



# Einführung in die Messunsicherheitsberechnung

**Lernziel:**  
Verständnis des schrittweisen Verfahrens zur Ermittlung der Messunsicherheit nach dem ISO-Guide.

## Inhalt

1. Vorbemerkungen.....	1
2. Das einheitliche Verfahren nach GUM .....	1
3. Begriffe .....	2
4. Definition der Grössen und deren Symbole .....	2
5. Vorgehen zur Ermittlung der Messunsicherheit $U$ .....	2
6. Literatur.....	2

## 1. Vorbemerkungen

- Ein Messwert ist nur dann aussagekräftig, wenn er von einer Messunsicherheitsangabe begleitet ist.
- Die Angabe einer Messunsicherheit enthält zwingend auch eine Angabe des Vertrauensniveaus.
- Die in einem Zertifikat angegebene Messunsicherheit bezieht sich stets auf das angegebene Resultat (und nicht auf eine Referenzgrösse) und schliesst damit das Verhalten des Prüflings mit ein.

## 2. Das einheitliche Verfahren nach GUM

So wie der weltweite Gebrauch des Internationalen Einheitensystems (SI) alle wissenschaftlichen und technischen Messungen vereinheitlicht, ermöglicht eine weltweite Übereinkunft über die Ermittlung und Angabe der Messunsicherheit den Vergleich von Messungen, die an verschiedenen Orten mit verschiedenen Methoden vorgenommen wurden.

Das Verfahren nach GUM zur Ermittlung und Angabe der Messunsicherheit ist wie folgt beschaffen:

- *universell*: Das Verfahren ist auf alle Arten von Messungen und alle Typen von Eingabedaten, die bei Messungen verwendet werden, anwendbar.
- *In sich konsistent*: Die Messunsicherheit lässt sich direkt aus den zu ihr beitragenden Komponenten herleiten und ist unabhängig von der Gruppierung dieser Komponenten und ihrer Zerlegung in Unterkomponenten.
- *übertragbar*: Es ist möglich, die für ein Messergebnis ermittelte Messunsicherheit direkt als Komponente zur Ermittlung der Messunsicherheit bei einer anderen Messung zu verwenden, bei der das erste Ergebnis verwendet wird.
- *quantifizierbares Vertrauen*: Das Verfahren liefert einen Bereich um das Messergebnis, dessen Vertrauensniveau bekannt ist.

### 3. Begriffe

Eine einheitliche Verwendung der Begriffe ist äusserst wichtig. Im Glossar MU-G werden die wichtigsten Begriffe zum Thema Messunsicherheit erläutert.

### 4. Definition der Grössen und deren Symbole

$Y$	Ausgangsgrösse
$y$	Schätzwert für $Y$
$X_i$	Eingangsgrösse
$x_i$	Schätzwert für $X_i$
$u(x_i)$	Standardunsicherheit für jeden Schätzwert $x_i$
$c_i$	Empfindlichkeitskoeffizient für $X_i$
$u_c(y)$	kombinierte Unsicherheit für $y$
$U$	erweiterte Unsicherheit

### 5. Vorgehen zur Ermittlung der Messunsicherheit $U(y)$

1. Mathematische Modellierung des Messprozesses
2. Identifikation der Eingangsgrössen  $X_i$
3. Bestimmung des Schätzwerts  $x_i$  für jede Eingangsgrösse  $X_i$
4. Bestimmung des Empfindlichkeitskoeffizients  $c_i$  für jede Eingangsgrösse  $X_i$
5. Ermittlung der Standardunsicherheit  $u(x_i)$  für jeden Schätzwert
6. Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit  $u_c(y)$
7. Berechnung der erweiterten Unsicherheit  $U$

### 6. Literatur

1. Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen; Deutsche Fassung, ENV 13005:1999 (Europäische Vornorm)
2. JCGM 100: "Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement" 2008 (verfügbar über die Suchfunktion auf <http://www.bipm.org>)
3. JCGM 104: "Evaluation of measurement data — An introduction to the 'Guide to the expression of uncertainty in measurement' and related documents", 2009 (verfügbar über die Suchfunktion auf <http://www.bipm.org>)
4. Einführung zum "Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen" und zu den dazugehörigen Dokumenten, deutsche Fassung zu JCGM 104, [https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung\\_8/8.4\\_mathematische\\_modellierung/8.40/JCGM\\_104\\_2009\\_DE\\_2011-03-30.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_8/8.4_mathematische_modellierung/8.40/JCGM_104_2009_DE_2011-03-30.pdf)
5. JCGM 101: "Evaluation of measurement data – Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" – Propagation of distributions using a Monte Carlo method", 2008 (verfügbar über die Suchfunktion auf <http://www.bipm.org>)
6. EA-4/02, Evaluation of the Uncertainty of Measurement in calibration, <https://european-accreditation.org/publications/ea-4-02-m/>

7. W.H. Heini Gränicher, Messung beendet – was nun? Einführung und Nachschlagewerk für die Planung und Auswertung von Messungen, vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, ISBN 3-7281-2258-0
8. SN EN ISO 14253-1:2018, Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen - Teil 1: Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen
9. DIN EN ISO 14253-2:2011-11, Geometrische Produktspezifikationen (GPS) - Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen - Teil 2: Anleitung zur Schätzung der Unsicherheit bei GPS-Messungen, bei der Kalibrierung von Messgeräten und bei der Produktprüfung.
10. EURACHEM/CITAC, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, <https://www.eurachem.org/index.php/publications/guides/quam#translations>
11. F. Adunka, Messunsicherheiten, Theorie und Praxis, VULKAN-Verlag Essen 2000, ISBN 3-8027-2194-2
12. I. Lira, Evaluating The Measurement Uncertainty, Fundamentals And Practical Guidance, Series in Measurement Science and Technology, IOP Publishing Ltd 2002, ISBN 0-7503-0840-0