Fehlerrechnung leicht gemacht – Die Checkliste –

Legende:
n: Anzahl der Messwerte
x_i: Einzelmessungen
$\bar{x}$: arithmetischer Mittelwert (MW)
i: Laufindex von 1 bis n
$s(\bar{x})$: Standardabweichung des MWs
$\sum$: Summe folgender Einträge

Liegt eine Messreihe von zufallsverteilten Messwerten vor?

JA

statistische Bestimmung des Mittelwerts:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

Die Messreihe besitzt 10 oder mehr Messwerte

statistische Berechnung des Toleranzbereichs

A: Berechnung der Standardabweichung

$$s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

B: Multiplikation der Standardunsicherheit mit dem t-Wert*:

$$\Delta x = t \cdot s(\bar{x})$$

Die Messreihe besitzt weniger als 10 Messwerte

Schätzen der Empirischen Standardabweichung

Analoges Messgerät:

$\Delta x = \pm(0{,}5 \ \ldots 1) \cdot$ kleinste Skaleneinheit

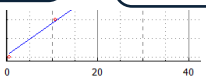
Digitales Messgerät:

$\Delta x = \pm 1 \cdot$ Einheit der letzten Stelle

NEIN

Toleranzbereich ist durch Herstellerangaben oder im Versuchsprotokoll gegeben

Die Umgebungs-bedingungen ändern sich bei jeder Messung (z.B. verschiedene Gewichte an Feder).




```
Gerade:  y = a·x + b
         a = +1,6879   ± 0,0558
         b = +21,576   ± 3,02
```

Ablesen der Unsicherheit nach Durchführung einer Regression

Herangehensweise in Versuchsanleitung gegeben (Physpract)

Ausgaben der Form:
$x = \bar{x} \pm \Delta x$

Zusammensetzen des Vertrauensbereichs
$x = \bar{x} \pm \Delta x$

Wird in nachfolgender Auswertung noch mit diesem Ergebnis oder anderen gegebenen Vertrauensbereichen weitergerechnet?

JA

Berechnung der kombinierten Standardunsicherheit

A: Notieren der verwendeten Funktion f(x,y,z)

B: Bilden der partiellen Ableitung $\frac{\partial f}{\partial(x,y,z)} = \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z}$

C: Berechnung der Fehlerfortpflanzung $\Delta f = \frac{\partial f}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial f}{\partial y}\Delta y + \frac{\partial f}{\partial z}\Delta z$

vereinfachte Schreibweisen (analog für >2 Variablen):

- Summen/Differenzen $f = x \pm y$ →→ $\Delta f = |\Delta x| + |\Delta y|$
- Produkte/ Quotienten $f = x \cdot y,\ \ f = x \div y$ →→ $\Delta f = f \cdot \left(\left|\frac{\Delta x}{x}\right| + \left|\frac{\Delta y}{y}\right|\right)$
- Potenzprodukte $f = x^a \cdot y^b \cdot z^c$ →→ $\Delta f = f \cdot \left(\left|a\frac{\Delta x}{x}\right| + \left|b\frac{\Delta y}{y}\right| + \left|c\frac{\Delta z}{z}\right|\right)$
- natürliche Logarithmen $f = \ln\frac{x}{a}$ →→ $\Delta f = \left|\frac{\Delta x}{x}\right|$

NEIN

Alle beteiligten Variablen müssen samt jeweiliger Unsicherheiten bekannt sein!

**Auszug aus der t-Werte-Tabelle*

n	t-Wert
	p = 68,3%
3	1,32
5	1,15
6	1,11
10	1,06
100	1,00
200	1,00

Angabe des Endergebnisses und Beurteilung des Toleranzbereichs

Qualitative Betrachtung (sonstige Fehlerquellen aufzählen und bewerten) nicht vergessen!