

BEV-Ermächtigungsstelle, Arltgasse 35, A-1160 Wien

## Richtlinie E-16

### Angabe der Messunsicherheit in Eichscheinen

#### Einleitung

Diese Richtlinie beschreibt, wie die Messunsicherheit in Eichscheinen anzugeben ist. Er gibt auch Hinweise, wie diese Messunsicherheit bei Messungen des Verwenders des geeichten Messgerätes anzuwenden ist. Nicht behandelt wird hingegen die eigentliche Berechnung der Messunsicherheit, dies ist Gegenstand zahlreicher Publikationen [1 bis 6]. Seminare und Schulungen darüber bietet u.a. der Physikalisch-technische Prüfdienst des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen an (<http://www.metrologie.at/ptp>).

#### Gesetzliche Grundlagen

§ 9 Z 2 der Eichstellenverordnung fordert die Angabe der Messunsicherheit auf Eichscheinen. Diese Forderung beruht im Wesentlichen auf einer Entscheidung der EA (European Co-operation for Accreditation, <http://www.european-accreditation.org>) Eichscheine nur dann als Nachweis der Rückverfolgbarkeit auf nationale Normale und damit auf das internationale Einheitensystem SI anzuerkennen, wenn sie Angaben zur Messunsicherheit enthalten. Der Leitfaden soll Missverständnissen bei der Angabe und Anwendung der Messunsicherheit vorbeugen.



## Messtechnische Grundlagen

Bei der eichtechnischen Prüfung werden unter anderem die Messabweichungen (Anzeigeabweichungen, früher „Fehler“) der Prüflinge bei einigen Messpunkten ermittelt. Sind alle so gewonnenen Anzeigenabweichungen betragsmäßig kleiner als die Eichfehlergrenzen, so hat das Gerät die messtechnische Prüfung bestanden. Die Ermittlung der Anzeigenabweichung ist einer Kalibrierung vergleichbar und mit einer Messunsicherheit verbunden.

Den Wert dieser Messunsicherheit muss die Eichstelle nach einer festgelegten Methode auf Basis der Kenntnis des Prüfverfahrens und entsprechend den international anerkannten Verfahren berechnen [1 bis 4]. Dabei müssen alle Komponenten, die für die betreffende eichtechnische Prüfung von Bedeutung sind, ermittelt (Messunsicherheitsanalyse oder -Budget) und in der Messunsicherheits-Berechnung berücksichtigt werden. Dies sind unter anderem die verwendeten Messnormale, das Messverfahren, die Umgebungsbedingungen sowie die Eigenschaften des zu prüfenden Messgerätes.

Diese Messunsicherheit (für die Bestimmung der Messabweichung bei der Eichung) ist es, welche auf den Eichscheinen anzugeben ist. Der Wert dieser Messunsicherheit ist zwar unabhängig von der jeweiligen Messabweichung sowie auch von den Eichfehlergrenzen. Um eine vernünftige Entscheidung darüber treffen zu können, ob die bei der Eichung ermittelten Messabweichungen kleiner als die Eichfehlergrenzen sind, muss aber die Messunsicherheit in einem sinnvollen Verhältnis zu den Eichfehlergrenzen stehen. Die Messunsicherheit für die Ermittlung der Messabweichungen sollte daher einen möglichst kleinen Anteil der Eichfehlergrenzen umfassen und ein Drittel der Eichfehlergrenzen nicht überschreiten.

## Angabe der Messunsicherheit

Die Weitergabe der Messunsicherheit in Eichscheinen sollte in der nachstehenden Form erfolgen. Andere Formulierungen sind möglich, sofern die oben genannten Bedingungen unverkennbar daraus hervorgehen.

### **Messunsicherheit:**

*Measurement uncertainty*

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  für die Bestimmung der Messabweichung bei dieser Eichung beträgt ..... / ist kleiner als ..... der Eichfehlergrenzen.

Die angegebene erweiterte Messunsicherheit  $U$  entspricht der zweifachen Standardunsicherheit ( $k = 2$ ), welche für eine Normalverteilung einen Grad des Vertrauens von etwa 95 % bedeutet. Die Standardunsicherheit wurde in Übereinstimmung mit dem "Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen" („Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML) ermittelt.

Beispiele:

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  für die Bestimmung der Messabweichung bei dieser Eichung beträgt 0,7 g.

oder:

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  für die Bestimmung der Messabweichung bei dieser Eichung ist kleiner als  $\frac{1}{3}$  der Eichfehlergrenze.

Falls notwendig oder zweckmäßig, kann die Messunsicherheit auch als Formel oder als Tabelle mit unterschiedlichen Werten für die einzelnen Messbereiche angegeben werden.

## Die Messunsicherheit aus der Sicht des Verwenders

Da der Verwender eines geeichten Gerätes dessen Messabweichungen nicht kennt, ist die mitgeteilte Messunsicherheit nicht unmittelbar anwendbar. Bei der Anwendung eines geeichten Gerätes, beispielsweise für eine Kalibrierung, kann eine verschwindende (Betrag  $\approx 0$ ) Messabweichung („Fehler“) angenommen werden. Dieser Wert der Messabweichung ist natürlich mit einer Messunsicherheit behaftet, zu deren Abschätzung zwei Fälle unterschieden werden können:

### I. Verkehrsfehlergrenze größer als die Eichfehlergrenze

Solange die Verwendungsbestimmungen eingehalten werden und das Gerät gültig geeicht ist, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit die tatsächliche Messabweichung betragsmäßig kleiner als die Verkehrsfehlergrenze bleiben. Für weiterführende Berechnungen kann die Standardunsicherheit aus einer Rechteckverteilung mit der Halbwertsbreite gleich Verkehrsfehlergrenze abgeleitet werden. Die am Eichschein angegebene Messunsicherheit kann in diesen Fall vernachlässigt werden.

### II. Verkehrsfehlergrenze gleich der Eichfehlergrenze

Für diese Gruppe von Messgeräten ist die am Eichschein angegebene Messunsicherheit bedeutsam. Bis etwa  $\frac{1}{4}$  der Nacheichfrist wird die tatsächliche Messabweichung betragsmäßig kleiner als die Eichfehlergrenze bleiben [6]. Wieder kann die Standardunsicherheit aus einer Rechteckverteilung, jetzt jedoch mit der Halbwertsbreite gleich Eichfehlergrenze abgeleitet werden. Als zusätzliche Komponente muss jetzt allerdings die Standardunsicherheit der eichtechnischen Prüfung (aus der Messunsicherheitsangabe des Eichscheins zu entnehmen) berücksichtigt werden. Liegt die Eichung längere Zeit zurück, ist weiters noch eine Komponente für die Drift des Gerätes einzubeziehen.

## Literatur

- [1] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML), 2. Auflage 1993, ISBN 92-6701075-1.
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“, DIN V ENV 13005, Beuth Verlag GmbH, 1999 (deutsche Übersetzung von [1]).
- [3] EA-4/02 Expressions of the uncertainty of measurements in calibration", Dez. 1999.
- [4 ] DKD 3 „Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen“, Deutscher Kalibrierdienst (DKD), 1998 (deutsche Übersetzung des EA-4/02), mit 2 Supplementen.
- [5] Adunka, F., „Messunsicherheiten: Theorie und Praxis“, 2. Auflage 2000, Vulkan-Verlag, Essen.
- [6] Sommer, K.-D., Chappell, S. E., Kochsiek, M., “Calibration and verification”, OIML Bulletin Volume XLII, Number 1, 2001.