

## **Meßunsicherheit von Prüfergebnissen – Stand der internationalen Normung -**

**Prof. Dr. Benno Kotterba  
Institut für Automatisierungstechnik und Qualitätssicherung e. V.  
an der Fachhochschule Heidelberg, Heidelberg**

### **1 Qualität des Prüfens**

Jeder Meßwert als Ergebnis der Prüfung ist grundsätzlich mit einer Meßunsicherheit behaftet. Nach der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 sowie VDA Heft 6 muß der Anwender von Prüfprozessen die durchzuführenden Messungen und die geforderte Genauigkeit festlegen sowie die geeigneten Prüfmittel auswählen, die bezüglich der erforderlichen Richtigkeit und Meßunsicherheit geeignet sind. Die Qualität des Messens ist ausschlaggebend für die Qualität der Prüfung.

Die Qualität der Prüfwerte steht in Relation zu den statistischen Eigenschaften einer Stichprobe von Meßwerten (MSA: multiple measurements), die von einem Prüfmittel erfaßt wurden, das unter stabilen Verhältnissen arbeitet. Die Qualität ist dann hoch, wenn die Meßwerte alle in der Nähe des richtigen Meßwertes liegen; sie dann gering, wenn die Meßwerte über einen weiten Bereich verteilt sind. Der Bereich, in dem

Die Qualität des Prüfens wird daher auf der Basis statistischer Betrachtungen der Meßwerte beurteilt. Als statistische Größen dienen die Meßabweichung und die Meßunsicherheit.

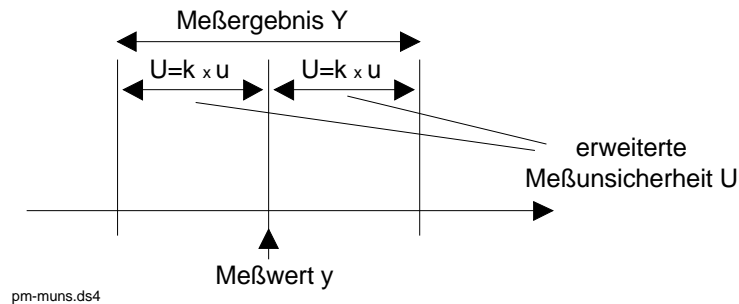
### **2 Meßunsicherheit**

Der Begriff der Meßunsicherheit ist als quantifizierbare Eigenschaft relativ neu in der Geschichte des Meßwesens. In der Vergangenheit wurden die Meßabweichung und Fehlerbetrachtung zur Kennzeichnung der Meßergebnisse herangezogen. Es ist heute allgemein anerkannt, daß jedes Meßergebnis mit einer Unsicherheit behaftet ist, auch wenn alle bekannten oder vermuteten Einflüsse in ihrer Wirkung bestimmt und durch eine entsprechende Korrektur berücksichtigt wurden.

Die Bestimmung der Meßunsicherheit kann auf unterschiedliche Arten erfolgen. Eine detaillierte Beschreibung zur Bestimmung der Meßunsicherheit gibt der „DIN Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“ [DIN 1995] an.

Die Meßunsicherheit eines Meßergebnisses ergibt sich immer aus den zufälligen Abweichungen sowie aus nicht erfaßten systematischen Abweichungen aller Einzelgrößen, die aufgrund funktioneller Zusammenhänge am Ergebnis beteiligt sind. Die Meßunsicherheit gibt bezogen auf den Meßwert den Bereich an, innerhalb dessen der wahre Prüfwert mit einer vorgegebenen statistischen Sicherheit liegen muß. Dabei wird vorausgesetzt, daß die erfaßbaren systematischen Abweichungen bereits korrigiert wurden.

Das Meßergebnis  $Y$  ist nach prEN ISO 14253-1: 1996 das symmetrische Intervall der erweiterten Meßunsicherheit um den Meßwert  $y$  (Bild 2-1). Die Meßunsicherheit ist also dem Meßwert zugeordnet. Jedes Meßergebnis besteht also aus dem Meßwert und der zugeordneten Meßunsicherheit.



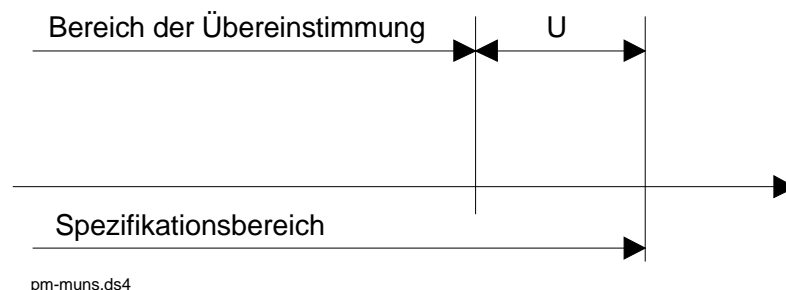
**Bild 2-1: Meßergebnis  $Y$  aus Meßwert  $y$  und erweiterter Meßunsicherheit  $U$**

Die Eignung eines Prüfmittels bzw. eines Prüfprozesses hängt unmittelbar mit der Größe der Meßunsicherheit zusammen. Geeignet sind nur solche Prüfprozesse, deren Meßunsicherheit im Verhältnis zum Spezifikationsbereich klein ist. Um die Eignung nachzuweisen, ist also grundsätzlich die Betrachtung der Meßunsicherheit notwendig. Die Meßunsicherheit läßt sich aus den Meßwerten einer Stichprobe bestimmen oder auch durch die Berechnung aus bekannten Meßunsicherheiten berechnen.

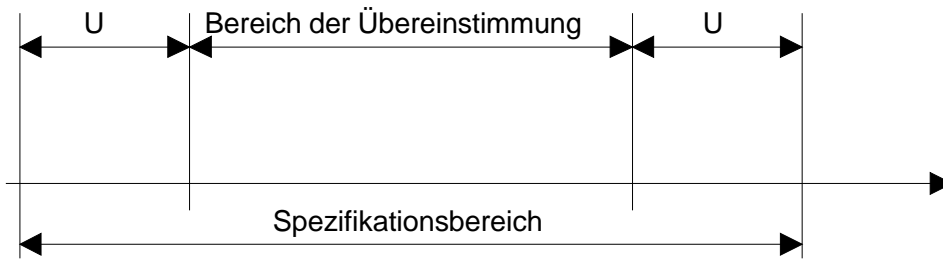
### 3 Die Auswirkungen der Meßunsicherheit

Beim Vergleich des Meßergebnisses mit den Spezifikationsgrenzen ergeben sich drei Bereiche:

- Bereich der Übereinstimmung: Der Spezifikationsbereich verringert um die erweiterte Meßunsicherheit  $U$  (Bild 3-2 und Bild 3-3)
- Bereich der Nicht-Übereinstimmung: Der Bereich außerhalb des Spezifikationsbereichs erweitert um die erweiterte Meßunsicherheit  $U$  (Bild 3-4 und Bild 3-5)
- Unsicherheitsbereich: Bereiche in der Nähe der Spezifikationsgrenzen, für den unter Berücksichtigung der Meßunsicherheit weder Übereinstimmung noch Nicht-Übereinstimmung nachgewiesen werden kann (Bild 3-6 und Bild 3-7).

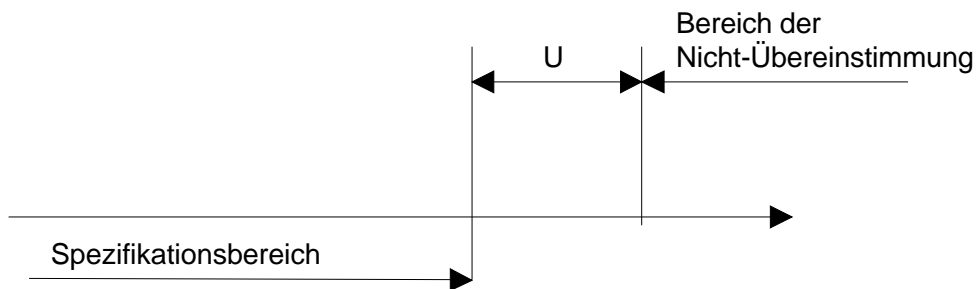


**Bild 3-2: Bereich der Übereinstimmung bei einseitiger Spezifikation**



pm-muns.ds4

**Bild 3-3: Bereich der Übereinstimmung bei zweiseitiger Spezifikation**



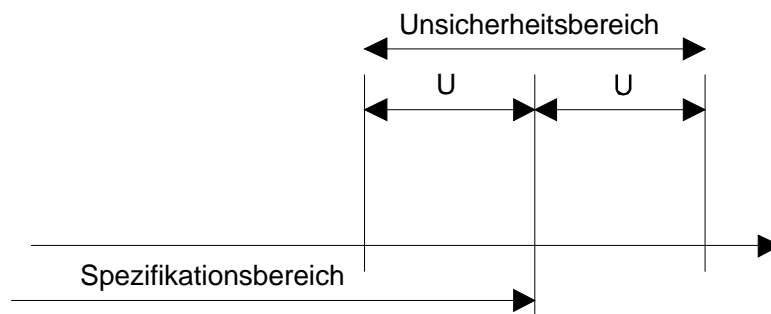
pm-muns.ds4

**Bild 3-4: Bereich der Nicht-Übereinstimmung bei einseitiger Spezifikation**



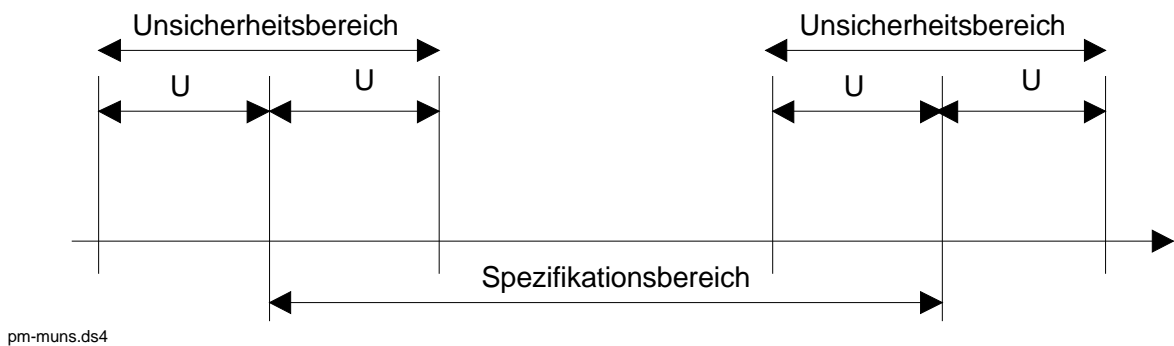
pm-muns.ds4

**Bild 3-5: Bereich der Nicht-Übereinstimmung bei zweiseitiger Spezifikation**



pm-muns.ds4

**Bild 3-6: Unsicherheitsbereich bei einseitiger Spezifikation**



pm-muns.ds4

**Bild 3-7: Unsicherheitsbereich bei zweiseitiger Spezifikation**

Ein Meßwert, der innerhalb des Übereinstimmungsbereiches liegt, erfüllt die Spezifikation. Bei einem Meßwert, der im Unsicherheitsbereich liegt, ist die Erfüllung der Spezifikation nicht sicher. Der wahre Wert könnte aufgrund der Meßunsicherheit auch außerhalb der Spezifikationsgrenzen liegen.

In der Praxis muß die aktuelle Meßunsicherheit in der Prüfphase berücksichtigt werden, um die Übereinstimmung oder Nicht-Übereinstimmung mit einer gegebenen Spezifikation zu beweisen. Die Meßunsicherheit ist variabel, sie hängt von den Unsicherheitskomponenten im Prüfvorgang ab. Deswegen sind auch die Bereiche der Übereinstimmung und der Nicht-Übereinstimmung variabel und hängen von der jeweiligen Meßunsicherheit ab.

Um die Qualität des Prüfprozesses beurteilen zu können, muß also die zugehörige Meßunsicherheit bestimmt und mit der Qualitätsforderung des Prüfprozesses verglichen werden.

Wie groß die Meßunsicherheit sein darf, ist also anwendungsspezifisch. Um sicherzustellen, daß ein Produkt die Spezifikationsforderungen z.B. mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % sicher erfüllt, muß der Bereich, in dem die Merkmalwerte für die i.O.-Entscheidung (i.O. = in Ordnung) liegen dürfen, um die Meßunsicherheit eingeschränkt werden.

## 4 Literatur

[DIN1995] Leitfaden zur Angabe der Angabe der Unsicherheit beim Messen. Beuth Verlag, Berlin 1995