



Fehlerarten

Ergebnisse von Messungen (insbesondere wertkontinuierlicher Größen) sind prinzipiell durch **Messabweichungen** („Messfehler“) **unsicher** („fehlerbehaftet“). Allgemein gilt

$$\text{Messwert} = \text{wahrer Wert} + \text{systematischer Messfehler} + \text{zufälliger Messfehler} \quad (1)$$

Systematische Fehler

Durch die Art der Messung bedingte Fehler, die prinzipiell (sofern sie identifiziert werden) **nach Betrag und Vorzeichen bestimmbar** sind. Sie sind prinzipiell **reproduzierbar**. Ist der systematische Fehler einer Messanordnung bekannt, so können die Messwerte um den systematischen Fehler korrigiert werden. Ohne die Korrektur systematischer Fehler ist ein Messergebnis **falsch**. Systematische Fehler können viel größer sein als die zufälligen!

Beispiele:

- Veränderung der Leerlaufspannung einer linearen Spannungsquelle durch den Messstrom
- Veränderung eines Widerstandswertes durch die Erwärmung durch den Messstrom
- Falscher Messaufbau

Zufällige („statistische“) Fehler

Prinzipiell unvermeidbare Fehler, deren **Betrag und Vorzeichen wechseln**. Sie sind **nicht reproduzierbar**. Ihr **Einfluss** ist durch die **Wiederholung von Messungen** (d.h. Vergrößerung des Stichprobenumfanges) **unter identischen Randbedingungen verringerbar**. Zufällige Fehler werden mit Methoden der Statistik beschrieben und sind **oftmals normalverteilt**. Zufällige Fehler machen ein Messergebnis **unsicher**.

Beispiele:

- Rauschen der Ausgangsspannung eines Verstärkers

Richtiger Wert

Gemessener Wert mit einem für den jeweiligen Anwendungsfall vernachlässigbar kleinen Fehler. Dient in der Praxis als Ersatz für den „**wahren Wert**“. (Das ist der **exakte, messtechnisch nicht bestimmbar** – jedoch eventuell **berechenbare** – Wert einer Messgröße.) Wenn der richtige Wert der Messgröße nicht bekannt ist, wird ersatzweise der **Mittelwert der gemessenen Größe** \bar{x} verwendet.

Absoluter Fehler

$$F_{\text{abs}} = x_{\text{mess}} - x_{\text{richtig}} \quad (2)$$

mit

x_{mess} = Messwert

x_{richtig} = richtiger Wert der Messgröße (aus Rechnung bzw. ersatzweise \bar{x} aus Messung)

Ist der Messwert zu groß ($x_{\text{mess}} > x_{\text{richtig}}$), so ist der Fehler positiv ($F_{\text{abs}} > 0$), ist der Messwert zu klein ($x_{\text{mess}} < x_{\text{richtig}}$), so ist der Fehler negativ ($F_{\text{abs}} < 0$). **Sowohl der absolute als auch der relative Fehler sind vorzeichenbehaftet!**

Relativer Fehler

$$F_{\text{rel}} = \frac{F_{\text{abs}}}{x_{\text{richtig}}} \quad (3)$$

Der relative Fehler ist meist wesentlich aussagekräftiger als der absolute Fehler!

Beispiel:

- $U_{\text{richtig}} = 1 \text{ V}$; $U_{\text{mess}} = 0,5 \text{ V}$ im Messbereich 1 V
 $F_{\text{abs}} = -0,5 \text{ V}$ (falscher Kommentar: „vernachlässigbar“); $F_{\text{rel}} = -50\%$ (Kommentar: großer Fehler!)