

# Zufällige und systematische Fehler

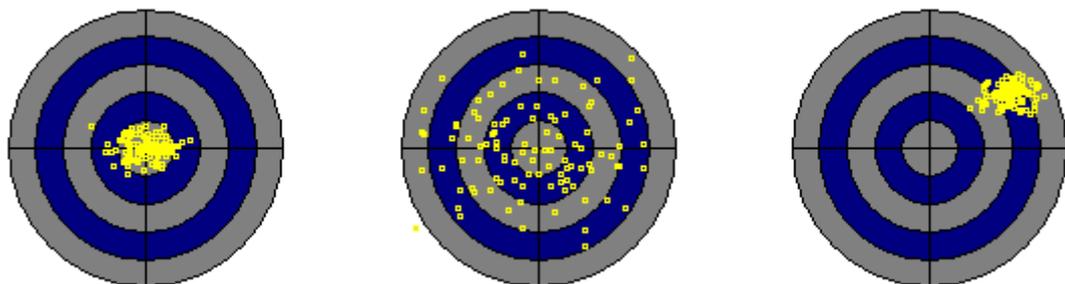
Autor: Hans Lohninger

## Diabetes Modul 01/23

Bei der Messung von Daten passieren Fehler. Diese Fehler können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- **systematische Fehler:** Fehler die dadurch entstehen, dass z.B. eine Messapparatur falsch geeicht ist, oder die Proben verunreinigt sind. Systematische Fehler äußern sich in einer (oft) konstanten oder auch proportionalen Verschiebung der Messwerte. Systematische Fehler beeinflussen die **Richtigkeit**, sie können sich sowohl addieren als auch gegenseitig aufheben.
- **zufällige Fehler:** entstehen durch zufällige Prozesse während des Messens, z.B. das thermische Rauschen des Sensors oder das Quantisierungsrauschen. Zufällige Fehler beeinflussen die **Präzision** einer Messung und addieren sich immer (vgl. [Fehlerfortpflanzungsgesetz](#)).
- **Ausreißer:** sind Einzelwerte die weit außerhalb der sonst üblichen Messwerte liegen. Grobe Ausreißer lassen sich einfach erkennen und entfernen.

Am einfachsten kann man sich **Richtigkeit** und **Präzision** bei einem Dart-Spiel vorstellen. Hat der Spieler eine hohe Richtigkeit, so trifft er im Mittel ins Schwarze. Allerdings hilft ihm das wenig, wenn die Präzision seiner Würfe schlecht ist. Umgekehrt kann ein Spieler mit einer ruhigen Hand eine sehr gute Präzision erzielen, und trotzdem permanent neben das Zentrum der Scheibe treffen.



Links: **Hohe Richtigkeit mit hoher Präzision.**

Mitte: Hohe Richtigkeit mit geringer Präzision.

Rechts: Geringe Richtigkeit mit hoher Präzision. Hier tritt ganz offensichtlich ein systematischer Fehler auf.

Überträgt man diese Unterscheidung zw. Richtigkeit und Präzision auf die Statistik, so liegt es auf der Hand, dass die Richtigkeit einer Messung durch den Mittelwert (oder allgemein irgendein Lagemaß der Verteilung der Messwerte) beschrieben werden kann, die Präzision durch die Standardabweichung (oder durch ein anderes Streumaß).

## Beispiele systematischer Fehler

### Referenzfehler:

- Falsche Kalibration: Kalibrationsfehler können sowohl einen additiven als auch einen multiplikativen Fehler erzeugen.
- Volumenabhängige Referenzen, wie zum Beispiel Messkolben, die bei der falschen Temperatur verwendet werden.
- Thermoelemente liefern als Temperaturwert immer die Differenz zwischen der Messstelle und der Kaltstelle; driftet die Kaltstelle, verändert sich dadurch auch der Messwert.
- Die Alterung von Sensoren kann zu einer Verschiebung der Kalibration führen

### Methodenfehler:

- Nachweisreaktionen, deren Endpunkt nicht rechtzeitig erreicht wird (Gleichgewicht stellt sich aufgrund der langsamen Kinetik nie ein).
- Instabilität best. Spezies kann dazu führen, dass sich das Signal während der Messung ändert.
- Querempfindlichkeiten sind ein generelles Problem, das gerade bei Messungen in hochkomplexen Matrices gravierende Auswirkungen haben kann.
- persönliche Fehler stammen meist aus Vorlieben oder Eigenheiten der messenden Person. Operator- und Labor-Performance kann über Ringversuche ermittelt werden.