

Q-DAYS: QUALITÄT. AUSTAUSCH. ZUKUNFT.

# Grundlagen der Messunsicherheit und der Konformitätsbewertung bei der Kalibrierung

07.11.2025

[www.testotis.de](http://www.testotis.de)

# AGENDA

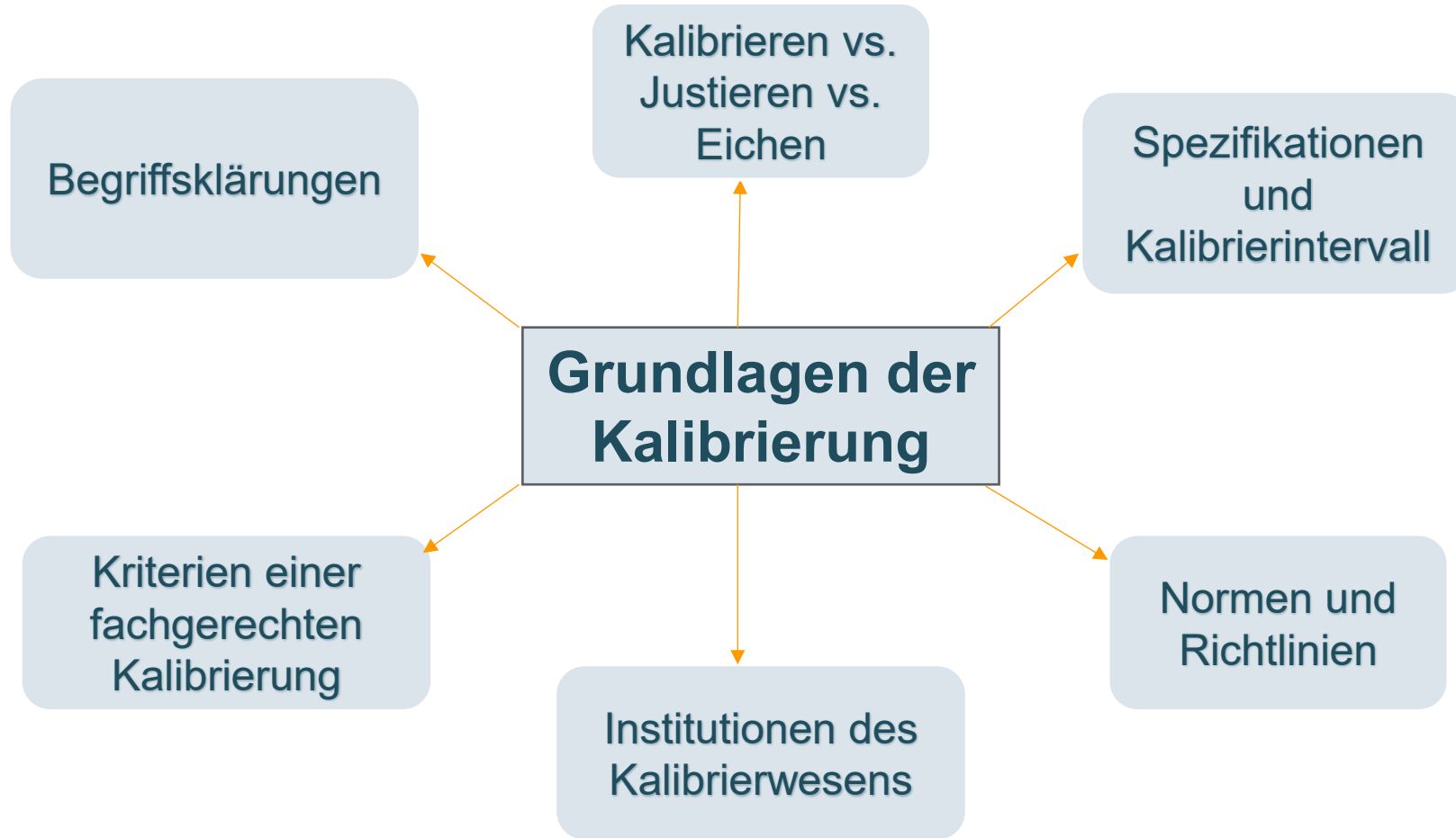


1. RÜCKBLICK AUF WEBINARREIHE TEIL 1&2
2. BEGRIFFE UND DEFINITIONEN
3. MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN
4. GESAMTMESSUNSICHERHEIT
5. EINFLUSSGRÖßEN
6. BEISPIEL TEMPERATUR
7. VERTRAUENSNIVEAU UND KONFORMITÄT
8. AUSBLICK AUF DAS LETZTE WEBINAR  
DER REIHE

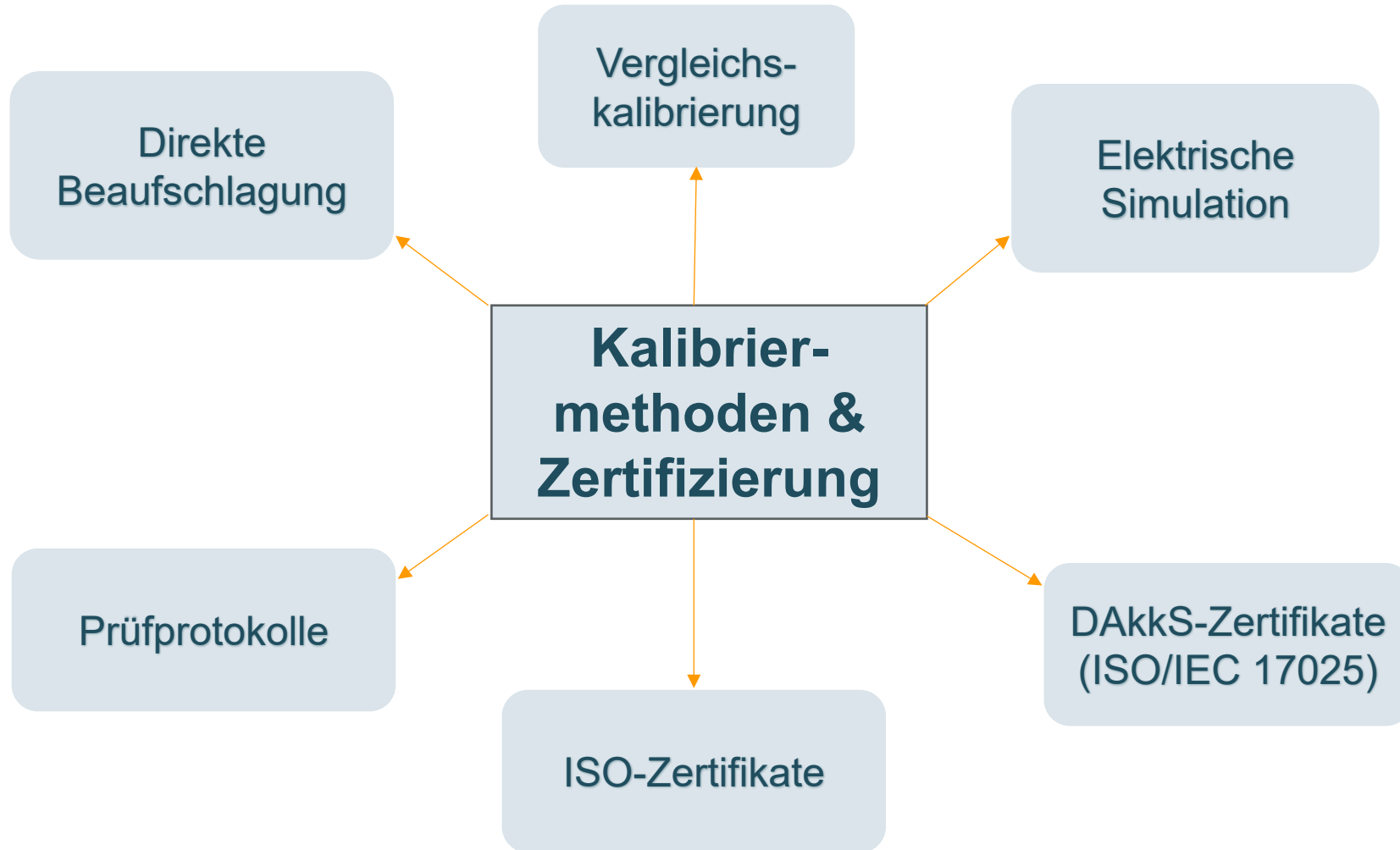
# KAPITEL 1

RÜCKBLICK AUF WEBINARE  
„GRUNDLAGEN DER KALIBRIERUNG“ &  
„METHODEN DER KALIBRIERUNG UND DAS  
KALIBRIERZERTIFIKAT“

## Rückblick auf Teil 1



## Rückblick auf Teil 2



## Unterschiede zwischen ISO & DAkkS



# ISO-Kalibrierzertifikat

[illegible]

Beruht auf Selbstverpflichtung  
seitens der TIS  
vertrauensvolle  
Messergebnisse auszustellen



Fällt unter den Geltungsbereich der Akkreditierung, d.h. Kompetenz & Leistung wurden durch eine dritte Stelle überprüft

# DAkkS-Kalibrierschein

Kalibrierlaboratory for elektrische, mechanische, dimensionelle, thermodynamische, analytische  
und Durchfluss-Messgrößen  
Calibration laboratory for electrical, mechanical, dimensional, thermodynamic, analytical and flow rate measured quantities

testo

## Kalibrierschein / Calibration Certificate

erstellt durch das Kalibrierlaboratorium  
issued by the calibration laboratory

Testo Industrial Services GmbH  
Gewerbestraße 3  
79199 Kirchzarten

Kalibrierzeichen  
Calibration mark

F56760  
D.K.  
15070-01-01  
2020-10

### Gegenstand

Objekt SAVERIS H2E, ETHERNET  
Hersteller VOCHTSENSTROM 2%rVW  
Musterbezeichnung TESTO SE & Co. KGaA

### Hersteller

Manufactur

### Typ

0572 6192

### Fabrikat/Serien Nr.

Serial number

60767827

### Einheit

Equipment number

14198764

### Prüfmittel Nr.

Test equipment no.

—

### Auftraggeber

Customer

MLS NV  
BE-6930 MENEN

### Auftragsnummer

Order No.

23132659 / 0520 0236

### Datum der Kalibrierung

Date of calibration

07.10.2020

### Datum der Rekalibrierung

Date of re-calibration

—

### Konformitätsaussage

Statement of conformity

Detaillierte Informationen auf Seite 3

Detailed information see page 3

☐ Messwert(e) innerhalb der zulässigen Abweichung  
Measured value(s) within the allowed deviation

☒ Messwert(e) außerhalb der zulässigen Abweichung  
Measured value(s) outside the allowed deviation

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverwendet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums.  
This calibration certificate may only be reproduced either in full or in part with the permission of the issuing laboratory.

Datum 23.10.2020  
Leiter des Kalibrierlaboratoriums  
Head of the calibration laboratory

Freigabe des Kalibrierscheins durch  
Approval of the certificate of calibration by

Dr. Christian Sander

Dipl.-Phys. Janna Poszdiech

Testo Industrial Services GmbH

Gewerbestraße 3  
79199 Kirchzarten

Tel. +49 7851 8001-8000  
Fax +49 7851 8001-8010

www.testo.de  
info@testo.de

1/3

# KAPITEL 2

## BEGRIFFE UND DEFINITIONEN RUND UM DAS THEMA MESSUNSICHERHEIT

# Messunsicherheit



## Definition (VIM 2.26):

“Nichtnegativer Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die der Messgröße auf der Grundlage der benutzten Informationen beigeordnet ist.“

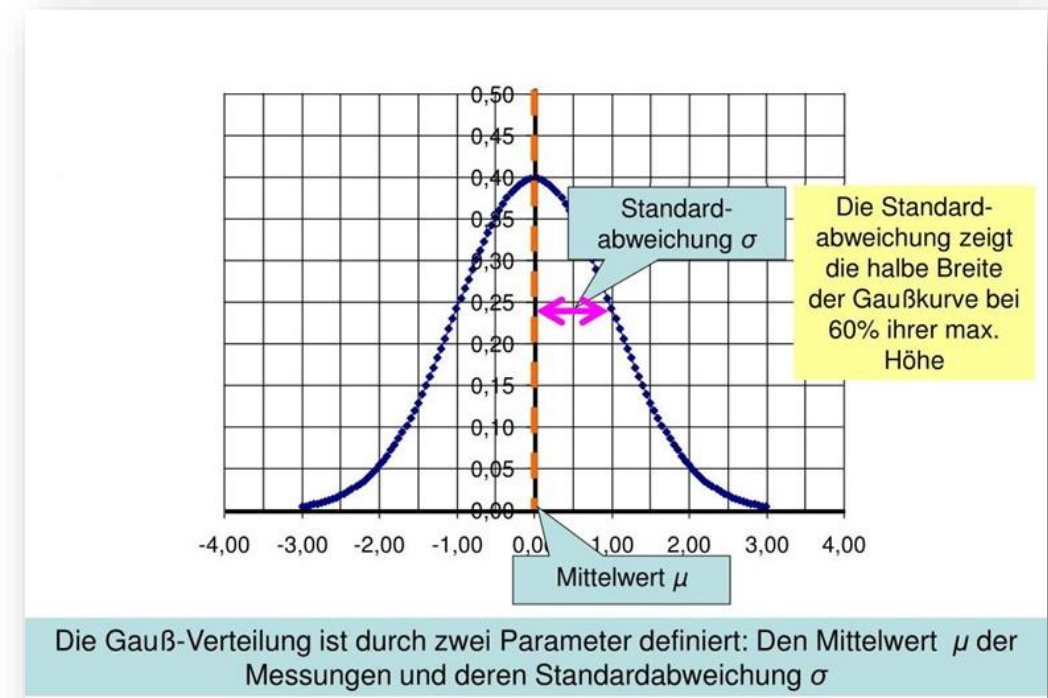
- Gibt **Wertebereich** an, innerhalb dessen der richtige Wert der Messgröße liegt
- Einer Messgröße ist **immer** eine Messunsicherheit zugeordnet
- Bei Annahme einer gewissen (Überdeckungs-)**Wahrscheinlichkeit**



# Gauß-Verteilung / Normalverteilung



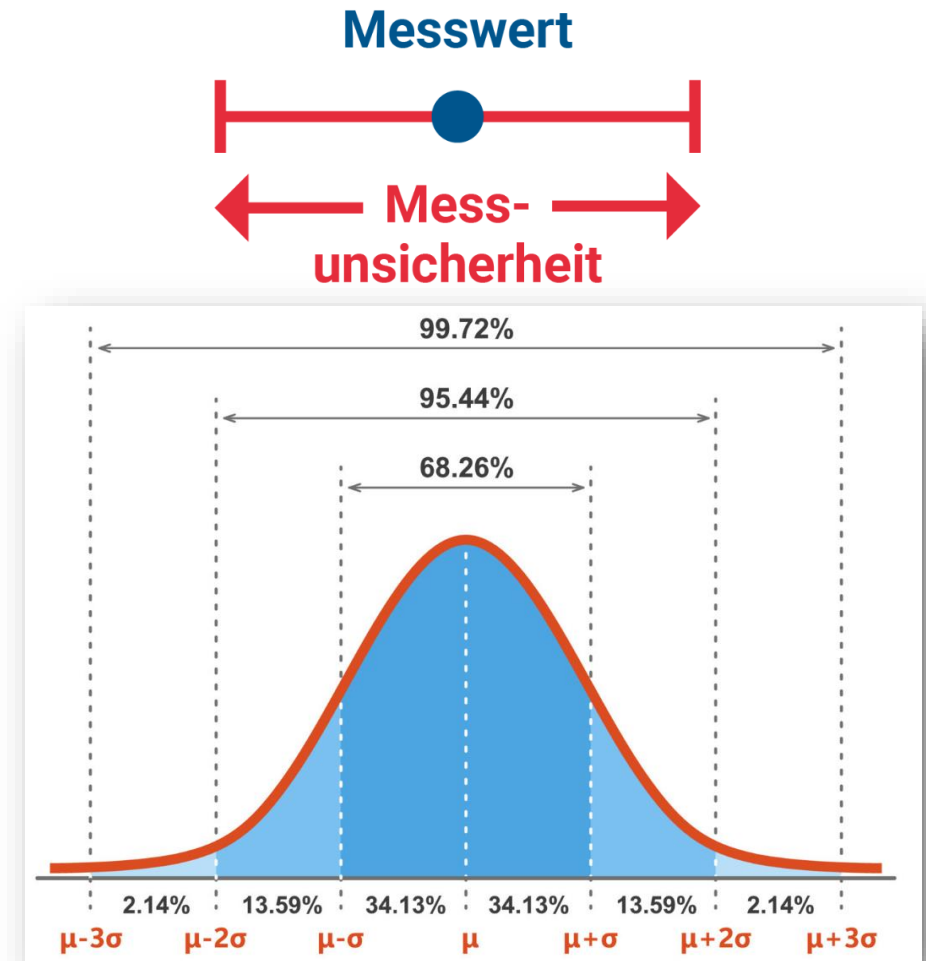
- ▶ Statistische Verteilung von Messwerten in guter Näherung vieler natur-, wirtschafts- und ingenieurwissenschaftlicher Vorgänge.
- ▶ „Glockenförmige Kurve“ symmetrisch um Mittelwert  $\mu$ 
  - unendlich / unbegrenzt
- ▶ Standardabweichung  $\sigma$  Maß für Wiederholpräzision
  - Streuung unter identischen Messbedingungen
- ▶ je größer Standardabweichung  $\sigma$  des Messprozesses, desto größer Streuung um Mittelwert  $\mu$   
→ Verbreiterung der Glockenkurve



# Gauß-Verteilung / Normalverteilung



- ▶  $\pm 1 \sigma$  68,3 % aller Messergebnisse
- ▶  $\pm 2 \sigma$  95,4 % aller Messergebnisse
- ▶  $\pm 3 \sigma$  99,7 % aller Messergebnisse
- ▶ %-Anteile entsprechen anteiliger Fläche unter der Kurve (Wahrscheinlichkeiten)
- ▶ Erweiterte Standardmessunsicherheit  $U = k * u$  mit k:  
Anzahl der  $\sigma$  / „Erweiterungsfaktor“, und u:  
Standardmessunsicherheit des Messverfahrens
  - $k = 2$ : 95 %-ige „Überdeckungswahrscheinlichkeit“ für „gemessener Wert  $\pm$  erw. Messunsicherheit“



## Größen ohne Messunsicherheit



- ▶ Mathematische Konstanten ( $\pi = 3,1415\dots$ )
- ▶ Konstanten in Definitionen ( $c = 299\,792\,458\text{ m/s}$ )
- ▶ Betriebsbedingungen ( $I_{\text{LED}} = 20\text{ mA}$ )
- ▶ Diskrete (zählbare) Werte (1, 2, 3, ...)

**→ Alle anderen Größen können Unsicherheitsanteile enthalten**

# Angabe von Messergebnissen

$$Y = y \pm U$$



## Beispiel: Masse

$m = 9,893\,428$

## Korrekte Angabe:

$m = (9,893 \pm 0,026) \text{ g}$       oder       $m = 9,893 \text{ g} \pm 0,026 \text{ g}$

➔ 2 signifikante Stellen der MU

# Signifikante Stellen



- ▶ **1. signifikante Stelle** = 1. Stelle ungleich Null (bis zur Rundungsstelle)
- ▶ **2. signifikante Stelle** = Stelle nach 1. signifikanter Stelle (kann auch Null sein)

▶ **Beispiel: 0,05247**

- Angabe mit 1 signifikanten Stelle      0,05
- Angabe mit 2 signifikanten Stellen      0,052
- Angabe mit 3 signifikanten Stellen      0,0525

# ...Auflösung, Abweichung & Messunsicherheit...



## ► Auflösung:

Kleinste Zähleinheit (hier: Abstand der Ringe)

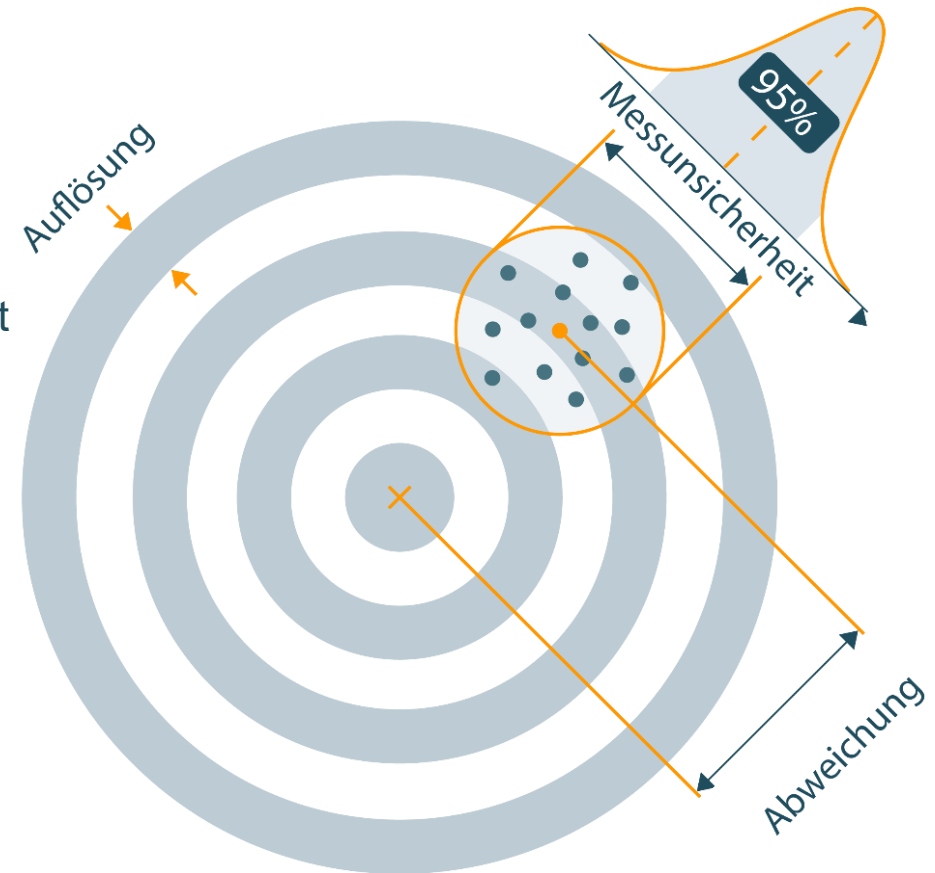
## ► Abweichung:

Abweichung des Mittelwerts der Messung zum Bezugswert

## ► Messunsicherheit:

Intervall (Fläche) mit ca. 95 %

Überdeckungswahrscheinlichkeit Messwerte



# Bedeutung von Abweichung und Messunsicherheit



## Abweichung

Beschreibt die Quantität der Kalibrierung,

d.h. um welchen Wert die Messergebnisse der Messreihe vom richtigen Wert abweichen, durch zufällige oder systematische Ursachen.

## Messunsicherheit

Beschreibt die Qualität der Kalibrierung,

da die Messunsicherheit durch den Kalibriergegenstand, die Messeinrichtungen, das Messverfahren, und die Umgebungsbedingungen beeinflusst wird.

Je kleiner die Messunsicherheit, desto besser sind also diese Einflussfaktoren beherrscht.

# KAPITEL 3

## MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN



# Mathematische Grundlagen I / Summe



$$x_{\text{Summe}} = \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n$$

$$x_1 = 7; \quad x_2 = 5; \quad x_3 = 12; \quad x_4 = 8 \quad \rightarrow n = 4$$

$$x_{\text{Summe}} = \sum_{i=1}^4 x_i = 7 + 5 + 12 + 8 = 32$$

**Beispielrechnung:**

$$u_1 = 1 ; u_2 = 2 ; u_3 = 5$$

► **Lineare Addition:**

$$u_{\text{ges}} = \sum_{i=1}^3 u_i = u_1 + u_2 + u_3$$

► **Quadratische Addition:**

$$u_{\text{ges}} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 u_i^2} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$

# Mathematische Grundlagen III



**Arithmetisches Mittel:**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

**Standardabweichung des Einzelwerts:**

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

**Standardabweichung des Mittelwerts:**

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

**Standardmessunsicherheit:**

$$u(\bar{x}) = s(\bar{x})$$

# KAPITEL 4

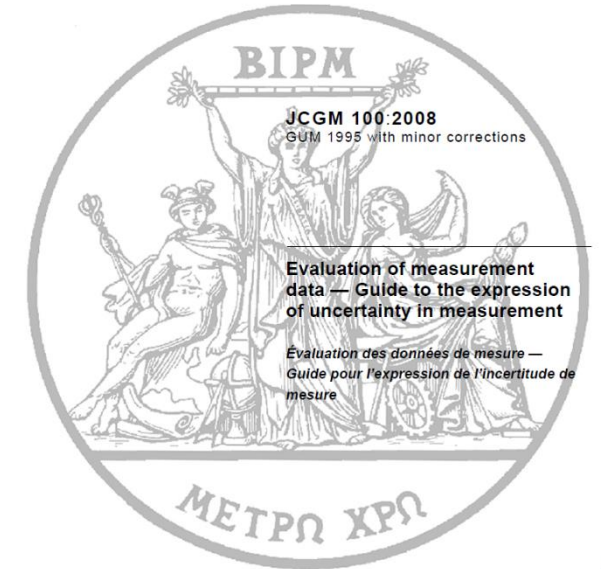
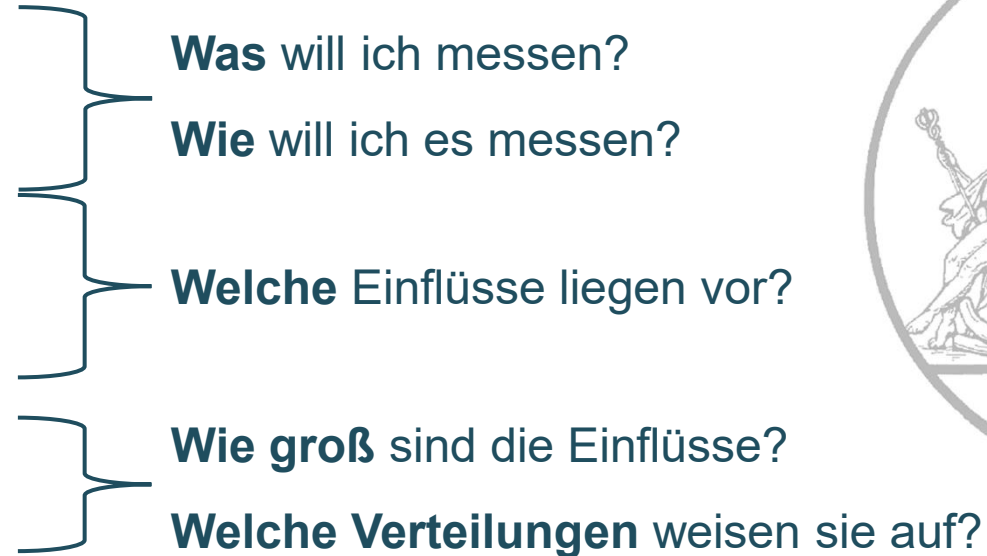
## GESAMTMESSUNSICHERHEIT

# Berechnung nach GUM: Vorgehen



## ► Vorgehen:

1. Analyse der Messung  
→ Aufstellen der Prozessgleichung
2. Einschätzung der Einflussgrößen
3. Aufstellen der Modellgleichung
4. Berechnung
5. Angabe des vollständigen Messergebnisses



Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM) ([www.bipm.org](http://www.bipm.org) -> englisch/französisches Original)

## Die „goldene“ Gleichung



$$U = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \sqrt{G_i} \cdot c_i \cdot u(x_i) \right)^2}$$

- ▶  **$U$**  : erweiterte Messunsicherheit
- ▶  **$k$**  : Erweiterungsfaktor

- ▶  **$u(x_i)$**  : Beitrag der Größe  $i$
- ▶  **$G$**  : Gewichtungsfaktor
- ▶  **$c$**  : Sensitivitätskoeffizient

## Sensitivitätskoeffizienten $c_i$



▶ “Die Sensitivitätskoeffizienten stellen dar, mit welcher Empfindlichkeit ( $\equiv$  Sensitivität) das Ergebnis einer Messung von einer Einflussgröße abhängig ist.”\*

▶ **Außerdem:** Umformung der verschiedenen physikalischen Größen

▶ **Berechnung über:**

- Abschätzung
- Partielle Ableitung der Modellgleichung

$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

\*Bestimmung der Messunsicherheit nach GUM – Bernd Pesch

# Gewichtungsfaktor $G_i$



- “[Der Gewichtungsfaktor wird benötigt], um im MU-Budget eine Messgröße so zu normieren, als würde man von einer (fiktiven) Einflussgröße mit Normalverteilung ausgehen.”\*

Verteilung	Gewichtungsfaktor $G_i$
Normal	1
Rechteck	1/3
Dreieck	1/6
U-Verteilung	1/2

$$U = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (\sqrt{G_i} \cdot c_i \cdot u_i)^2}$$

\*Bestimmung der Messunsicherheit nach GUM – Bernd Pesch



# Das GUM-Rezept



1. Alle Einflussgrößen ( $x_i$ ) definieren
2. Betrag ( $u(x_i)$ ) & Verteilung ( $\rightarrow G_i$ ) der Einflussgrößen ermitteln

- Standardmessunsicherheit berechnen  $u'_i = \sqrt{G_i} \cdot u(x_i)$

3. Sensitivitätskoeffizienten  $c_i$  ermitteln

- Unsicherheitsbeitrag berechnen  $u_i = c_i \cdot u'_i$

4. Alle Unsicherheitsbeiträge quadratisch addieren für die kombinierte Messunsicherheit  $u = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2}$

5. Wahl von  $k$

- Berechnung der erweiterten Messunsicherheit  $U = k \cdot u$

$$U = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (\sqrt{G_i} \cdot c_i \cdot u_i)^2}$$

# KAPITEL 5

## EINFLUSSGRÖßEN

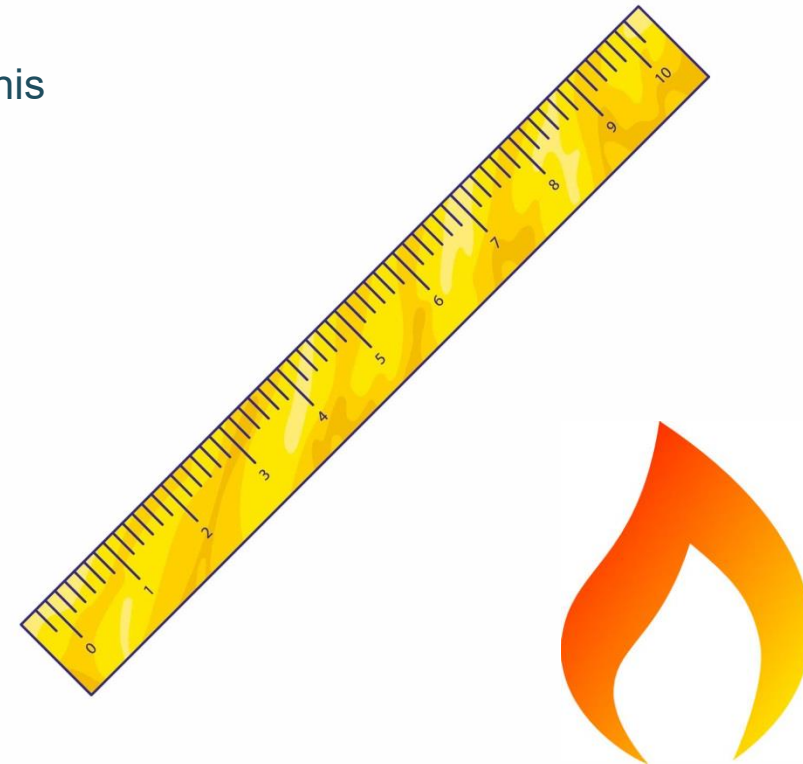
# Einflussgrößen



## Definition:

Größe, die nicht die Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst!

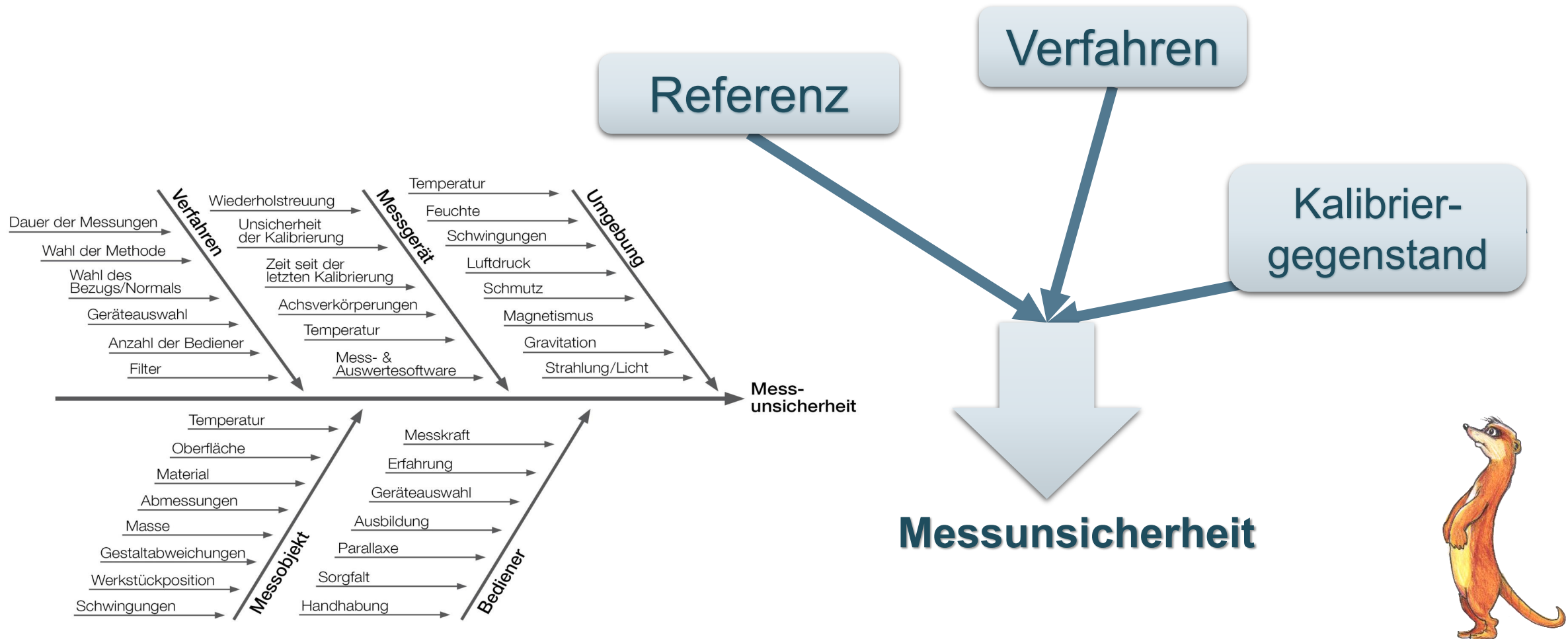
Z.B. Temperatureinfluss bei Längenmessungen



# Einflusskomponenten auf die Messunsicherheit



# Was steckt alles in der Messunsicherheit?



# Typische Einflussgrößen



## ▶ Beiträge der Gebrauchsnormale/Referenzeinrichtungen

- Kalibrierunsicherheit
- Drift
- Auflösung
- ...

## ▶ Beiträge des Kalibriergegenstands

- Instabilität
- Digitalisierungsfehler
- Wiederholbarkeit / Auflösung
- ...

## ▶ Beiträge der Hilfsmittel

- Inhomogene räumliche Verteilung
- Zeitliche Stabilität
- Messgrößenspezifische Größen: z.B.  
Temperatur bei Länge; Luftdruck bei Strömung
- Kontakteinflüsse
- ...

# Einschätzung der Einflussgrößen I



## ► Schätzwerte aus dem laufenden Messprozess

- Ergebnisse direkter Messungen
- Ergebnisse vorausgegangener Auswertungen
- Erfahrungswerte, subjektive Bewertungen

## ► Werte aus externen Quellen

- Werte aus Kalibrierscheinen / Kalibrierzertifikaten
- Herstellerangaben
- Tabellen- /Literaturwerte

## ❖ 2 Methoden:

- Ermittlungsmethode A (statistisch)
- Ermittlungsmethode B (nicht-statistisch)

# Ermittlungsmethode A



## ► Statistische Einflussgrößen:

Auswertung von mehrmaligen Beobachtungen

- n Messungen der Größe q zur Bestimmung der Eingangsgröße X
- Arithmetischer Mittelwert  $\bar{x}$  als bester Schätzwert der Eingangsgröße
- Empirische Standardabweichung  $s(\bar{x})$  des Mittelwertes als Standardmessunsicherheit  $u_{\bar{x}}$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad u_{\bar{x}} = s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$



## Ermittlungsmethode B



### ► Nicht-Statistische Einflussgrößen:

Informationen, die nicht unmittelbar aus mehrmaligen Beobachtungen stammen (z.B. Schätzungen)

- Herstellerangaben
- Daten aus Kalibrierscheinen und Zertifikaten
- Referenzdaten aus Handbüchern
- Erfahrung/Kenntnisse über Verhalten/Eigenschaften von Materialien/Messgeräten

## Einschätzung der Einflussgrößen II



### ► Größen, die in der MU-Bilanz vorkommen

- Kalibrierunsicherheiten
- Driften
- Auflösungsbeiträge
- Leitungseinflüsse
- Stabilität/Homogenität
- Hysterese
- Wiederholbarkeit
- ...

### ► Größen, die NICHT in der MU-Bilanz vorkommen

- Luftkonvektion
- Anwesenheit des Bearbeiters
- Handhabung des Bearbeiters
- Ausrichtung des Messaufbaus
- Innerhalb der Umgebungsbedingungen / Betriebsbedingungen
- Erdung
- ...

# Das GUM-Rezept



1. Alle Einflussgrößen ( $x_i$ ) definieren
2. Betrag ( $u(x_i)$ ) & Verteilung ( $\rightarrow G_i$ ) der Einflussgrößen ermitteln

➤ Standardmessunsicherheit berechnen  $u'_i = \sqrt{G_i} \cdot u(x_i)$

3. Sensitivitätskoeffizienten  $c_i$  ermitteln

➤ Unsicherheitsbeitrag berechnen  $u_i = c_i \cdot u'_i$

4. Alle Unsicherheitsbeiträge quadratisch addieren für die kombinierte Messunsicherheit  $u = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2}$

5. Wahl von  $k$

➤ Berechnung der erweiterten Messunsicherheit  $U = k \cdot u$

$$U = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (\sqrt{G_i} \cdot c_i \cdot u_i)^2}$$

# MU-Berechnung produktiv: Beispiel 1



Multiplikation mit  $G_i$  bzw. Divisor

Multiplikation mit SK

Einflussgröße	Unsicherheit Einflussgröße	Standard-messunsicherheit	Verteilung	SK	Unsicherheitsbeitrag $u_i$
Akkreditiertes Verfahren (inkl. Referenz) ( $k=2$ )	0,50 % rF	0,25 % rF	Normal	1	0,25 % rF
Stabilität der Messung	0,10 % rF	0,10 % rF	Normal	1	0,10 % rF
Auflösung (0,1 % rF)	0,05 % rF	0,029 % rF	Rechteck	1	0,029 % rF
<b>Quadratische Addition:</b> Gesamtstandardmessunsicherheit $u$					0,27 % rF
Erweiterte Unsicherheit $U$ mit $k = 2$					<b>0,54 % rF</b>

# MU-Berechnung produktiv: Beispiel 2



Multiplikation mit  $G_i$  bzw. Divisor

Multiplikation mit SK

Einflussgröße	Unsicherheit Einflussgröße	Standard-messunsicherheit	Verteilung	SK	Unsicherheitsbeitrag $u_i$
Akkreditiertes Verfahren (inkl. Referenz) ( $k=2$ )	0,50 % rF	0,25 % rF	Normal	1	0,25 % rF
Stabilität der Messung	0,10 % rF	0,10 % rF	Normal	1	0,10 % rF
Auflösung (1 % rF)	0,5 % rF	0,29 % rF	Rechteck	1	0,29 % rF
<b>Quadratische Addition:</b> Gesamtstandardmessunsicherheit $u$					0,39 % rF
Erweiterte Unsicherheit $U$ mit $k = 2$					<b>0,79 % rF</b>

# Angabe MU als erweiterte Messunsicherheit



- Angabe der **erweiterten Messunsicherheit**  $U = k \cdot u(y)$
- Angabe des **Erweiterungsfaktors**  $k = 2$ , für die eine **Überdeckungswahrscheinlichkeit** von ca. **95 %** gilt

## **Messunsicherheit** Measurement uncertainty

Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, 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. Ein Anteil für die Langzeit-Instabilität ist nicht enthalten.

The expanded uncertainty of measurement corresponding to the measurement results is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor  $k = 2$ . This was determined in accordance with EA-4/02 M:2022. Usually the true value is located within the corresponding interval with a probability of approximately 95%. A ratio for the long-term instability is not included.

# KAPITEL 6

## BEISPIEL TEMPERATUR

# Beispiel: Thermoelementkalibrierung



► **Kalibriergegenstand:**

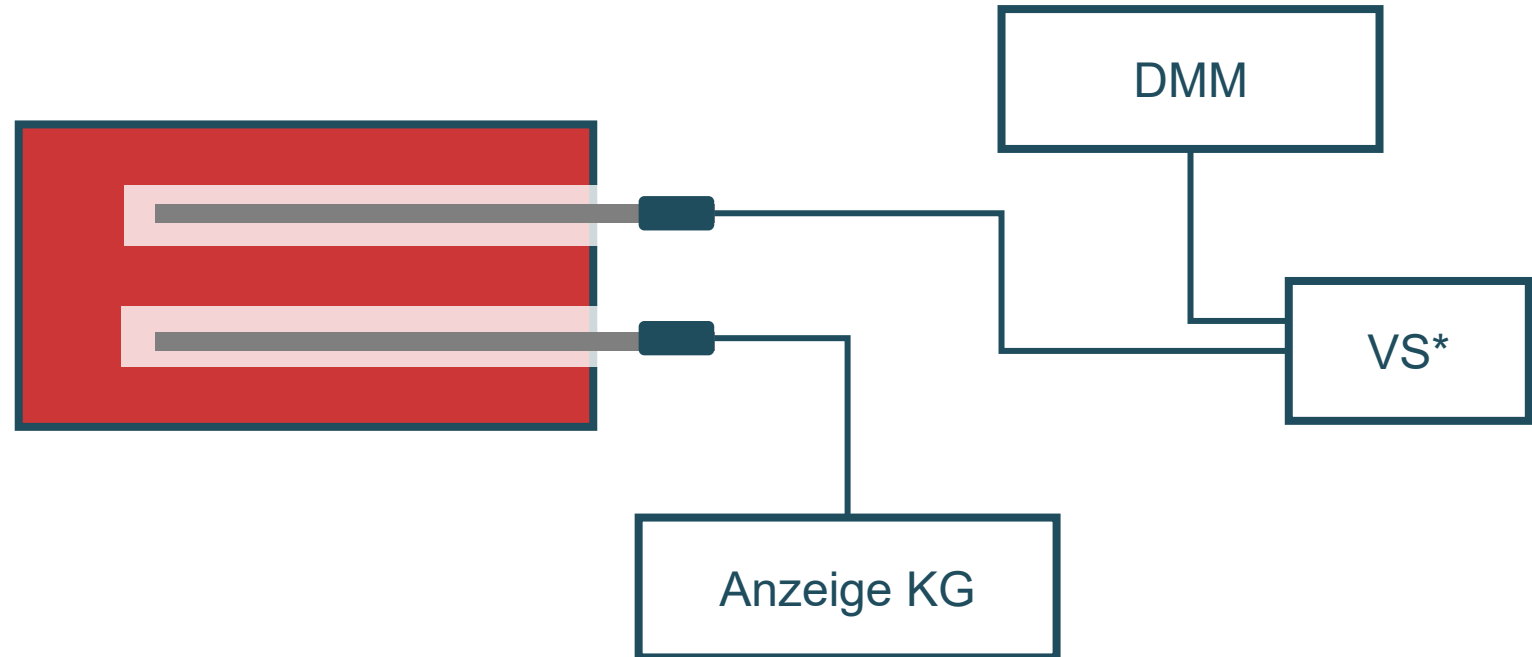
- Thermoelement

► **Referenz:**

- Thermoelement Typ S
- Digital Multimeter (DMM)

► **Hilfsmittel:**

- Hochtemperaturofen



\*Vergleichsstelle: meistens 0°C



# Thermo Element (ThE)-Kalibrierung: Einflussgrößen

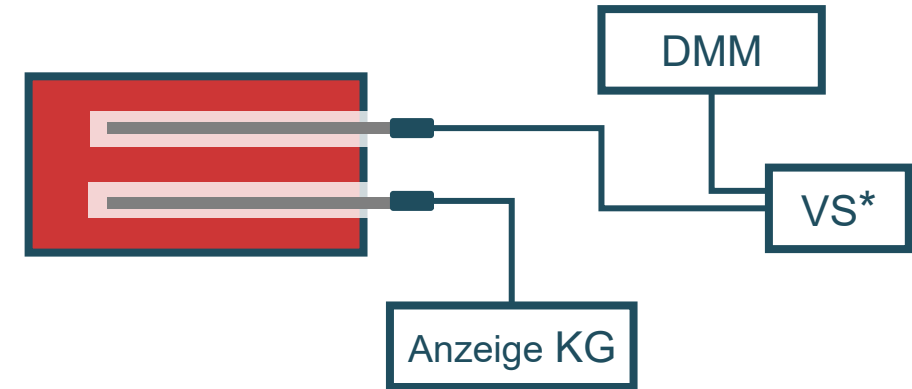


## ► Einfluss Referenz:

- Kalibrierung
- Drift
- Hysterese
- Inhomogenitäten
- Vergleichsstelle
- ...

## ► Fehlerquellen:

- Leitungen beschädigt (vor allem im Bereich des Temperaturgradienten)
- Vergleichsstelle ungenügend
- Wärmeableitung
- ...



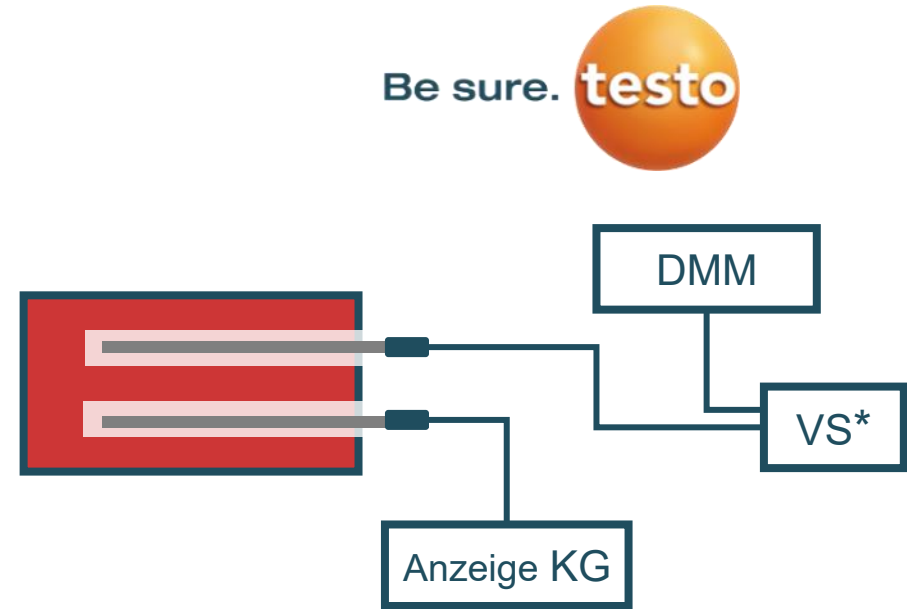
# ThE-Kalibrierung: Einflussgrößen II

## ► Einfluss DMM:

- Kalibrierung
- Drift
- Kontakte
- ...

## ► Fehlerquellen:

- Falsche Kontaktmaterialien
- Temperaturgradient an den Kontakten
- ...



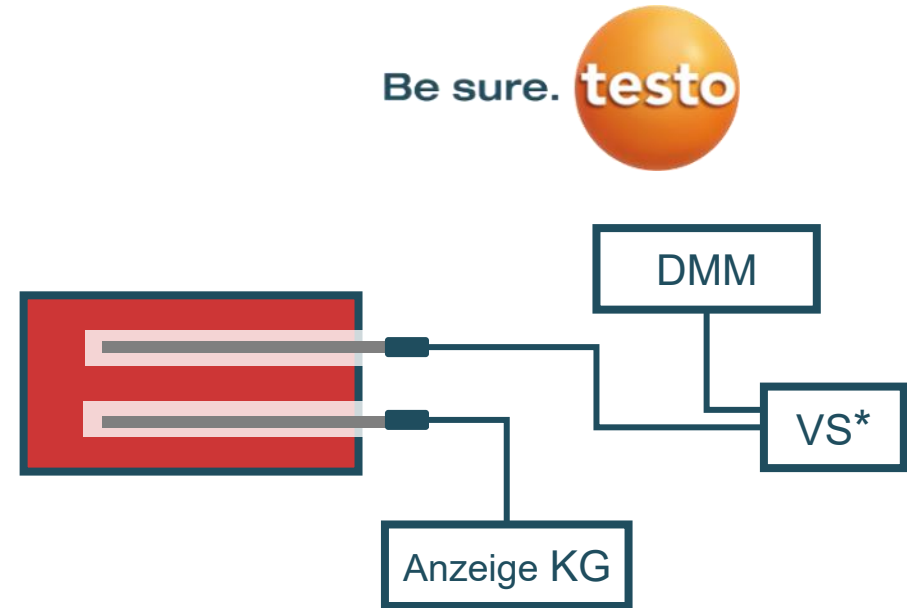
## ThE-Kalibrierung: Einflussgrößen III

### ► Einfluss Ofen:

- Homogenität (Bohrung)
- Homogenität (Messort)
- Stabilität

### ► Fehlerquellen:

- Keine ausreichende Angleichzeit → geringe Stabilität / Homogenität
- ...



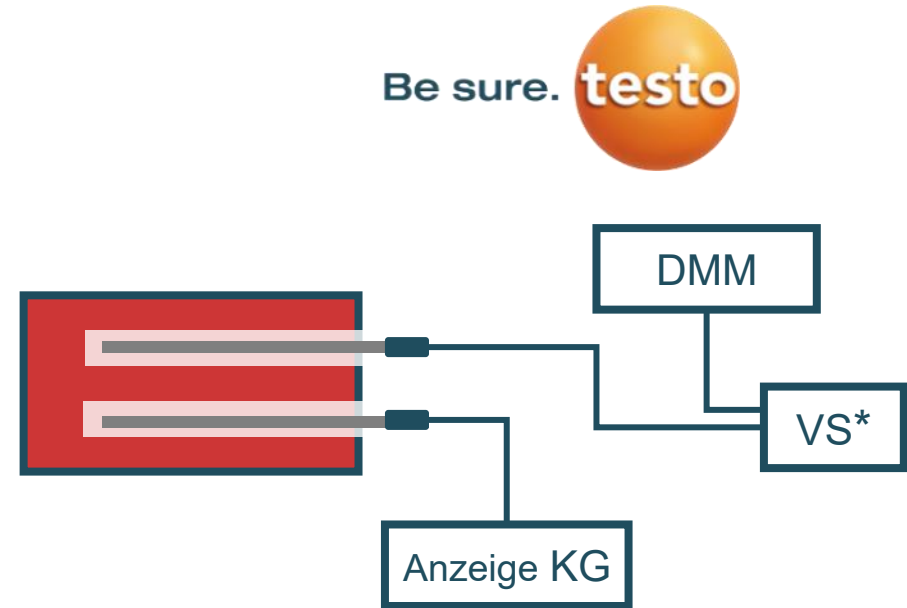
## ThE-Kalibrierung: Einflussgrößen IV

### ► Einfluss KG:

- Stabilität
- Auflösung
- Hysterese
- Inhomogenitäten

### ► Fehlerquellen:

- Falsche Angabe Auflösung
- Nicht genügend angeglichen
- Inhomogenitäten im Temperaturgradienten
- Wärmeableitung
- ...



# Andere Einflussgrößen Temperatur

- ▶ **Widerstandsthermometer:** Eigenerwärmung
- ▶ Strahlungseinfluss
- ▶ **Infrarot:** Abweichung Emissionsgrad
- ▶ **Oberfläche:** Anpressdruck
- ▶ **Referenzwiderstand:** Kalibrierung, Temperaturstabilität, Drift

# KAPITEL 7

## VERTRAUENSNIVEAU UND KONFORMITÄTBEWERTUNG

# Konformitätsaussage



- ▶ Zwei unabhängige Vorgänge führen zur Konformitätsaussage

## 1. Kalibrierung

- Abweichungen (Soll-Wert, Ist-Wert)
- Messunsicherheit

## 2. Bewertung

- Zulässige Abweichungen
- Entscheidungsvorgaben

# Kalibrierung



## ► 1. Kalibrierung

Ein Kalibriervorgang liefert als Ergebnis den Messwert (Referenz und Prüfling) und die beigeordnete erweiterte Messunsicherheit U. Damit ist der Kalibriervorgang abgeschlossen, der Kalibrierschein kann erstellt werden.





# Bewertung

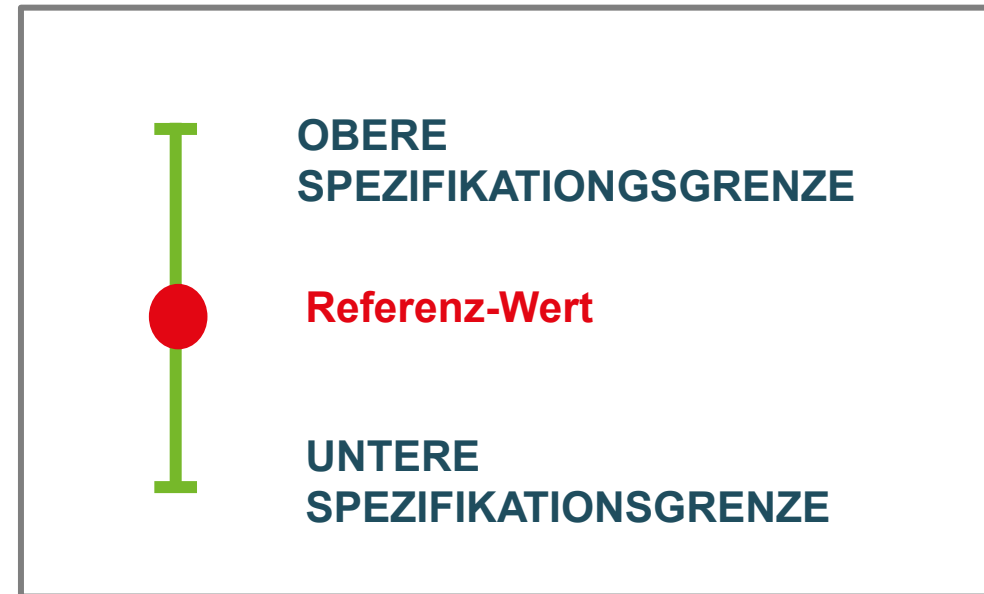


## ➤ Konformitätsbewertung nach DIN ISO/IEC 17000:2020:

*Darlegung, dass festgelegte Anforderungen (= Erfordernis oder Erwartung, das oder die niedergelegt ist) erfüllt sind.*

### ➤ 2. Bewertung

Die Spezifikationsgrenze kann in normativen Dokumenten wie Rechtsschriften, Normen und technischen Spezifikationen niedergelegt sein. Oft wird auf Herstellerspezifikationen verwiesen. Der Nutzer des Kalibrierscheins muss die Spezifikation jedoch selbst für seine Prüfmittel festlegen.



# Entscheidungsregel



- ▶ Mit der Veröffentlichung der neuen Revision der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 wurde der Begriff der **Entscheidungsregel** eingeführt. Sie liefert die Grundlage zur Definition von quantifizierbaren Kontrolllimits, auf denen die Entscheidungsregel beruht.
- ▶ Unter dem Abschnitt 3.7 der **DIN EN ISO/IEC 17025:2018** wird der Begriff „*Entscheidungsregel*“ definiert als „*Regel, die beschreibt, wie die Messunsicherheit berücksichtigt wird, wenn Aussagen zur Konformität mit einer festgelegten Anforderung getätigt werden*“.
- ▶ **Weiter heißt es:**
  - „7.1.3 Wenn der Kunde für die [...] Kalibrierung eine Aussage zur Konformität bezüglich einer Spezifikation oder Norm verlangt [...], 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“ [1]

# Vertrauensniveaus



## ▶ Vertrauensniveau 95

- Berücksichtigt gesamte MU für den „Schutzabstand“; wenn Ergebnis  $\pm$  MU auf der Toleranzgrenze liegt, nur 5 % Risiko ein fälschlich konformes Messgerät zu erhalten (Grenzfall)
- Nicht anwendbar wenn Herstellerspezifikation ähnlich groß der MU ist

## ▶ Vertrauensniveau 85

- Berücksichtigt  $\frac{1}{2}$  MU für den „Schutzabstand“; Kompromiss zwischen hoher Qualität und Kosten

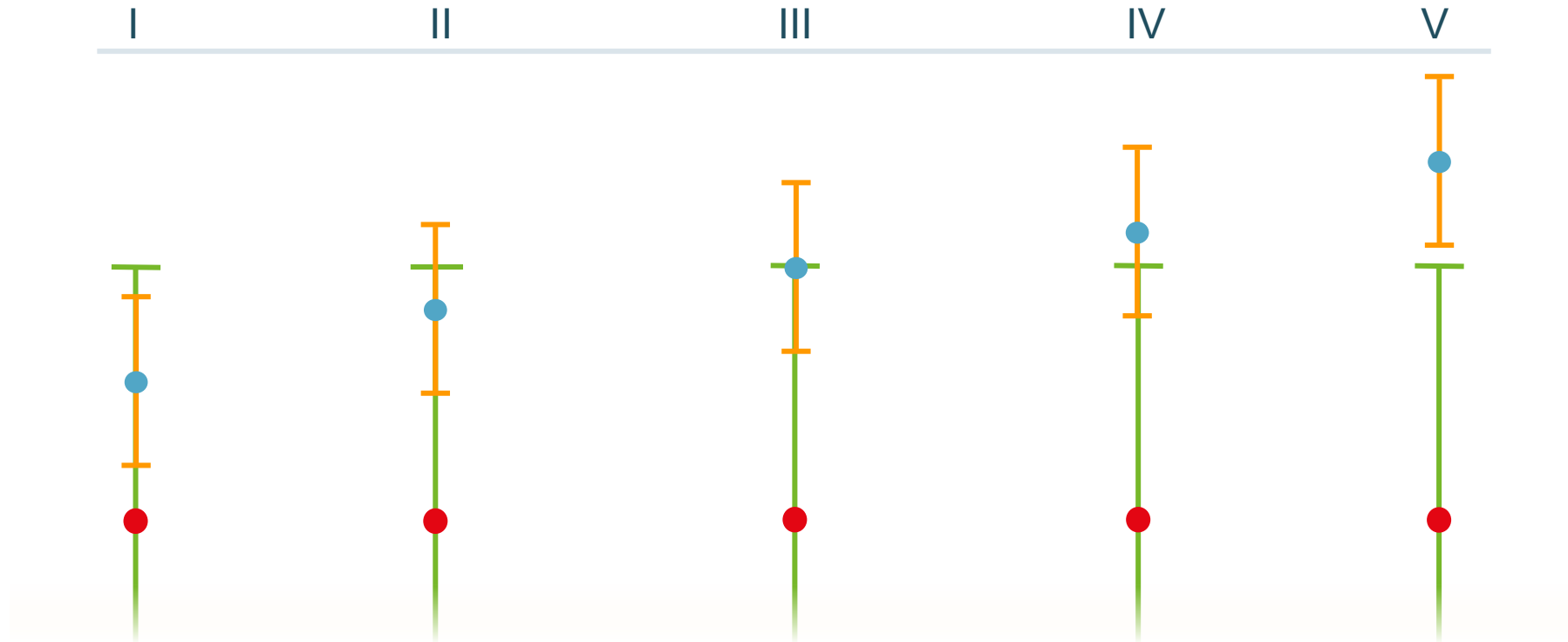
## ▶ Vertrauensniveau 50

- Ohne „Schutzabstand“; Grenzfall liegt mit 50 % Wahrscheinlichkeit im Toleranzbereich; seltener Fall
- Standard für ISO-Kalibrierungen

## ▶ ILAC-G8

- Pass, conditional pass, conditional fail, fail; „Schutzabstand“=MU, auf Toleranzgrenzen aufgespannt

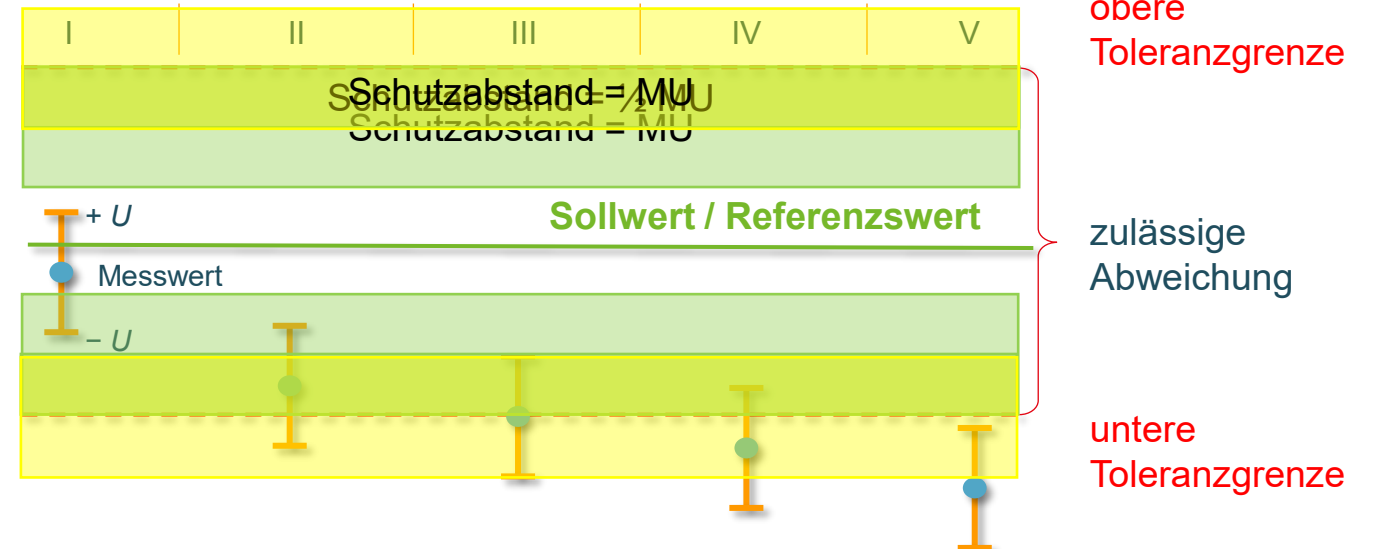
# Bewertung



# Entscheidungsregeln bei Testo Industrial Services



*Diese Regel „[...] beschreibt, wie die Messunsicherheit berücksichtigt wird, wenn Aussagen zur Konformität mit einer festgelegten Anforderung getätigt werden.“*



Entscheidungsregel TIS	I	II	III	IV	V
VN 95 (Standard DAkkS)					
VN 85					
VN 50 (Standard ISO)					
ILAC G8					

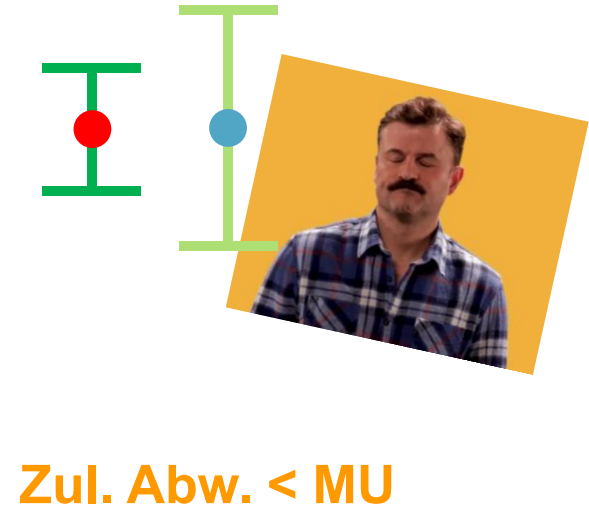
## Problematische Spezifikation

Ist der Wert der  
Messunsicherheit denn bei  
einer ISO-Kalibrierung  
demnach nicht sowieso  
egal?

Nein!



## Problematische Spezifikation



Es ist zu beachten, dass die MU nicht größer sein sollte als die zulässige Abweichung. Eine Konformitätsaussage kann zwar noch erfolgen, ist aber nicht wirklich sinnvoll.

# Tolerance Uncertainty Ratio - TUR



- ▶ Verhältnis der Toleranz zur Gesamtmessunsicherheit der Kalibrierung:

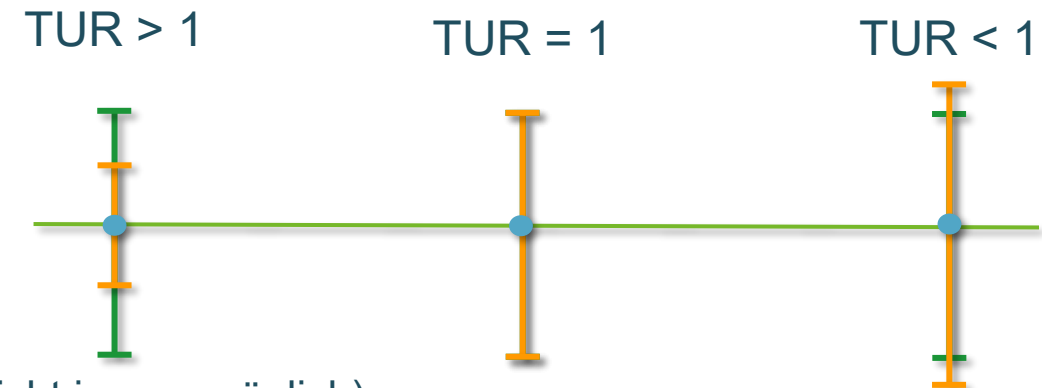
$$TUR = \frac{\text{Toleranz bzw. zulässige Abweichung}}{U_{\text{Gesamt}}}$$

- ▶ Optimal:  $TUR \geq 4$

→ Sichere Konformitätsaussage möglich

- ▶ Bei  $TUR < 2$ :

Wahl eines anderen Messverfahrens empfohlen (ist nicht immer möglich)





# KAPITEL 8

AUSBLICK AUF DAS LETZTE WEBINAR  
DER REIHE

# Alle Webinare zum Thema Kalibrierung auf einen Blick

Be sure.



- ▶ Webinar 1: Grundlagen der Kalibrierung
- ▶ Webinar 2: Methoden der Kalibrierung und das Kalibrierzertifikat
- ▶ Webinar 3: Grundlagen Messunsicherheit und Konformitätsbewertung
- ▶ Live-Webinar 4: Grundlagen Prüfmittelmanagement und  
Messstellenrisikoanalyse nach GAMP  
**am 18. November, 15:00 – 16:00 Uhr**



**Alle Infos unter: [www.testotis.de/know-how/webinare](http://www.testotis.de/know-how/webinare)**

IHR DIREKTER KONTAKT ZU UNS

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



LinkedIn:  
Mario Meister



**Mario Meister**  
Leiter GxP Services

Tel.: +49 151 52718800  
E-Mail: MMeister@testotis.de



LinkedIn:  
Testo Industrial Services