

**Messunsicherheit in der  
mechanischen Prüfung**

**27. testXpo 2018  
ZwickRoell GmbH & Co. KG  
Ulm**

**Dr. Eduard Schenuit  
Branchenmanager Metall**

- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
  
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
  
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
  
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
  
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

Kein Messwert und kein Prüfergebnis ist beliebig genau.

Prüfverfahren 1



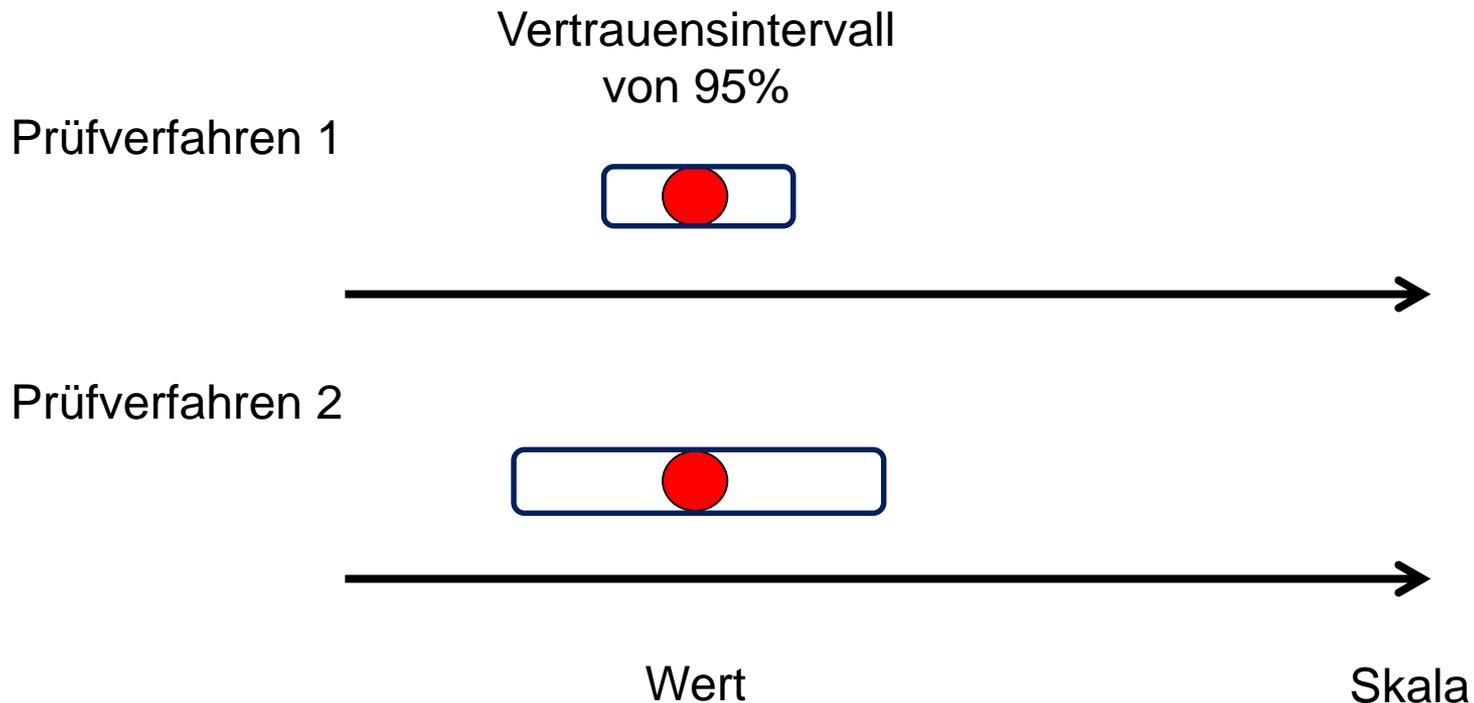
Prüfverfahren 2



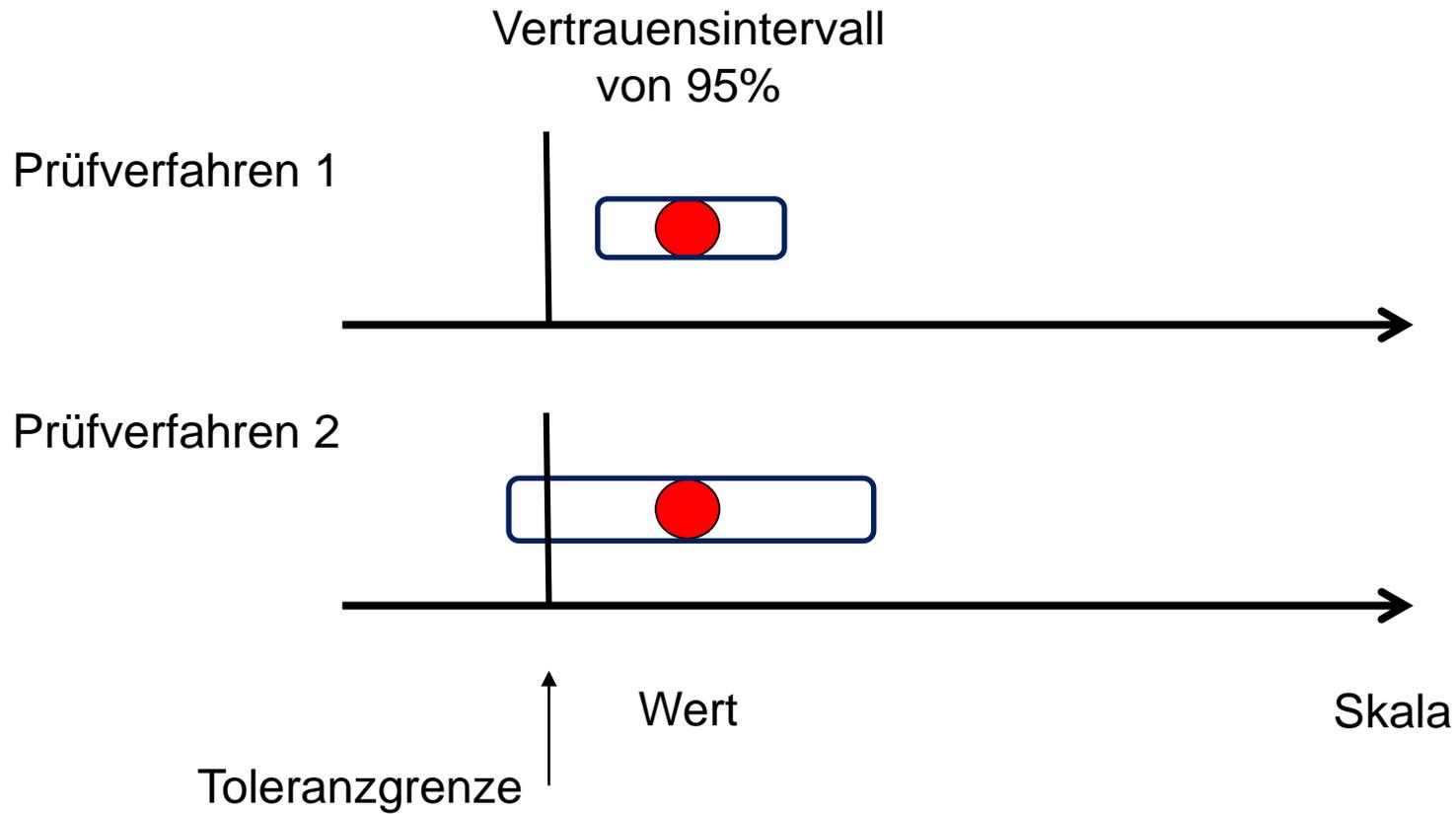
Wert

Skala

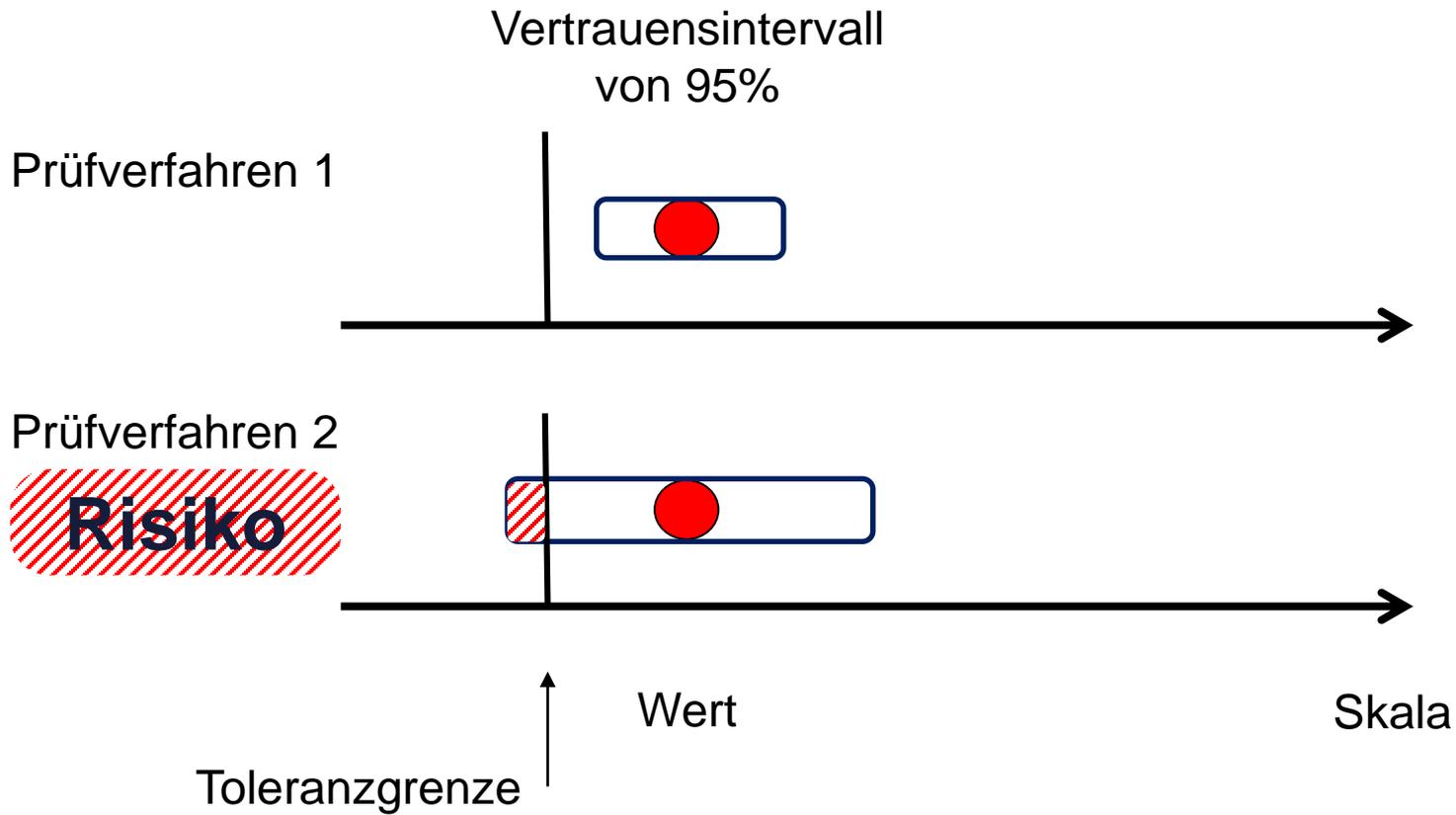
Aber die Kenntnis, in welchem Intervall der richtige Messwert oder das richtige Prüfergebnis mit welcher Wahrscheinlichkeit liegt, schafft Vertrauen in die Werte und Ergebnisse.



Das Größe des Vertrauensintervall und die Lage des Wertes oder Ergebnisses sind entscheidend bei der Aussage, ob ein Risiko bei der Einhaltung von Toleranzen besteht.



Das Größe des Vertrauensintervall und die Lage des Wertes oder Ergebnisses sind entscheidend bei der Aussage, mit welchem Risiko Toleranzen eingehalten werden können.



- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

Die internationale Norm DIN EN ISO/IEC 17025 – mit uneingeschränkter Gültigkeit auch für die EU – fordert die Bestimmung der Messunsicherheit.

## **Titel der Norm:**

„Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)“

## **Kapitel 7.6.1**

Laboratorien **müssen** die Beiträge zur Messunsicherheit **ermitteln**.

Bei der Ermittlung der Messunsicherheit müssen alle **Beiträge**, die **von Bedeutung** sind, in Betracht gezogen werden, einschließlich der Beiträge, die sich aus der **Probenahme** ergeben.

Quelle: Norm „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)“, Beuth Verlag, Berlin

Die internationale Norm DIN EN ISO/IEC 17025 – mit uneingeschränkter Gültigkeit auch für die EU – fordert die Bestimmung der Messunsicherheit.

## Kapitel 7.6.3

Ein Laboratorium, das Prüfungen durchführt, muss die **Messunsicherheit ermitteln**.

Wenn die Art des Probenahme- oder Prüfverfahrens eine präzise Bestimmung der Messunsicherheit ausschließt, **muss eine Schätzung** erfolgen, basierend auf dem Verständnis der **theoretischen Grundlagen** oder der **praktischen Erfahrung** mit der Durchführung des Verfahrens.

Quelle: Norm „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)“, Beuth Verlag, Berlin

Die internationale Norm DIN EN ISO/IEC 17025 – mit uneingeschränkter Gültigkeit auch für die EU – fordert die Bestimmung der Messunsicherheit.

## Kapitel 7.7.1

Das Laboratorium muss über ein Verfahren zur Überwachung der **Validität der Ergebnisse** verfügen.

Die sich daraus ergebenden Daten müssen derart aufgezeichnet werden, dass **Tendenzen erkennbar** werden, und, wo praktisch durchführbar, müssen **statistische Techniken** für die Auswertung der Ergebnisse angewandt werden.

Diese Überwachung muss geplant und geprüft werden.

Quelle: Norm „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)“, Beuth Verlag, Berlin

- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

Die Hilfen zur Bestimmung der Messunsicherheit in den gängigen Verfahrensnormen sind von sehr unterschiedlicher Qualität und zurzeit immer informativ.

## ▪ **Beispiel ISO 6892-1:**

- Abgeschätzte Messunsicherheiten dürfen nicht berücksichtigt werden
- Anhang K: Einflüsse werden prozentual auf Grund der Normforderungen an die Sensorik abgeschätzt
- Hinweise auf andere Einflüsse werden gegeben, aber eine Konkretisierung und Bezifferung erfolgt nicht
- Im Anhang G wurden zwei Ansätze verfolgt – mit unterschiedlichen Ergebnissen

## ▪ **Beispiel ISO 6508-1:**

- Vollständige Bestimmung der Unsicherheit sollte durchgeführt werden
- Möglichkeit 1: Bewertung der Ergebnisse aus der direkten Kalibration
- Möglichkeit 2: Indirekte Kalibrierung mit Hilfe von Härtevergleichsplatten. Leitfaden gibt informativer Anhang G
- Anhang G: konkrete Vorgehensweise mit Beispielen

## Die Abschätzung der Messunsicherheit in der ISO 6892-1 (Metallzugversuch) ist nur informativ.

### 23 Messunsicherheit

#### 23.1 Allgemeines

Die Betrachtung der Messunsicherheit ist geeignet, die **Plausibilität von Messwerten** zu beurteilen.

**Produktnormen und Werkstoffdatenblätter**, die auf diesem Teil von ISO 6892 und früheren Versionen von ISO 6892 basieren, **berücksichtigen bereits ausreichend** die Aspekte der **Messunsicherheit**. Weitere Annahmen zur Messunsicherheit sind daher ungeeignet, da sie zur Ablehnung von Produkten, die vereinbarten Konformitätserklärungen entsprechen, führen können. Aus diesem Grund ist die **Abschätzung der Unsicherheit** nach diesem Verfahren **nur informativ**.

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016“, Beuth Verlag

Die Abschätzung der Messunsicherheit darf weder bei den Prüfbedingungen noch bei den Messergebnissen im Rahmen einer Produktbewertung angewandt werden.

## 23.2 Prüfbedingungen

Es ist **unzulässig**, die in diesem Teil von ISO 6892 festgelegten Prüfbedingungen und Grenzen um den Wert der Messunsicherheit zu korrigieren.

## 23.3 Prüfergebnisse

Die Abschätzung der **Messunsicherheit darf nicht mit Messergebnissen kombiniert** werden, um daraus die **Einhaltung von Produktspezifikationen** zu beurteilen.

Zur Betrachtung der Messunsicherheit sind in den Anhängen J und K Anleitungen zur Bestimmung der Unsicherheit basierend auf den Messgrößen beschrieben und Daten aus Ringversuchen an Stählen und Aluminiumlegierungen dokumentiert.

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016“, Beuth Verlag

Im informativen Anhang K der Norm wird eine einfache prozentuale Abschätzung der Messunsicherheit dargelegt.

## K.1 Einleitung

Dieser Anhang gibt eine Anleitung zur Abschätzung der Messunsicherheit bei Anwendung dieses Teils von ISO 6892. Es sollte betont werden, dass eine **absolute Aussage zur Messunsicherheit dieses Prüfverfahrens nicht möglich** ist, da es sowohl *materialabhängige* als auch *materialunabhängige* Einflussgrößen auf die Messunsicherheit gibt.

ISO/IEC-Guide 98-3 [4] ist ein umfassendes Dokument von über 90 Seiten auf der Grundlage strenger statistischer Methoden zur Addition von Messunsicherheiten verschiedenen Ursprungs. Seine Komplexität hat eine Vielzahl von Organisationen veranlasst, einfachere Ausgaben herauszugeben

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016“, Beuth Verlag

Im Anhang K werden die prozentualen Einflüsse auf die Unsicherheit in den Kennwerten grob abgeschätzt.

**Tabelle K.2 — Beispiele zum Anteil verschiedener Messmittel auf die Unsicherheit von Kennwerten, bezogen auf die Messmittel**

Größe	Anteil an der Unsicherheit <sup>a</sup>				
	%				
	$R_{eH}$	$R_{eL}$	$R_m$	$A$	$Z$
Kraft	1,4	1,4	1,4	—	—
Verlängerung	—	—	—	1,4	—
Messlänge $L_e, L_o$	—	—	—	1	—
$S_o$	1	1	1	—	1
$S_u$	—	—	—	—	2

<sup>a</sup> Werte dienen nur der Information

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016“, Beuth Verlag

Die Einzelbeiträge aus Tabelle K.2 werden geometrisch (quadratisch) addiert.

$$u(y) = \sqrt{(u(x_1))^2 + u(x_2))^2 + \dots + u(x_n))^2}$$

für  $R_{eL}$ ,  $R_m$  und  $A$ :  $\sqrt{\left(\frac{1,4}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{0,70^2 + 0,58^2} = 0,91 \%$

für  $u_z = \sqrt{\left(\frac{a_{S_o}}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{a_{S_u}}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)^2} = \sqrt{0,577^2 + 1,155^2} = \sqrt{0,33 + 1,33} = 1,29$

**Tabelle K.4 — Beispiele für einen Vertrauensbereich von 95 %,  $k = 2$  (basierend auf Tabelle K.3)**

Vertrauensbereich von 95 % mit $k = 2$ für verschiedene Kennwerte				
%				
$R_{eH}$	$R_{eL}$	$R_m$	$A$	$Z$
1,82	1,82	1,82	1,82	2,58

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016“, Beuth Verlag

Die einfache prozentuale Abschätzung der Messunsicherheit in Anhang K wird ergänzt durch Hinweise auf andere Einflussfaktoren.

## **K.4 Werkstoff- und/oder vom Prüfablauf abhängige Parameter**

Die Präzision der Zugversuchsergebnisse hängt von Einflussgrößen ab, die sich auf den zu untersuchenden **Werkstoff**, die **Prüfmaschine**, den **Prüfablauf** und die **Verfahren zur Bestimmung** der spezifischen Werkstoffeigenschaften beziehen. **Idealerweise** sollten **alle** nachfolgend aufgeführten **Faktoren** betrachtet werden:

- a) Prüftemperatur; b) Prüfgeschwindigkeiten;
- c) Probengeometrie und Probenherstellung;
- d) Einspannverfahren und Axialität der Krafteinleitung;
- e) Charakteristika der Prüfmaschine (Steifigkeit, Antrieb und Art der Regelung);
- f) Bedienungs- und Software-Fehler in Verbindung mit der Bestimmung von Zugversuchskenngrößen;
- g) Befestigung der Dehnungsaufnehmer und deren Geometrie.

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6892-1:2016“, Beuth Verlag

## Die Abschätzung der Messunsicherheit in der ISO 6508-1 (Rockwell Härteprüfung) ist nur informativ.

### G.1 Allgemeine Anforderungen

Die Messunsicherheitsanalyse ist ein nützliches Werkzeug, das hilft, Fehlerquellen zu finden und Unterschiede in den Prüfergebnissen zu verstehen. Dieser Anhang enthält einen Leitfaden zur Abschätzung der Unsicherheit, die hierin enthaltenen Verfahren dienen jedoch nur zur Information, es sei denn, es liegen spezielle anders lautende Anweisungen des Kunden vor. ...

Diese zulässigen Abweichungen [in den Produktspezifikationen] enthalten daher einen durch die Unsicherheit der Härtemessung bedingten Beitrag, und es wäre unangebracht, dieser Unsicherheit eine weitere Komponente hinzuzufügen ...

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Rockwell – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6508-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6508-1:2016“, Beuth Verlag

Im Anhang G sind zwei Methoden beschrieben und Berechnungsbeispiele gegeben.

Tabelle G.2 — Bestimmung des Messergebnisses nach Methode M2

Schritt	Beschreibung	Symbol	Gleichung	Literatur/Zertifikat	Beispiel [...] = HRC
1	Aus der maximal zulässigen Abweichung abgeleitete erweiterte Unsicherheit	$b_E$	$b_E =$ Maximaler positiver Wert der zulässigen systematischen Messabweichung	Zulässige systematische Messabweichung $b$ nach ISO 6508-2:2015, Tabelle 2	$b_E = 1,50$
2	Die Standardabweichung der Messungen zur Wiederholpräzision	$s_H$	$s_H = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}$	Das Labor hat fünf Messungen an einem CRM durchgeführt, dessen Härte der der Untersuchungsprobe ähnlich ist (siehe Anmerkung)	$s_H = 0,17$ HRC
3	Unsicherheit aufgrund fehlender Wiederholpräzision	$u_H$	$u_H = t \times s_H$	$t = 1,14$ für $n = 5$ (siehe ISO/IEC Guide 98-3:2008, G.3 und Tabelle G.2)	$u_H = 1,14 \times 0,17 = 0,19$
4	Unsicherheit aufgrund der Auflösung der Einrichtung zur Anzeige des Härtewertes	$u_{ms}$	$u_{ms} = \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}}$	$\delta_{ms} = 0,1$ HRC	$u_{ms} = \frac{0,1}{2\sqrt{3}} = 0,03$
5	Bestimmung der erweiterten Unsicherheit	$U$	$U = k \times \sqrt{u_H^2 + u_{ms}^2} + b_E$	Schritte 1, 3 und 4 $k = 2$	$U = 2 \times \sqrt{0,19^2 + 0,03^2} + 1,50$ $U = 1,88$ HRC
6	Messergebnis	$X$	$X = x \pm U$		$x = 60,5$ HRC $X = (60,5 \pm 1,9)$ HRC

Quelle: Norm „Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Rockwell – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6508-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6508-1:2016“, Beuth Verlag

- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

Das Schalenmodell strukturiert die Unsicherheitsbeiträge und legt gemeinsame Kriterien und Vorgehensweisen fest.

## Was für die Unsicherheitsbestimmung genutzt werden kann:

Für das Messsystem:

+ Kalibrierdaten und CWA 15261-2

Für das Prüfverfahren:

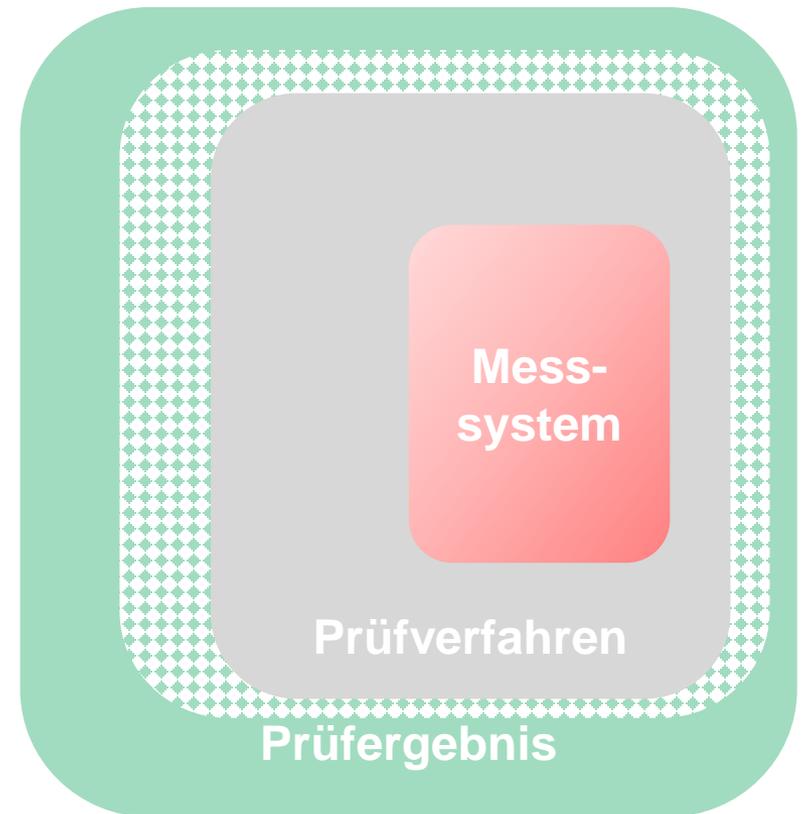
+ zertifiziertes Referenzmaterial (CRM)

Für das Prüfergebnis:

+ Ringversuche /Eignungstests nach Norm

## Festzulegen in internationaler (ISO) Abstimmung:

- ❖ Definition der Schalen (auch Anzahl)
- ❖ Beschreibung der Schalen (auch Rechenvorschriften)



- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
  
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
  
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

Prüfmaschinen werden regelmäßig kalibriert; die Ergebnisse können für die Bestimmung der messsystembedingten Messunsicherheit genutzt werden.

**Kalibrierkurve für  
Kraftmessung**

**Kalibrierwerte für  
Querschnittsmessung**

**Kalibrierkurve für  
Längenänderung**

**Kalibrierkurve für  
Breitenänderung**

**CWA 15261-2:2005 *Measurement uncertainties in mechanical tests on metallic materials — The evaluation of uncertainties in tensile testing*** beschreibt die Einflüsse der Messsysteme auf die Kennwerte im Metallzugversuch.

Die Vorgaben in dem CWA 15261-2 können genutzt werden, um die messsystembedingte Messunsicherheiten für Metallzugversuche automatisch für jede Prüfung zu ermitteln.

Die messsystembedingte Messunsicherheit kann nicht unterschritten werden.

Die Erstellung eines Gesamt-Budgetes für die Messunsicherheit obliegt den Laboren.

## CWA 15261-2:2005 *Measurement uncertainties in mechanical tests on metallic materials — The evaluation of uncertainties in tensile testing*

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n [c_i u(x_i)]^2} \quad c_i = \frac{\partial y}{\partial x_i}$$

$$u_c(S_o) = \sqrt{(b_o)^2 u^2(a_o) + (a_o)^2 u^2(b_o)}$$

$$u_c(S_o) = \sqrt{\frac{d_o^2 \pi^2 u^2(d_o)}{4}}$$

$$u_c(m_E) = \sqrt{\left(\frac{L_o}{S_o}\right)^2 u^2(m) + \left(\frac{m}{S_o}\right)^2 u^2(L_o) + \left(-\frac{mL_o}{S_o^2}\right)^2 u^2(S_o)}$$

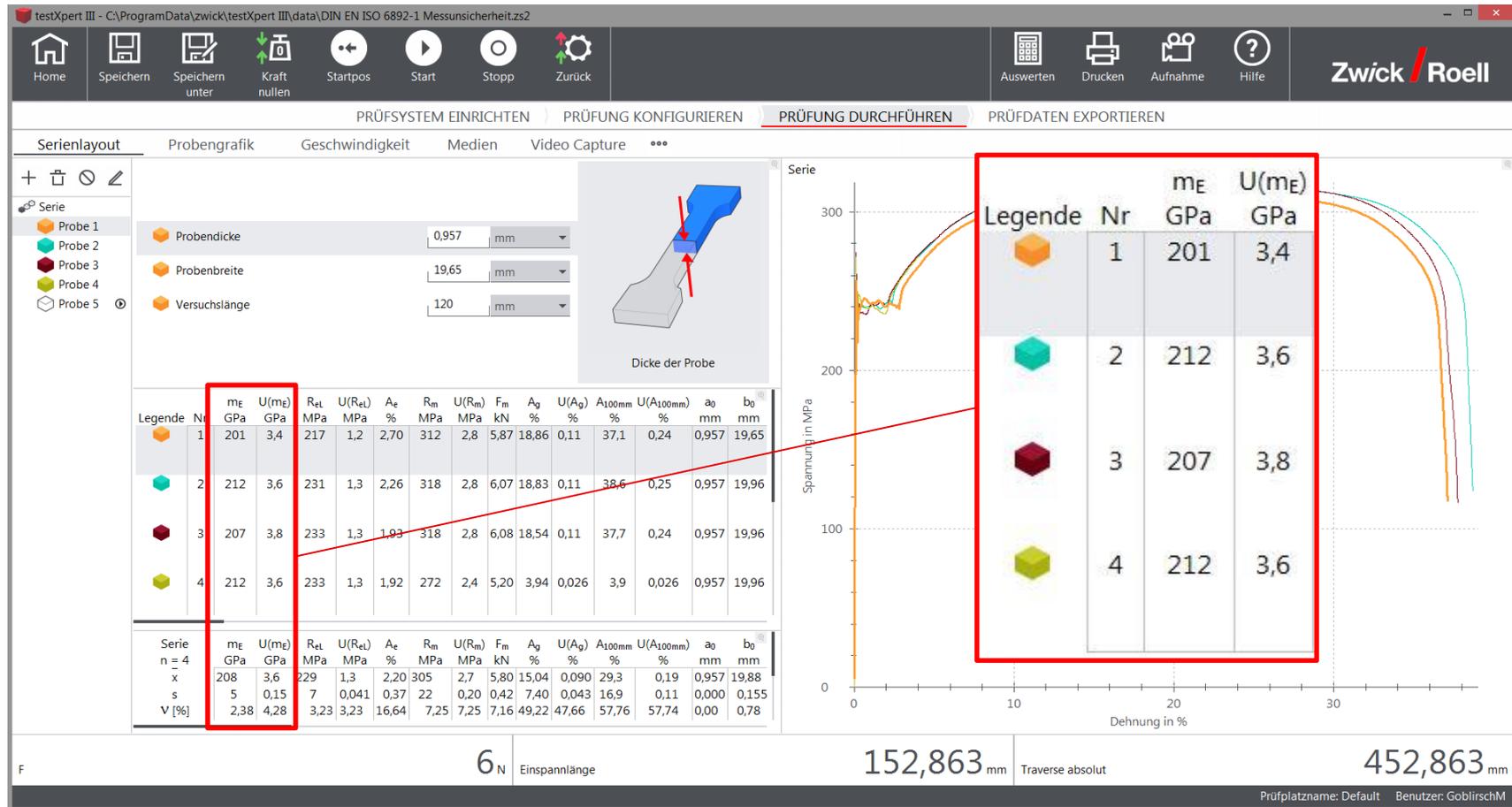
$$u_c(R) = \sqrt{\left(\frac{1}{S_o}\right)^2 u^2(F) + \left(-\frac{F}{S_o^2}\right)^2 u^2(S_o)}$$

$$u_c(R_{p0,2}) = \sqrt{\left(\frac{1}{S_o}\right)^2 u_c^2(F_{e_p}) + \left(-\frac{F_{e_p}}{S_o^2}\right)^2 u^2(S_o)}$$

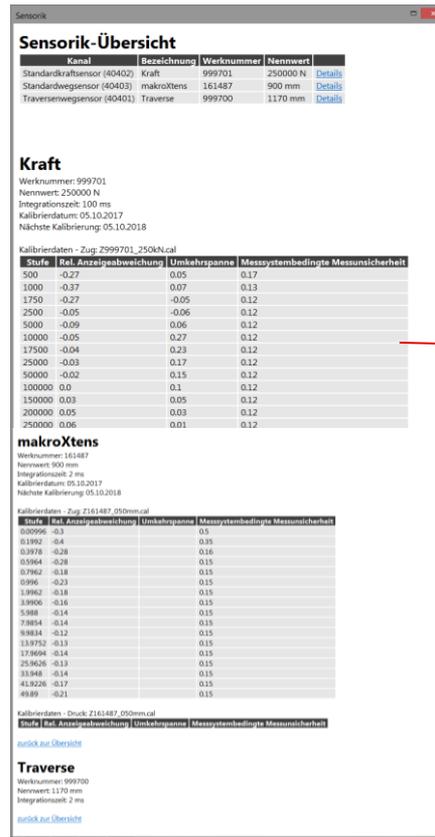
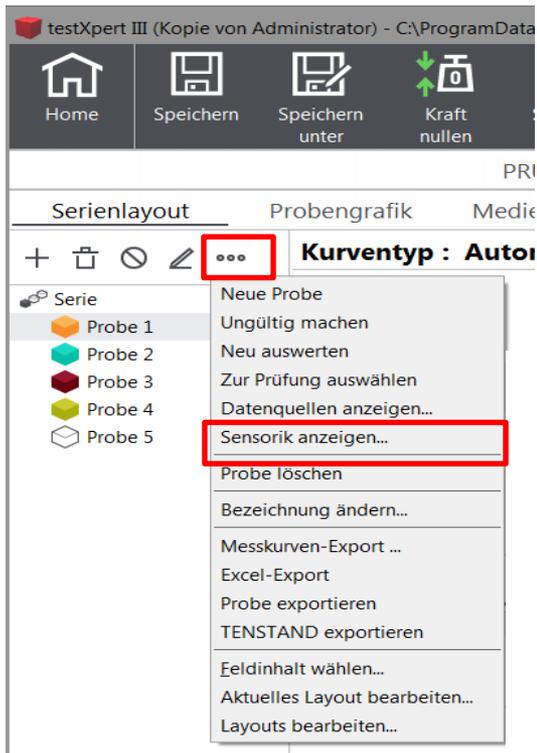
$$u_c(e) = \sqrt{\left(\frac{1}{L_o}\right)^2 u^2(\Delta L) + \left(-\frac{\Delta L}{L_o^2}\right)^2 u^2(L_o)}$$

$$u_c(R_m) = \sqrt{\left(\frac{1}{S_o}\right)^2 u^2(F_m) + \left(-\frac{F_m}{S_o^2}\right)^2 u^2(S_o)}$$

## Anzeige der Messsystembedingten Messunsicherheit erfolgt als absoluter Einzel- bzw. Statistikwert.



Die für die Berechnung der Messunsicherheit genutzten Kalibrierdaten werden probenspezifisch und nachvollziehbar abgespeichert.



## Kraft

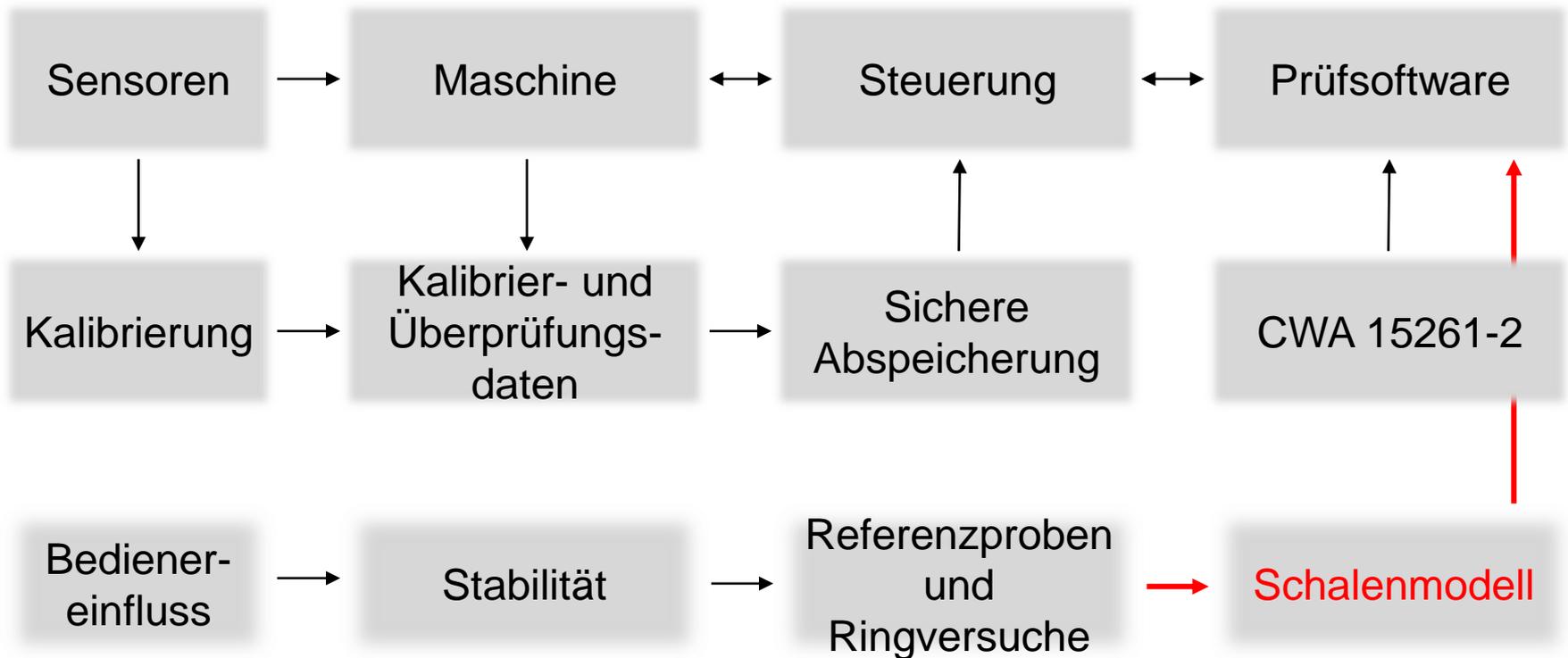
Werknummer: 999701  
 Nennwert: 250000 N  
 Integrationszeit: 100 ms  
 Kalibrierdatum: 05.10.2017  
 Nächste Kalibrierung: 05.10.2018

Kalibrierdaten - Zug: Z999701\_250kN.cal

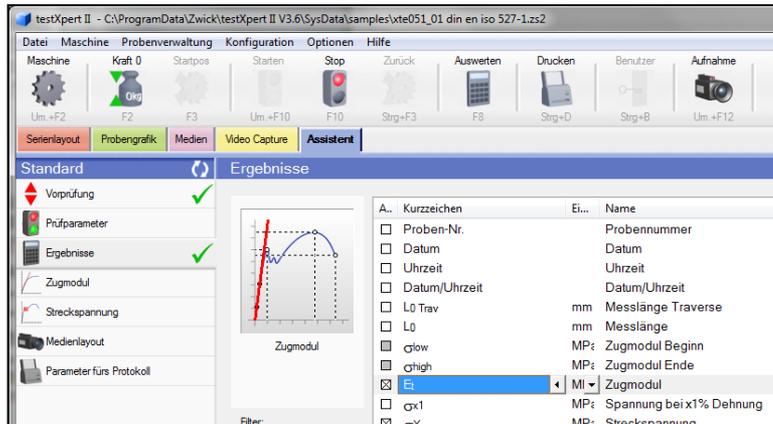
Stufe	Rel. Anzeigeabweichung	Umkehrspanne	Messsystembedingte Messunsicherheit
500	-0.27	0.05	0.17
1000	-0.37	0.07	0.13
1750	-0.27	-0.05	0.12
2500	-0.05	-0.06	0.12
5000	-0.09	0.06	0.12
10000	-0.05	0.27	0.12
17500	-0.04	0.23	0.12
25000	-0.03	0.17	0.12
50000	-0.02	0.15	0.12
100000	0.0	0.1	0.12
150000	0.03	0.05	0.12
200000	0.05	0.03	0.12
250000	0.06	0.01	0.12

- Warum brauchen wir die Messunsicherheit?
  - Vertrauensintervall für den Kennwert
  - Forderungen der DIN EN ISO/IEC 17025
  
- Wie entwickelt sich die Normung bei Prüfverfahren?
  - Messunsicherheit in den Verfahrensnormen
  - Stand der Diskussion in der internationalen Normung (ISO TC 164)
  
- Wie unterstützt ZwickRoell die Labore?
  - Berechnung der Messunsicherheit auf Basis von Kalibrierdaten
  - Werkzeuge zur weiteren Ergänzung von Messunsicherheitskomponenten

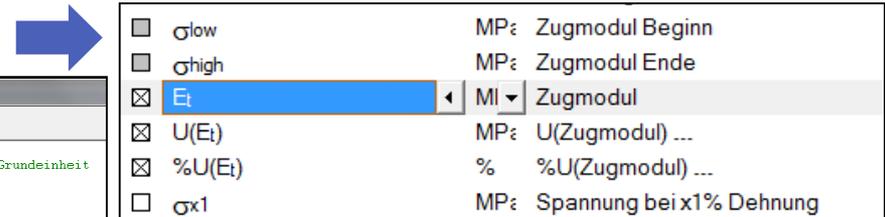
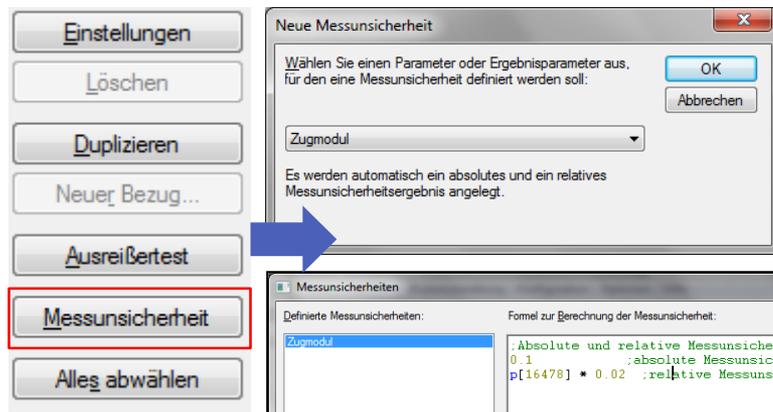
## Schematische Darstellung einer Struktur zur Bestimmung von Unsicherheiten in Prüfergebnissen



## Die Integration der Messunsicherheit erfolgt in 3 einfachen Schritten.



- Im Ergebnisdialog kann für jedes Ergebnis sehr einfach die entsprechenden Messunsicherheit hinterlegt werden
- Die Eingabe der Messunsicherheit erfolgt über einen ZIMT-Dialog
- Möglichkeit zur Eingabe eine komplexen Formel für die Messunsicherheit
- Es wird eine prozentuelle und absolute Messunsicherheit erzeugt



## Die Integration von proben- und serienspezifischen Messunsicherheiten in einem Prüfprotokoll von testXpert

<input checked="" type="checkbox"/>	E <sub>t</sub>	MPa	Zugmodul
<input checked="" type="checkbox"/>	U(E <sub>t</sub> )	N/mm	U(Zugmodul) ...
<input checked="" type="checkbox"/>	%U(E <sub>t</sub> )	%	%U(Zugmodul) ...



Legende	Nr	E <sub>t</sub> MPa	U(E <sub>t</sub> ) MPa	%U(E <sub>t</sub> ) %	σ <sub>Y</sub> MPa	ε <sub>Y</sub> %	σ <sub>M</sub> MPa
	2	3070	61,35	2,00	65,3	7,4	65,3
	3	3080	61,66	2,00	66,0	7,1	66,0
	4	3040	60,76	2,00	65,4	7,3	65,4
	5	3050	60,98	2,00	66,0	7,2	66,0

Serie	E <sub>t</sub>	U(E <sub>t</sub> )	%U(E <sub>t</sub> )	σ <sub>Y</sub>	ε <sub>Y</sub>	σ <sub>M</sub>	ε <sub>M</sub>
n = 5	MPa	MPa	%	MPa	%	MPa	%
$\bar{x}$	3070	61,38	2,00	65,8	7,2	65,8	7,2
s	27,9	0,56	0,00	0,391	0,13	0,391	0,1
V [%]	0,91	0,91	0,00	0,60	1,76	0,60	1,7

- Einfaches Anlegen der Messunsicherheiten im Ergebnisdialog
- Anordnung der Messunsicherheiten erfolgt direkt unter dem dazugehörigen Ergebnis
- In der Ergebnistabelle wird die Messunsicherheit in % und „absolut“ angezeigt  
→ Messunsicherheit für jede Probe
- Jede Messunsicherheit kann einzeln aktiviert /deaktiviert werden

- Es gibt keine Mess- oder Kennwerte ohne Messunsicherheit
- Messunsicherheit schafft Vertrauen in die Mess- und Kennwerte
- Die neue ISO/IEC 17025 fordert den Umgang mit der Messunsicherheit
- Die Verfahrensnormung ist auf einem Weg, Rezepte zu entwickeln, die eine praxisnahe Bestimmung der Messunsicherheit erlauben
- Prüfsoftware bei ZwickRoell ist heute in der Lage, die messsystembedingten Unsicherheiten für viele Kennwerte zu berechnen
- Prüfsoftware bei ZwickRoell ist auch in der Lage, über Anwenderwerkzeuge kundenspezifische Formeln zu berechnen und als Messunsicherheit den Kennwerten zuzuordnen
- Die Labore bleiben in der Verantwortung, die Messunsicherheit für den speziellen Anwendungsfall oder die spezielle Fragestellung zu bestimmen