 (Draft) Evaluation of measurement data — The role of measurement uncertainty in conformity assessment
- Anm.: Die Entwürfe (Drafts) der JCGM-Dokumente sind i.d.R. nicht öffentlich zugänglich.

Dokumente zum Thema Messunsicherheit III

- ILAC-P14 : 12/2010 ILAC Policy for Uncertainty in Calibration
 - EA-4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration, December 1999, European Co-operation for Accreditation
 - DKD-3 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Januar 1998
 - DKD-3-E1 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Ergänzung 1 - Beispiele, Oktober 1998
 - DKD-3-E2 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Ergänzung 2 - Zusätzliche Beispiele, August 2002
- Diese drei Schriften sind die deutsche Übersetzung von EA-4/02 (mit kleinen Korrekturen). s. www.dkd.eu
- DAkkS-DKD-3 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, 1. Neuauflage 2010
 - DAkkS-DKD-3-E1 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Ergänzung 1 - Beispiele, 1. Neuauflage 2010
 - DAkkS-DKD-3-E2 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, Ergänzung 2 - Zusätzliche Beispiele, 1. Neuauflage 2010 s. www.dakks.de

Dokumente zum Thema Messunsicherheit IV

- UKAS M3003: The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement. Edition 2 January 2007, United Kingdom Accreditation Service, Feltham, s. www.ukas.com
 - DIN 1319-3: 1999-05: Grundlagen der Messtechnik – Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße; Messunsicherheit
 - DIN 1319-4: 1999-02: Grundlagen der Messtechnik – Teil 4: Auswertung von Messungen; Messunsicherheit
 - ISO Guide 35:2006: Reference materials – General and statistical principles for certification
 - Erklärung der PTB zur Behandlung systematischer Abweichungen bei der Berechnung der Messunsicherheit, Mai 2010 (s. www.ptb.de)
 - EURACHEM/CITAC Guide CG 4 Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, 2nd edition, 2000
- Darüber hinaus enthalten fast alle EURAMET-, DKD- und DAkkS-DKD-Kalibrierrichtlinien und Leitfäden spezifische Hinweise oder Beispiele zur Messunsicherheitsberechnung.
- Themenschwerpunkt Messunsicherheit in PTB-Mitteilungen 111 (2001) Hefte 3 und 4
 - ILAC-G8:03/2009: Guidelines on the Reporting of Compliance with Specification
 - Czasko, M.: Usage of the uncertainty of measurement by accredited calibration laboratories when stating compliance, *Accred Qual Assur* (2008) 13:645–651

Dokumente zum Thema Messunsicherheit V

Bücher:

- Lira, Ignacio: Evaluating the Measurement Uncertainty: Fundamentals and practical guidance, Bristol, 2002, Institute of Physics Publishing, ISBN 0 7503 0840 0
 - Weise, K.; Wöger, W.: Meßunsicherheit und Meßdatenauswertung. Weinheim, 1999, Wiley-VCH
 - Informationen zu Software über Messunsicherheit usw. s. z.B. <http://www.npl.co.uk/mathematics-scientific-computing/measurement-uncertainties/>
- Einige Definitionen finden sich in:
- JCGM 200 : 2008 International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)
 - JCGM 200 : 2008 Corrigendum, May 2010
 - Internationales Wörterbuch der Metrologie – Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) - Deutsch-Englische Fassung ISO/IEC-Leitfaden 99:2007, Hrsg. DIN. Hat den gleichen Inhalt wie JCGM 200 : 2008.

Stand: Dezember 2010