

A vertical blue line is positioned on the left side of the slide, extending from the top of the main content area down to the bottom.

# Aktuelle Entwicklungen des GUM

*K. Klauenberg*

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Berlin und Braunschweig

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

GUM Dokumente

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Hintergrund

- ▶ JCGM
- ▶ GUM Dokumente  
dessen Entstehung

## GUM Revision [Bich et al., 2012]

- ⇒ 1. Entwurf: 2015
  - ▶ Motivation, Inhalt
  - ▶ potentielle Implikationen, Feedback
- ⇒ Verzögerungen

## Blick in die Zukunft

Einführung

Inhalt

**Hintergrund JCGM**

GUM Dokumente

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Zuständigkeit

- ▶ JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology)
  - ▶ Komitee aus 8 intern. Organisationen (MO)

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

GUM Dokumente

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Zuständigkeit

- ▶ JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology)
  - ▶ Komitee aus 8 intern. Organisationen (MO)
    - BIPM** Bureau International des Poids et Mesures
    - IEC** Intern. Electrotechnical Commission
    - IFCC** Intern. Federation of Clinical Chemistry
    - ILAC** Intern. Laboratory Accreditation Cooperation
    - ISO** Intern. Organization for Standardization
    - IUPAC** Intern. Union of Pure and Applied Chemistry
    - IUPAP** Intern. Union of Pure and Applied Physics
    - OIML** Intern. Organization of Legal Metrology

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

GUM Dokumente

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Zuständigkeit

- ▶ JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology)
  - ▶ Komitee aus 8 intern. Organisationen (MO)
  - ▶ Pflege & Entwicklung von Leitfäden der Metrologie für Wissenschaft & Technologie
  - ▶ Untergruppen: WG 1 (GUM), WG 2 (VIM)
  - ▶ [www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm](http://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm): Infos, Treffen, ...

## Convenor:

- Dr Walter Bich [ISO]

## Executive Secretary:

- Dr Carine Michotte [BIPM]

## Members:

- Dr Walter Bich [ISO]
- Prof. Maurice Cox [BIPM]
- Dr Charles D. Ehrlich [OIML]
- Dr Clemens Elster [IUPAP]
- Dr W. Tyler Estler [BIPM]
- Dr Nicolas Fischer [IEC]
- Prof. D. Brynn Hibbert [IUPAC]
- Dr Hidetaka Imai [ILAC]
- Mr Luis Mussio [OIML]
- Dr Lars Nielsen [BIPM]
- Prof. Leslie R. Pendrill [ILAC]
- Dr Antonio Possolo [IEC]
- Prof. Nick M. Ridler [IEC]
- Mr Steve Sidney [ILAC]
- Dr Adriaan van der Veen [ISO]
- Prof. Graham H. White [IFCC]
- Dr Wolfgang Wöger [IUPAP]
- Corresponding Member: Dr Rüdiger Kessel [IUPAC]

## Zuständigkeit

- ▶ JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology)
  - ▶ Komitee aus 8 intern. Organisationen (MO)
  - ▶ Pflege & Entwicklung von Leitfäden der Metrologie für Wissenschaft & Technologie
  - ▶ Untergruppen: WG 1 (GUM), WG 2 (VIM)
  - ▶ [www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm](http://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm): Infos, Treffen, ...
- ▶ WG 1 des JCGM
  - ▶ 18 Mitglieder

## Convenor:

- Dr Walter Bich [ISO]

## Executive Secretary:

- Dr Carine Michotte [BIPM]

## Members:

- Dr Walter Bich [ISO]
- Prof. Maurice Cox [BIPM]
- Dr Charles D. Ehrlich [OIML]
- Dr Clemens Elster [IUPAP]
- Dr W. Tyler Estler [BIPM]
- Dr Nicolas Fischer [IEC]
- Prof. D. Brynn Hibbert [IUPAC]
- Dr Hidetaka Imai [ILAC]
- Mr Luis Mussio [OIML]
- Dr Lars Nielsen [BIPM]
- Prof. Leslie R. Pendrill [ILAC]
- Dr Antonio Possolo [IEC]
- Prof. Nick M. Ridler [IEC]
- Mr Steve Sidney [ILAC]
- Dr Adriaan van der Veen [ISO]
- Prof. Graham H. White [IFCC]
- Dr Wolfgang Wöger [IUPAP]
- Corresponding Member: Dr Rüdiger Kessel [IUPAC]

## Zuständigkeit

- ▶ JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology)
  - ▶ Komitee aus 8 intern. Organisationen (MO)
  - ▶ Pflege & Entwicklung von Leitfäden der Metrologie für Wissenschaft & Technologie
  - ▶ Untergruppen: WG 1 (GUM), WG 2 (VIM)
  - ▶ [www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm](http://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm): Infos, Treffen, ...
- ▶ WG 1 des JCGM
  - ▶ 18 Mitglieder
  - ▶ [www.bipm.org/en/committees/cc/wg/jcgm-wg1.html](http://www.bipm.org/en/committees/cc/wg/jcgm-wg1.html): News, Literatur, ...

## Dokumente zur Auswertung von Messungen

- ▶ **Guide** to the expression of **Uncertainty** in **Measurement**  
JCGM 100:2008

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

**GUM Dokumente**

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen



## Dokumente zur Auswertung von Messungen

- ▶ **Guide** to the expression of **Uncertainty** in **Measurement**  
JCGM 100:2008
- ▶ An **introduction** to the GUM and related documents  
JCGM 104:2009
- ▶ Propag. of distributions using a Monte Carlo method  
Suppl. 1 to the GUM  
JCGM 101:2008
- ▶ Extension to any number of output quantities  
Suppl. 2 to the GUM  
JCGM 102:2011
- ▶ The role of measurem. uncertainty in conformity assessm.  
JCGM 106:2012

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

**GUM Dokumente**

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Dokumente zur Auswertung von Messungen

- ▶ **Guide** to the expression of **Uncertainty** in **Measurement**  
JCGM 100:2008
- ▶ An **introduction** to the GUM and related documents  
JCGM 104:2009
- ▶ Propag. of distributions using a Monte Carlo method  
Suppl. 1 to the GUM  
JCGM 101:2008
- ▶ Extension to any number of output quantities  
Suppl. 2 to the GUM  
JCGM 102:2011
- ▶ The role of measurem. uncertainty in conformity assessm.  
JCGM 106:2012

⇒ kostenfrei, (welt)weit angewandt, de facto Norm in Metrol.

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

**GUM Dokumente**

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Dokumente zur Auswertung von Messungen

- ▶ **Guide** to the expression of **Uncertainty** in **Measurement**  
**JCGM 100:201X CD (Revision) & JCGM 110:201X CD (Bsp.e)**
- ▶ An **introduction** to the GUM and related documents  
JCGM 104:2009
- ▶ Propag. of distributions using a Monte Carlo method  
 Suppl. 1 to the GUM JCGM 101:2008
- ▶ Extension to any number of output quantities  
 Suppl. 2 to the GUM JCGM 102:2011
- ▶ The role of measurem. uncertainty in conformity assessm.  
JCGM 106:2012

⇒ kostenfrei, (welt)weit angewandt, de facto Norm in Metrol.

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

**GUM Dokumente**

Entstehung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

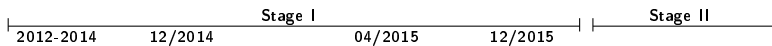
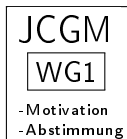
GUM Dokumente

**Entstehung**

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Zirkulation von JCGM-Entwürfen



Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

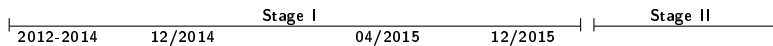
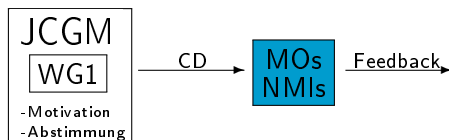
GUM Dokumente

**Entstehung**

Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Zirkulation von JCGM-Entwürfen



Einführung

Inhalt

Hintergrund JCGM

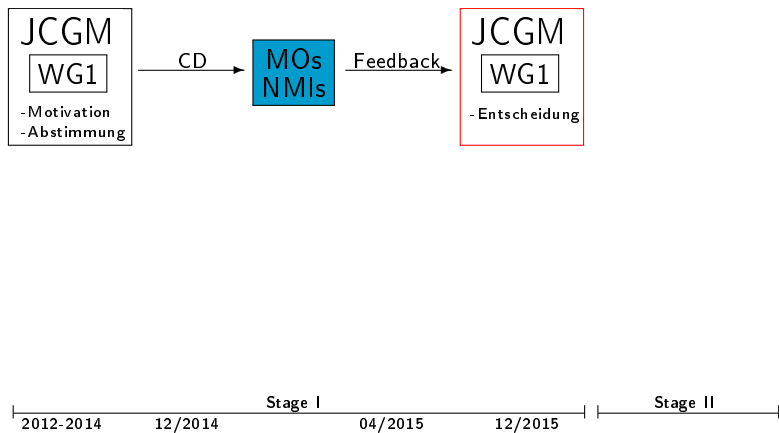
GUM Dokumente

**Entstehung**

Revision

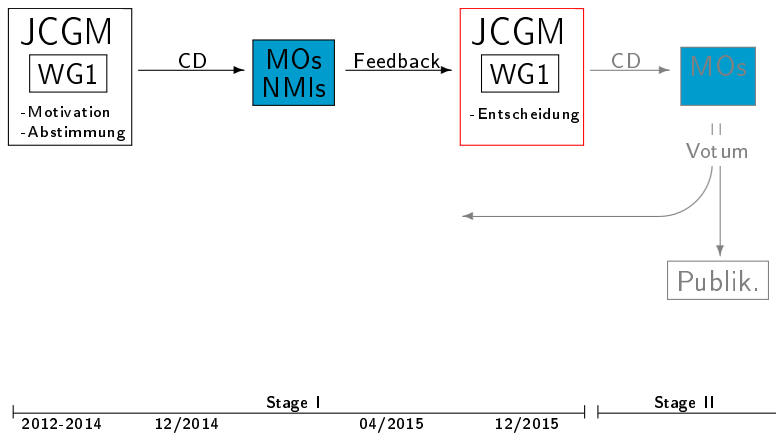
Künftige  
Entwicklungen

## Zirkulation von JCGM-Entwürfen



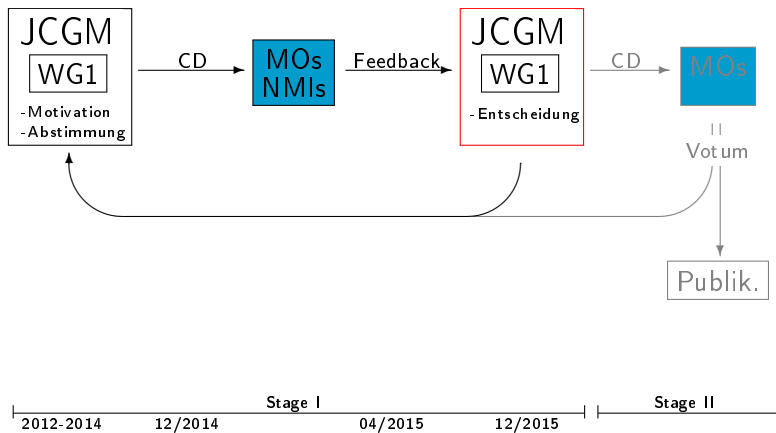
- Einführung
- Inhalt
- Hintergrund JCGM
- GUM Dokumente
- Entstehung**
- Revision
- Künftige Entwicklungen

## Zirkulation von JCGM-Entwürfen



- Einführung
- Inhalt
- Hintergrund JCGM
- GUM Dokumente
- Entstehung**
- Revision
- Künftige Entwicklungen

## Zirkulation von JCGM-Entwürfen





Einführung

**Revision**

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

# Revision

Einführung

Revision

**Motivation**

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

- ▶ Fortschritte der Metrologie seit 1993  
GUM MU-Auswertung unverändert (außer Suppl.)
- ▶ Inkonsistenzen mit Suppl. & intern [Bich et al., 2012]
- ▶ Evolution statt Revolution (weiterhin LPU, ...)

Einführung

Revision

**Motivation**

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

- ▶ Fortschritte der Metrologie seit 1993  
GUM MU-Auswertung unverändert (außer Suppl.)
- ▶ Inkonsistenzen mit Suppl. & intern [Bich et al., 2012]
- ▶ Evolution statt Revolution (weiterhin LPU, ...)
- ▶ 'BIPM Workshop on Measurement Uncertainty' 06/2015
  - ▶ Vorstellung: Revision, Feedback, Diskussion
  - ▶ Webcast, Folien, ...:  
[www.bipm.org/en/conference-centre/bipm-workshops/measurement-uncertainty](http://www.bipm.org/en/conference-centre/bipm-workshops/measurement-uncertainty)
  - ▶ insbesondere:
    - [Cox and Bich, 2015] – Revision &
    - [Michotte, 2015] – Feedback

Einführung

Revision

Motivation

**Inhalt**

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Wichtigste Änderungen: [Cox and Bich, 2015]

### Äußerlich

- ▶ nur 53 Seiten (vorher 143)
- ▶ separates Dokument mit Beispielen
- ▶ kein Annex (mit z.T. wichtigen Infos)
- ▶ Kurzfassung: vorweg 2½ Seiten (bisher ½ Seite am Ende)

Einführung

Revision

Motivation

**Inhalt**

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Wichtigste Änderungen: [Cox and Bich, 2015]

### Äußerlich

- ▶ nur 53 Seiten (vorher 143)
- ▶ separates Dokument mit Beispielen
- ▶ kein Annex (mit z.T. wichtigen Infos)
- ▶ Kurzfassung: vorweg 2½ Seiten (bisher ½ Seite am Ende)

### Neuer Ansatz

- ▶ PDF für alle Größen (implizit Bayes, bisher Mix)
- ⇒ 'neue' Standardunsicherheit für Typ A
- bisher  $u(x_j) = \frac{s}{\sqrt{n}}$  ,  $n - 1$  effekt. Freiheitsgrade

Einführung

Revision

Motivation

**Inhalt**

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Wichtigste Änderungen: [Cox and Bich, 2015]

### Äußerlich

- ▶ nur 53 Seiten (vorher 143)
- ▶ separates Dokument mit Beispielen
- ▶ kein Annex (mit z.T. wichtigen Infos)
- ▶ Kurzfassung: vorweg 2½ Seiten (bisher ½ Seite am Ende)

### Neuer Ansatz

- ▶ PDF für alle Größen (implizit Bayes, bisher Mix)
- ⇒ 'neue' Standardunsicherheit für Typ A
- dann  $u(x_i) = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{n-1}{n-3}}$ , keine effekt. Freiheitsgrade

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Wichtigste Änderungen: [Cox and Bich, 2015]

### Äußerlich

- ▶ nur 53 Seiten (vorher 143)
- ▶ separates Dokument mit Beispielen
- ▶ kein Annex (mit z.T. wichtigen Infos)
- ▶ Kurzfassung: vorweg 2½ Seiten (bisher ½ Seite am Ende)

### Neuer Ansatz

- ▶ PDF für alle Größen (implizit Bayes, bisher Mix)
- ⇒ 'neue' Standardunsicherheit für Typ A
- dann  $u(x_i) = \frac{s}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{n-1}{n-3}}$ , keine effekt. Freiheitsgrade
- ▶ Überdeckungsintervalle: via GUM S1 oder konservativ ( $k=3, 4.5$ ) oder analytisch (bisher  $k=2$  wenn Gauss)

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

**Implikation**

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Theoretisch

- ▶ konsist. Behandlung von Eingangsgrößen (Typ A, Typ B)
- ▶ Konsistenz der Überdeckungsintervalle (außer konserv.)  
(bisher GUM: Approx.  $t$ -Verteilung vs.  
GUM S1: MC-M vs. Praxis:  $k = 2$ )

## Praktisch

- ▶ Voraussetzung  $n > 3$  (oder Vorwissen)
  - ▶ Standard-MU größer wenn  $n$  klein & Budget nicht dominiert von anderen Größen (z.B. Typ B)
  - ▶ Rechtfertigung für Überdeckungsintervalle
- ⇒ Änderung von Kalibrierscheinen, CMCs, ...



Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

**Feedback**

Künftige  
Entwicklungen

[Michotte, 2015]:

JCGM 100 (Revision): 530 + 375 Kommentare (MOs + NMIIs)

Häufige Vorschläge, Unterstützung

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

[Michotte, 2015]:

JCGM 100 (Revision): 530 + 375 Kommentare (MOs + NMLs)

Häufige Vorschläge, Unterstützung (blau = PTB)

- ▶ Entwurf ist zugänglicher
- ▶ Entwurf enthält einige signifikante Verbesserungen
- ▶ begrüßen verbesserte Konsistenz der MU-Auswertung & die klare Struktur des Dokuments
- ▶ Der Absatz 8.4 (Other modelling approaches) ist sehr konstruktiv.
- ▶ publiziere JCGM 100:201X CD als Supplement
- ▶ ...

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Häufige Kritik – Strategisch

(blau = PTB)

- ▶ unzureichende Motivation für Änderungen/  
gleicher Scope wie aktueller GUM
- ▶ aktueller GUM verursacht keine größeren praktischen Probleme,  
ist breit akzeptiert und sollte weiter zur Anwendung verfügbar  
sein wenn geeignet
- ▶ Revision ist zu zeitig da Industrie gerade erst anfängt den  
aktuellen GUM zu nutzen
- ▶ Kosten-Nutzen Verhältnis nicht tragbar: hohe Kosten (Training,  
Aktualisierung von Dokumenten, Software, ...), kein ersichtlicher  
Nutzen, insb. für Endnutzer
- ▶ Rückwärtskompatibilität & Impact auf CMCs muß adressiert  
werden / Richtlinien für Übergangszeit nötig
- ▶ keine Übereinstimmung mit ISO Standards / Abweichung vom VIM

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

**Feedback**

Künftige  
Entwicklungen

## Häufige Kritik – Neuer Ansatz

(blau = PTB)

- ▶ nicht vollkommen Bayessch: **Bayes (prior)** nur angewandt für Eingangsgrößen, **nicht für Messgröße**
- ▶ Änderung der Konzepte auf höchster Ebene: der Schätzwert ist der Erwartungswert einer state-of-knowledge PDF
- ▶ viele **Kommentare zu Tabellen 2 + 3** (Zuordnung einer PDF für Eingangsgrößen)
- ▶  $\sqrt{(n-1)/(n-3)}$  impliziert mehr Messungen & größere MU, was tun wenn Testmaterial limitiert und historisches Wissen des Instruments nicht relevant z.B. weil die Standardabweichung stark vom gemessenen Material abhängt, was tun, wenn Population nicht Gaußsch
- ▶  $k = 2$  hat sich praktisch bewährt
- ▶ **Überdeckungsintervalle: nicht harmonisiert** (1.96, **konservativ**, MCM), zu konservativ

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Häufige Kritik – Neuer Ansatz

(blau = PTB)

- ▶ bestätigen der Linearität und Normalität der PDF für Y: In der Praxis fkt. diese Approximationen gut in allermeisten Fällen
- ▶ bestätigen der Linearität mit GUM-S1: zu schwierig & würde sowieso nicht die Gültigkeit der PDF bestätigen, nutze Glieder höherer Ordnung der LPU als einfache Alternative
- ▶ nicht anwendbar in Chemie-, Kalibrier-, Akkreditier- & Testlaboren
- ▶ Bedarf an weiteren Erläuterungen & kurzen/einfachen Beispielen um den neuen Ansatz und dessen Impact zu illustrieren (wann sind Resultate des aktuellen & revidierten GUM signif. verschieden)

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Häufige Kritik – fehlende Themen

(blau = PTB)

- ▶ ANOVA und **Regressionsanalyse**  
( $><$  zu anspruchsvolles Dokument!)
- ▶ definatorische, Modell-, Zielunsicherheit & Unsicherheitsbudget  
(Sensitivitätsanalyse)
- ▶ **Rat zur objektiven Beurteilung ob PDF** symmetrisch, uni-modal  
oder **Gaußsch** ist

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Häufige Kritik – fehlende Themen

(blau = PTB)

- ▶ ANOVA und **Regressionsanalyse**  
( $><$  zu anspruchsvolles Dokument!)
- ▶ definatorische, Modell-, Zielunsicherheit & Unsicherheitsbudget  
(Sensitivitätsanalyse)
- ▶ **Rat zur objektiven Beurteilung ob PDF** symmetrisch, uni-modal  
oder **Gaußsch** ist

⇒ Sehr viel Feedback: mäßig Lob, viel Kritik

Einführung

Revision

Motivation

Inhalt

Implikation

Feedback

Künftige  
Entwicklungen

## Häufige Kritik – fehlende Themen

(blau = PTB)

- ▶ ANOVA und **Regressionsanalyse**  
( $><$  zu anspruchsvolles Dokument!)
- ▶ definatorische, Modell-, Zielunsicherheit & Unsicherheitsbudget  
(Sensitivitätsanalyse)
- ▶ **Rat zur objektiven Beurteilung ob PDF** symmetrisch, uni-modal  
oder **Gaußsch ist**

⇒ Sehr viel Feedback: mäßig Lob, viel Kritik

- ▶ trifft z.T. auch auf jetzigen GUM zu
- ▶ würde z.T. mit geplanten GUM Dokumenten gelöst
- ▶ fundamentale Bedenken einiger NMI



Einführung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

Referenzen

# Künftige Entwicklungen

Einführung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

Referenzen

## GUM Revision

- ▶ Beantwortung der Kommentare
  - ▶ Dialog mit Interessengruppen ↑
- ⇒ 'considerably delayed'

Einführung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

Referenzen

## GUM Revision

- ▶ Beantwortung der Kommentare
  - ▶ Dialog mit Interessengruppen ↑
- ⇒ 'considerably delayed'

andere GUM Dokumente

- ▶ könnten Priorität erhalten

Einführung

Revision

Künftige  
Entwicklungen

Referenzen

## GUM Revision

- ▶ Beantwortung der Kommentare
  - ▶ Dialog mit Interessengruppen ↑
- ⇒ 'considerably delayed'

andere GUM Dokumente

- ▶ könnten Priorität erhalten

⇒ der GUM entwickelt sich

**Vielen Dank!**

## Einführung

## Revision

Künftige  
Entwicklungen

## Referenzen

Bich, W., Cox, M. G., Dybkaer, R., Elster, C., Estler, W. T., Hibbert, B., Imai, H., Kool, W., Michotte, C., Nielsen, L., Pendrill, L., Sidney, S., van der Veen, A. M. H., and Wöger, W. (2012). Revision of the 'Guide to the expression of uncertainty in measurement'. *Metrologia*, 49(6):702–5.

Cox, M. G. and Bich, W. (2015). GUM revision and its impact. 'BIPM Workshop on Measurement Uncertainty' Paris, Vortrag.

Michotte, C. (2015). Feedback from NMIs and JCGM MOs to the circulated JCGM 100 and 110 Committee Drafts. 'BIPM Workshop on Measurement Uncertainty' Paris, Vortrag.

[www.bipm.org/en/committees/cc/wg/jcgm-wg1.html](http://www.bipm.org/en/committees/cc/wg/jcgm-wg1.html)

[www.bipm.org/en/conference-centre/bipm-workshops/measurement-uncertainty](http://www.bipm.org/en/conference-centre/bipm-workshops/measurement-uncertainty)