

## H Garantie- und Eichfehlergrenzen von Messgeräten und Maßverkörperungen

### 1. Längenmessung

$l$  : gemessene Länge

Stahlmaßstab

$$|\Delta l| = 50 \mu\text{m} + 5 \times 10^{-5} \cdot l$$

Holzmaßstab

Gliedermaßstab

Rollbandmaß

}  
}

$$|\Delta l| = 500 \mu\text{m} + 5 \times 10^{-3} \cdot l$$

Büromaßstab

$$|\Delta l| = 200 \mu\text{m} + 10^{-3} \cdot l$$

Messschieber

analog

$$|\Delta l| = 50 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-4} \cdot l$$

digital

$$|\Delta l| = 30 \mu\text{m} \quad (l \leq 200 \text{ mm})$$

Bügelmessschraube

$$|\Delta l| = 2 \mu\text{m} + 1 \times 10^{-5} \cdot l$$

Messuhr

$$|\Delta l| = 15 \mu\text{m} \quad (\text{für Differenzmessungen})$$

Maßstabprüfokular

$$|\Delta l| = 20 \mu\text{m} \quad (\text{für Differenzmessungen})$$

Maßstabmessplatten

$$|\Delta l| = 2 \mu\text{m} \quad (\text{für Differenzmessungen})$$

### 2. Winkelmessung:

Skalenwert =  $1^\circ$ , gemessener Winkel =  $\alpha < 180^\circ$

Teilungsfehler  $\Delta \alpha = 10' + 0,1' \cdot \alpha / 1^\circ$

für Durchmesser 100 mm,

$\Delta \alpha = 10' + 0,05' \cdot \alpha / 1^\circ$

für Durchmesser 150 mm, 200 mm

### 3. Zeitmessung

$t$ : gemessene Zeit

Stoppuhr analog

$$|\Delta t| = 0,2 \text{ s} + 5 \times 10^{-4} t \quad (30 \text{ s-Teilung})$$

$$|\Delta t| = 0,4 \text{ s} + 5 \times 10^{-4} t \quad (60 \text{ s-Teilung})$$

digital

$$|\Delta t| = 20 \text{ ms}$$

Polydigit

$$|\Delta t| = 10 \text{ ms}$$

#### 4. Temperaturmessung

$T$  : gemessene Temperatur

Hg – Thermometer

Tabelle enthält  $\Delta T$  /grad

Skalenteilung	1 grad	0,5 grad	0,2 grad	0,1 grad
Bereich				
0... 50°C	0,7	0,5	0,2	0,15
0...100°C	0,7	0,5	0,2	0,15
50...100°C	1	0,5	0,3	0,25

Digitalthermometer

Typ DTM 2130 (PT 100)

$$\Delta T = \pm 0,06 \text{ K} \pm 0,02\% \text{ vom Messwert} \pm 1 \text{ digit}$$

Typ ELV

$$\Delta T = \pm 0,2 \text{ K}$$

Typ GTH 1160

Bereich –50...199,9 °C

$$\Delta T = \pm 1\% \text{ vom Messwert} \pm 0,5 \text{ °C}$$

Bereich –50...1150 °C

$$\Delta T = \pm 1\% \text{ vom Messwert} \pm 1 \text{ digit}$$

Typ GMH 2000

$$\Delta T = \pm 0,03\% \text{ vom Messbereich} \pm 1 \text{ digit}$$

#### 5. Volumenmessung

$V$  : Nennvolumen

Messzylinder

$V$ / ml	10	25	50	100	250	500	1000	2000
$\Delta V$ / ml	0,1	0,5	0,5	1	2	5	10	20

## 6. Wägung

Feinwaage

$$\Delta m_{\text{sys}} = \sum \Delta m_i + K$$

$K$  – Gerätekonstante /  $\text{mg} \cdot \text{Skt}^{-1}$ , wird durch die eingesetzte Feinwaage bestimmt

Wägestück (Feingewichtsstück)  $m$ : Nennmasse

$m$	100g	500g	200g	100g	50g	20g
$\Delta m_i / \text{mg}$	10	4	2	1	0,6	0,4

$m$	10+5g	2+1g	500...100mg	50...20mg	10...0,5mg
$\Delta m_i / \text{mg}$	0,3	0,2	0,1	0,06	0,04

Oberschalige Waage  $\Delta m = \pm 0,01 \text{g}$

Digitalwaage

$$\Delta m = \Delta m_L + \Delta m_u$$

$-\Delta m_L$  – Linearitätsabweichung

$-\Delta m_u$  – Messunsicherheit

(für  $t = 95\%$  gilt  $\Delta m_u = 2 s$ )

$s$  – Standardabweichung / Reproduzierbarkeit

Typ	$s / \text{g}$	$\Delta m_L / \text{g}$	Wägebereich/ g
LC 820	$\leq \pm 0,005$	$< \pm 0,01$	$< 820$
BA 2100	$\leq \pm 0,05$	$\leq \pm 0,1$	$< 2100$
BA 310s	$\leq \pm 0,001$	$\leq \pm 0,001$	$< 310$
Pt 1200	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$< 1200$
DLT 411	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$< 410$
440-45N	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$< 1000$

## 7. Elektrische Messgeräte

Wie alle Messwerte sind auch gemessene elektrische Größen (Spannungen, Ströme, Widerstände...) mit systematischen Fehlern behaftet. Das gilt auch, wenn der gemessene Wert als Ziffer (digital) angezeigt wird. Die Größe dieser Messfehler hängt unmittelbar von der Güte des Messgerätes ab, die sich aus dem Aufbau sowie der Qualität der verwendeten Bauelemente und -gruppen ergibt.

Die Güte des Messgerätes schlägt sich in seiner Genauigkeitsklasse nieder, die vom Hersteller garantiert wird. Unterschiedliche Messbereiche können unterschiedliche

Genauigkeiten aufweisen. Unter Genauigkeit versteht man dabei den höchsten zulässigen Fehler, der unter vorgeschriebenen Betriebsbedingungen auftreten kann. Die Angabe des systematischen Fehlers einer gemessenen elektrischen Größe setzt demnach die Kenntnis der Genauigkeitsklasse(n) des verwendeten Messgerätes (und seiner Messbereiche) voraus.

### 7.1 Digitalmultimeter (DMM)

Der systematische Messfehler ergibt sich beim DMM als Summe zweier Terme. Entsprechend der für die jeweilige Genauigkeitsklasse angegebenen Prozentzahl ermittelt man den ersten Term als Prozentsatz vom Messwert. Hinzu wird der zweite Term, die unter der Genauigkeitsklasse angegebenen Anzahl an "digits", addiert, die die Schwankungen der letzten Stelle am DMM charakterisiert. (Ein "digit" stellt die kleinstmögliche Differenz zweier Anzeigenwerte dar.)

Die erforderlichen Angaben zu den einzelnen Multimetern sind den Datenblättern zu entnehmen, die an den Versuchsplätzen ausliegen.

**Beispiel:** Bei einer Gleichspannungsmessung werden am DMM im 20 V-Messbereich 14,18 V angezeigt. Es soll für diesen Messbereich die Genauigkeit  $\pm (0,5\% \text{ vom Messwert} + 1 \text{ digit})$  gelten.

Der systematische Messfehler ergibt sich zu:

$$0,5\% \text{ von } 14,18 \text{ V} = 0,0709 \text{ V zuzüglich } 1 \text{ digit } (0,01 \text{ V}) = 0,0809 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\text{sys}} = \pm 0,08 \text{ V}$$

### 7.2 Zeigerinstrumente

Auf dem Skalenträger dieser Geräte sind neben der Skalenteilung und der Einheit der gemessenen Größe Zeichen angegeben, die die Eigenschaften des Messinstrumentes kennzeichnen.

Die für den systematischen Messfehler entscheidende Angabe ist auch hier die der Genauigkeitsklasse, sie erscheint als Prozentzahl auf dem Skalenträger. Der systematische Fehler errechnet sich als prozentualer Anteil vom **Messbereichsendwert** im jeweiligen Messbereich. Im Gegensatz zum DMM ist jedoch **jeder** Messwert innerhalb eines Messbereiches mit dem gleichen systematischen Fehler behaftet.

**Beispiel:** Ein Strommesser der Genauigkeitsklasse 1,5 hat in einem Messbereich bei Vollausschlag einen Endwert von 400 mA. Unabhängig von der Höhe der gemessenen Stromstärke, d. h. unabhängig von der Zeigerstellung, hat der Messwert in diesem Messbereich einen systematischen Fehler von

$$\Delta I_{\text{sys}} = \pm 6 \text{ mA.}$$

Liegt der Skalennullpunkt innerhalb der Skale, so gilt als Messbereichsendwert die Summe der beiden Skalenendwerte.

Erscheinen auf dem Skalenträger des Messgerätes mehrere Genauigkeitsklassen, so gelten sie für unterschiedliche Messbereiche. Für diese Messgeräte sind die erforderlichen Angaben auf gesonderten Kennblättern an den Versuchsplätzen zu ersehen.

Neben der Genauigkeitsklasse können weitere Eigenschaften mittels Zeichen auf dem Skalenträger von Zeigerinstrumenten kenntlich gemacht sein (siehe Tabelle).

### 7.3 Technische Dekaden-Widerstände

$$R \geq 10 \Omega \quad \pm 0,1\%$$

$$R \leq 1 \Omega \quad \pm 0,5\%$$

### 7.4 Normwiderstände

$$\frac{\Delta R}{R} = 10^{-4} \quad \text{bei } 15 \text{ }^\circ\text{C bis } 25 \text{ }^\circ\text{C} \text{ und} \\ \text{geringer Strombelastung}$$