

# Messgenauigkeit und Bit-Zahl

Die Wandler der CASSY - Familie sind alle 12-Bit-Wandler. Hier wird erklärt, was darunter zu verstehen ist und welchen Einfluss dies auf die Messgenauigkeit hat.

## Was ist ein 12- Bit-Wandler

Die Analog-Digitalwandler der CASSY-Familie setzen ein analoges Signal in 4096 Schritte um, d.h. Zahlen von 0 bis 4096.

Man spricht dann von einem 12-Bit-Wandler. Der Grund dafür soll kurz erklärt werden:

Computer benutzen das binäre Zahlensystem, d.h. sie kennen nur die Null und die Eins. Mit der Bit-Zahl wird die Länge der Informationseinheit bezeichnet, die der Computer verwendet.

Ein 1-Bit-Wandler sendet nur eine Zahl als Informationseinheit, damit kann ein analoges Signal in zwei Schritte ( $2^1$ ) umgesetzt werden:

0 oder 1

Ein 2-Bit-Wandler sendet zwei Zahlen, und kann ein analoges Signal in vier Schritte ( $2^2$ ) umsetzen:

00, 01, 10 oder 11

Ein 3-Bit-Wandler sendet drei Zahlen, und kann ein analoges Signal in acht ( $2^3$ ) Schritte umsetzen:

000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 oder 111

Ein 4-Bit-Wandler sendet vier Zahlen und kann ein analoges Signal in 16 Schritte ( $2^4$ ) umsetzen.

0000, 0001, 0010, 0100, 1000, 0011, 0101, 0110, 1001, 1010, 1100, 0111, 1011, 1101, 1110, 1111

Wenn n als Platzhalter für die Bit-Zahl verwendet wird, lautet die allgemeine Formel:

$$2^n$$

Ein 12-Bit-Wandler setzt daher ein analoges Signal in  $2^{12}$  Schritte um, das sind dann 4096 Schritte.

## Einfluss des Messbereichs auf die Messgenauigkeit

Wird unter **Einstellungen** der Temperaturkanal angeklickt, kann zwischen verschiedenen Messbereichen gewählt werden.

**Temperatur  $T_{11}$**

Bereich: -20 °C .. 120 °C

Messwertaufnahme

Momentanwerte

gemittelte Werte

Effektivwerte

Effektivwerte (AC-Anteil)

} über 100 ms

Nullpunkt

links  mittig  rechts

Hilfe Korrigieren

-20 °C .. 120 °C

-200 °C .. 50 °C

-20 °C .. 120 °C

-100 °C .. 200 °C

0 °C .. 1200 °C

Das rechte Bild zeigt das Fly-Out-Menü, das die verschiedenen Messbereiche des Temperaturfühlers anzeigt. Mit der Wahl des Messbereichs wird auch die Messgenauigkeit bestimmt.

# Messgenauigkeit und Bit-Zahl

---

Wird der Temperaturbereich von  $-20^{\circ}\text{C}$  ...  $120^{\circ}\text{C}$  gewählt, erstreckt sich der Temperaturbereich über  $140^{\circ}\text{C}$ . Dieser wird bei einem 12-Bit-Wandler in 4096 Schritte unterteilt:

$$140^{\circ}\text{C} / 4096 = 0,034^{\circ}\text{C}$$

Ein Ziffernschritt, ein Digit, entspricht einer Temperatur von  $0,034^{\circ}\text{C}$ . Das bedeutet, dass der Analog-Digitalwandler erst dann dem Rechner einen anderen Temperaturwert meldet, wenn die Temperatur sich um mehr als  $0,034^{\circ}\text{C}$  verändert hat. Schwankt die Temperatur innerhalb eines solchen  $0,034^{\circ}\text{C}$  großen Intervalls, so registriert der Rechner keine Veränderung.

Dies ist für schulische Zwecke genügend genau.

Wählt man den Temperaturbereich von  $0^{\circ}\text{C}$  ...  $1200^{\circ}\text{C}$ , so wird die Messung ungenauer. Diesmal wird der Temperaturbereich von  $1200^{\circ}\text{C}$  in 4096 Schritte zerlegt:

$$1200^{\circ}\text{C} / 4096 = 0,29^{\circ}\text{C}$$

Damit ist die Messung wesentlich ungenauer. Wenn man z.B. die Temperatur von Wasser messen möchte, hat es keinen Sinn, im Temperaturbereich von  $0^{\circ}\text{C}$  ...  $1200^{\circ}\text{C}$  zu messen.

Auch viele Handmessgeräte haben diese Bereichsumschaltung, z.B.  $1^{\circ}\text{C}$  Genauigkeit bei Messungen bis  $1200^{\circ}\text{C}$  und  $0,1^{\circ}\text{C}$  Genauigkeit bei Messungen bis  $120^{\circ}\text{C}$ .

Um das ganze noch einmal zu Veranschaulichen, sollen noch einmal moderne Digitalwaagen betrachtet werden. Hat man z. B. nur eine Waage mit einer Genauigkeit von 1 g, kann man entweder 1,00 g oder 1,99 Gramm auf der Waagschale liegen haben (wenn man mit einer Waage nachmessen würde, die 0,01 Gramm auflösen kann), ohne dass sich die Anzeige verändert. Für den Haushalt ist eine solche Waage natürlich ausreichend, nicht aber für chemische Zwecke.

## Das Messergebnis ist nicht genauer als der analoge Fühler bzw. das Messgerät

Die Messgenauigkeit steigt nicht dadurch, dass die Messwerte digital angezeigt werden. Verwendet man z.B. zur Temperaturmessung die ungenauen NiCr-Ni Messfühler, scheint Wasser unter gleichen Bedingungen einmal z. B. bei  $101^{\circ}\text{C}$  und dann bei  $99^{\circ}\text{C}$  zu siedeln.

Je nach der Toleranz der Messfühler, sind die Messwerte entsprechend genau. Bei einer Temperaturmessung ist ein PT-100 Messfühler einem NiCr-Ni Messfühler vorzuziehen. Die PT-100 Messfühler sind von der Genauigkeit den Quecksilberthermometern vergleichbar. Allerdings gilt das auch für den Messbereich. Dafür ist der NiCr-Ni Messfühler von  $-200$  bis  $1200^{\circ}\text{C}$  einsetzbar, wo es auf ein paar Grad Abweichung nicht ankommt.

Damit auch bei NiCr-Ni Messfühlern genaue Werte angezeigt werden, müssen diese kalibriert werden. Dies ist man von pH-Elektroden gewohnt, aber auch Temperaturfühler, Leitfähigkeitssonden oder Waagen müssen kalibriert werden.

Das Kalibrieren erfolgt unter **Einstellungen** mit der Schaltfläche *Korrigieren*.

Ein PT-100 Temperaturmessfühler ist auch ohne Kalibrierung ausreichend genau. Dies schlägt sich auch im Preis nieder.

## Literatur

Domke, B.: CEC, Computergestütztes Experimentieren im Chemieunterricht. Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart, 1990