

## AD-/DA-Wandler

Der AD-Wandler wandelt eine analoge Größe – meist eine Spannung- in einen digitalen Wert um. Entsprechend wandelt der DA-Wandler eine digitale Größe in einen analogen Strom- oder Spannungsverlauf um.

### Funktionsweise des AD-Wandlers

Digitalisierung erfolgt in drei Schritten:



#### 1) Abtastung

- Eingangssignal wird im Zeitbereich  $k \cdot T_s$  abgetastet ( $T_s$ : Abstand zwischen zwei Abtastwerten,  $k = 2^n$  mit  $n$ : Auflösung in Bit)
- abgetastetes Signal existiert nur noch an den Abtastzeitpunkten
- **wichtig:** Abtasttheorem von Shannon  $\rightarrow f_{abtast} \geq 2 \cdot f_{max}$
- In der Regel wird die Abtastung mit einer Sample-and-Hold-Schaltung durchgeführt.

#### 2) Quantisierung:

- Spannungswerte an einzelnen Abtastzeitpunkten werden in einen Zahlenwert umgewandelt, wobei auf ganze Zahlen gerundet wird.  
 $\rightarrow$  irreversibler Informationsverlust

#### 3) Codierung:

Die in der Quantisierung festgelegten Zahlenwerte werden in Binärzahlen umgewandelt.

### DA-Wandler

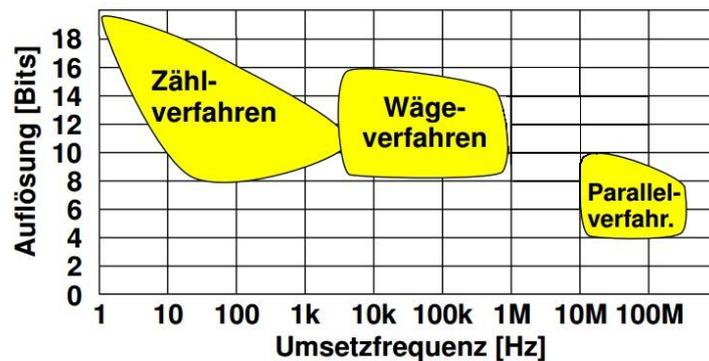
- wichtigste Eigenschaften: Auflösung und Geschwindigkeit
- *Beispiel Auflösung:* Wandler mit 8 Bit kann  $2^8 = 256$  verschiedene Spannungen ausgeben  
 $\rightarrow$  bei einem Ausgangsspannungsbereich von 0V-5V beträgt damit die Spannungsdifferenz zwischen zwei Werten  $\frac{5V}{256} = 19,5mV$

#### **Referenzspannung:**

Um den Wert, den der DAC zurückgibt, bezieht sich auf eine bestimmte Referenzspannung, die über das Register ADMUX eingestellt werden kann.

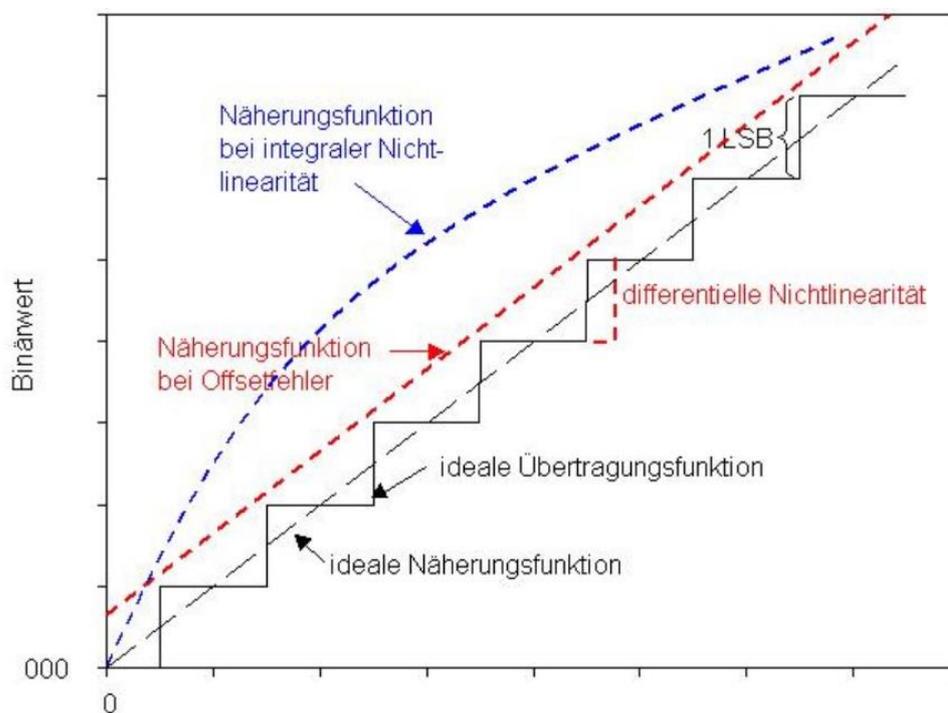
Berechnung der ausgegebenen Spannung:  $U_a = \frac{\text{Wert der analogen Größe} \cdot \text{Referenzspannung}}{2^{\text{Auflösung in Bits}}}$

## Vergleich der Wandlungsverfahren



Quelle: [https://www.fh-muenster.de/maschinenbau/downloads/inf\\_maschbau/ang\\_inf\\_II/06i.pdf](https://www.fh-muenster.de/maschinenbau/downloads/inf_maschbau/ang_inf_II/06i.pdf)

## Übertragungskennlinie und Fehler:



Quelle: <http://www.pci-card.com/versuch10.pdf>

## AD-Wandler des ATmega32:

- interner 10-Bit AD-Wandler mit 8 Eingängen
- **AVCC**: Spannungsversorgung für Port A und den AD-Wandler, bei Verwendung des ADC sollte AVCC über einen Tiefpassfilter mit der Betriebsspannung verbunden sein
- **AREF**: Referenz-Pin für den AD-Wandler, hier kann eine Spannung zwischen 2,56V und der Betriebsspannung angelegt werden
- Ergebnis des ADC ist 10 Bit breit, da Register nur 8 Bit breit sind, passt es also nicht in ein Register → Ergebnis wird in **ADCL** und **ADCH** abgelegt
- Immer zuerst **ADCL** und erst dann **ADCH** auslesen.