

AD-/DA-WANDLER

30.04.2015

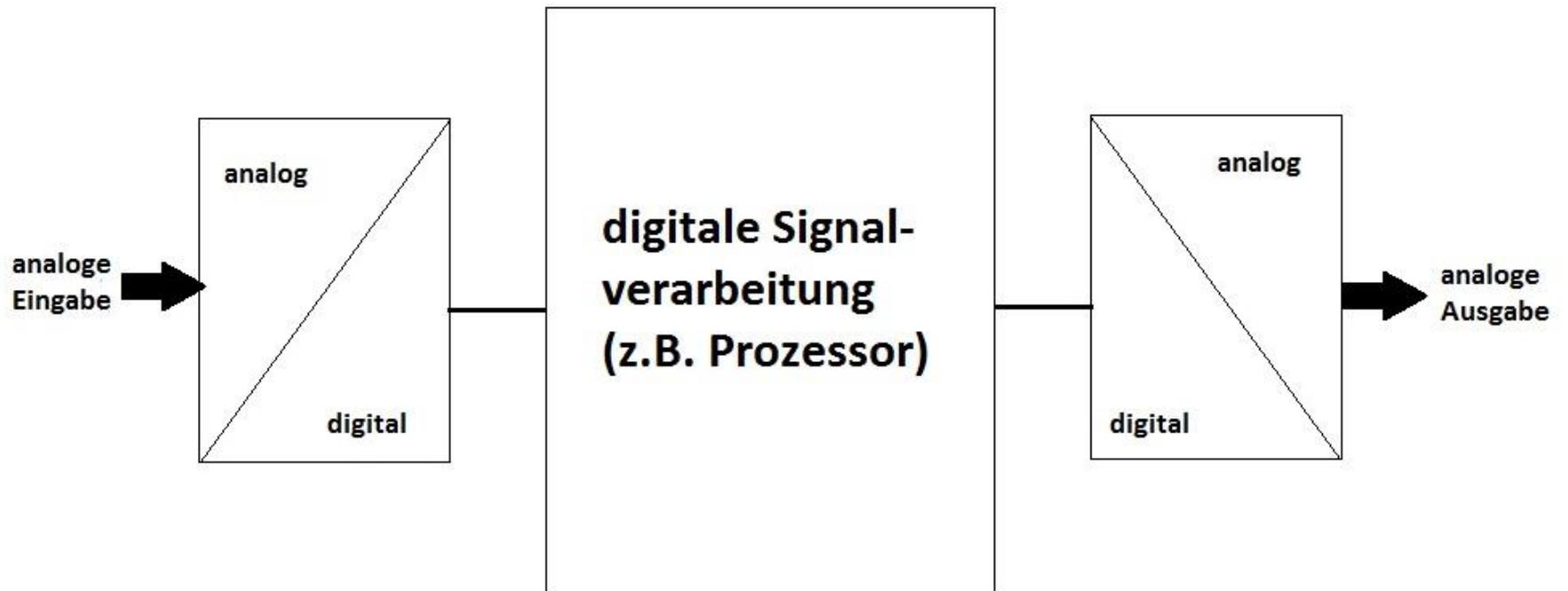
Referat von Lara Tek (Projektlabor SS15)

Gliederung

1. Einführung
2. Funktionsweise
3. Wandlungsverfahren
4. AD-Wandler des ATmega32
5. Fehlerarten und -quellen

Gliederung

- 1. Einführung**
2. Funktionsweise
3. Wandlungsverfahren
4. AD-Wandler des ATmega32
5. Fehlerarten und -quellen



- AD-Wandler: analoge \rightarrow digitale Größe
- DA-Wandler: digitale \rightarrow analoge Größe
- unterschiedliche Wandlungsverfahren

Begriffsklärungen

- analog: beliebige Werte innerhalb zweier Grenzwerte
→ wert- und zeitkontinuierlich
- digital: nur bestimmte Werte annehmbar
→ wert- und zeitdiskret

Begriffsklärungen

- U_{LSB} : kleinster Spannungsschritt
 - Spannungsbereich in 2^n Spannungsschritte unterteilt
→ Höhe jeweils U_{LSB}
 - $$U_{LSB} = \frac{U_{max} - U_{min}}{2^n}$$

Gliederung

1. Einführung
2. **Funktionsweise**
3. Wandlungsverfahren
4. AD-Wandler des ATmega32
5. Fehlerarten und -quellen

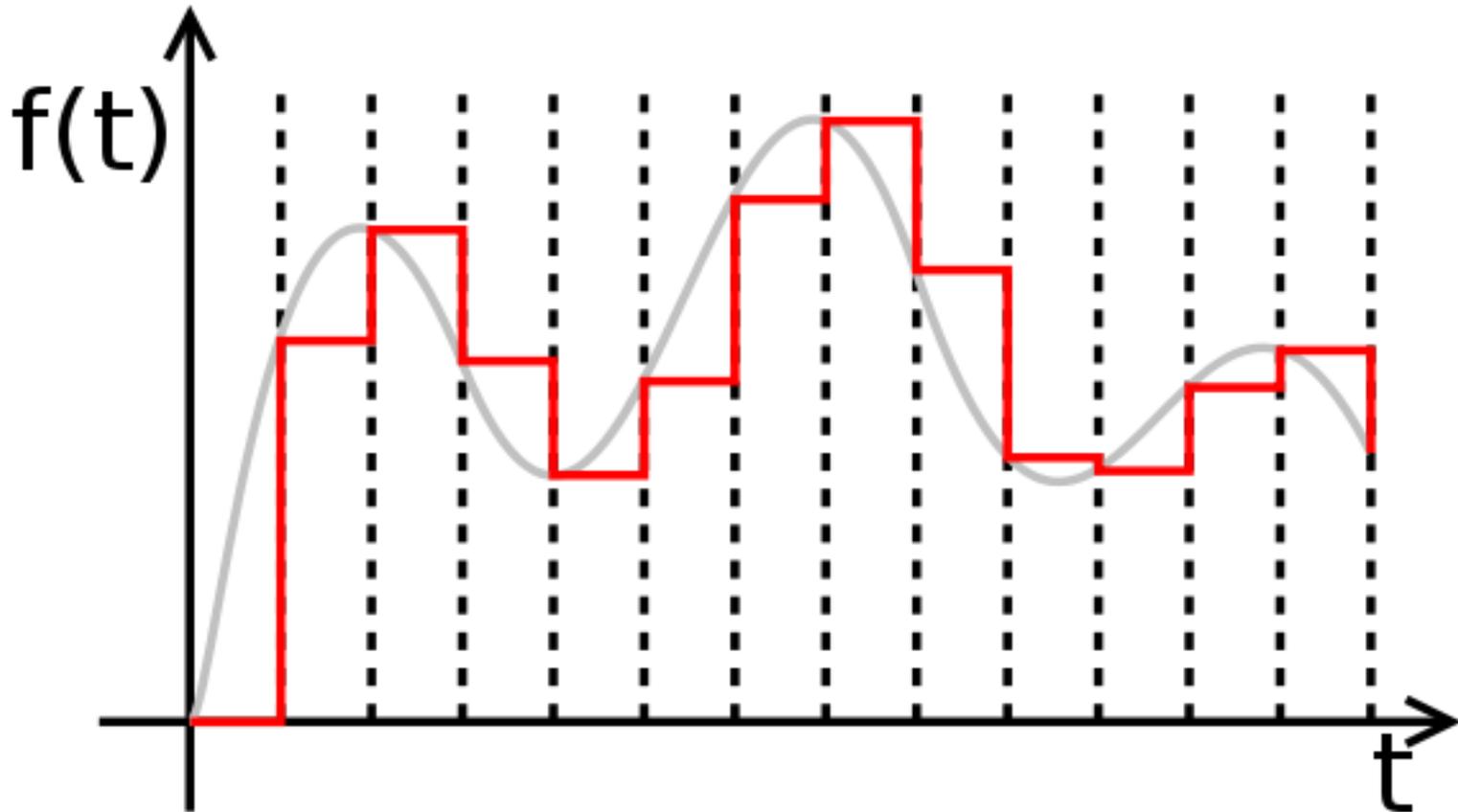
AD-Wandler

Digitalisierung erfolgt in drei Schritten:



1) Abtastung

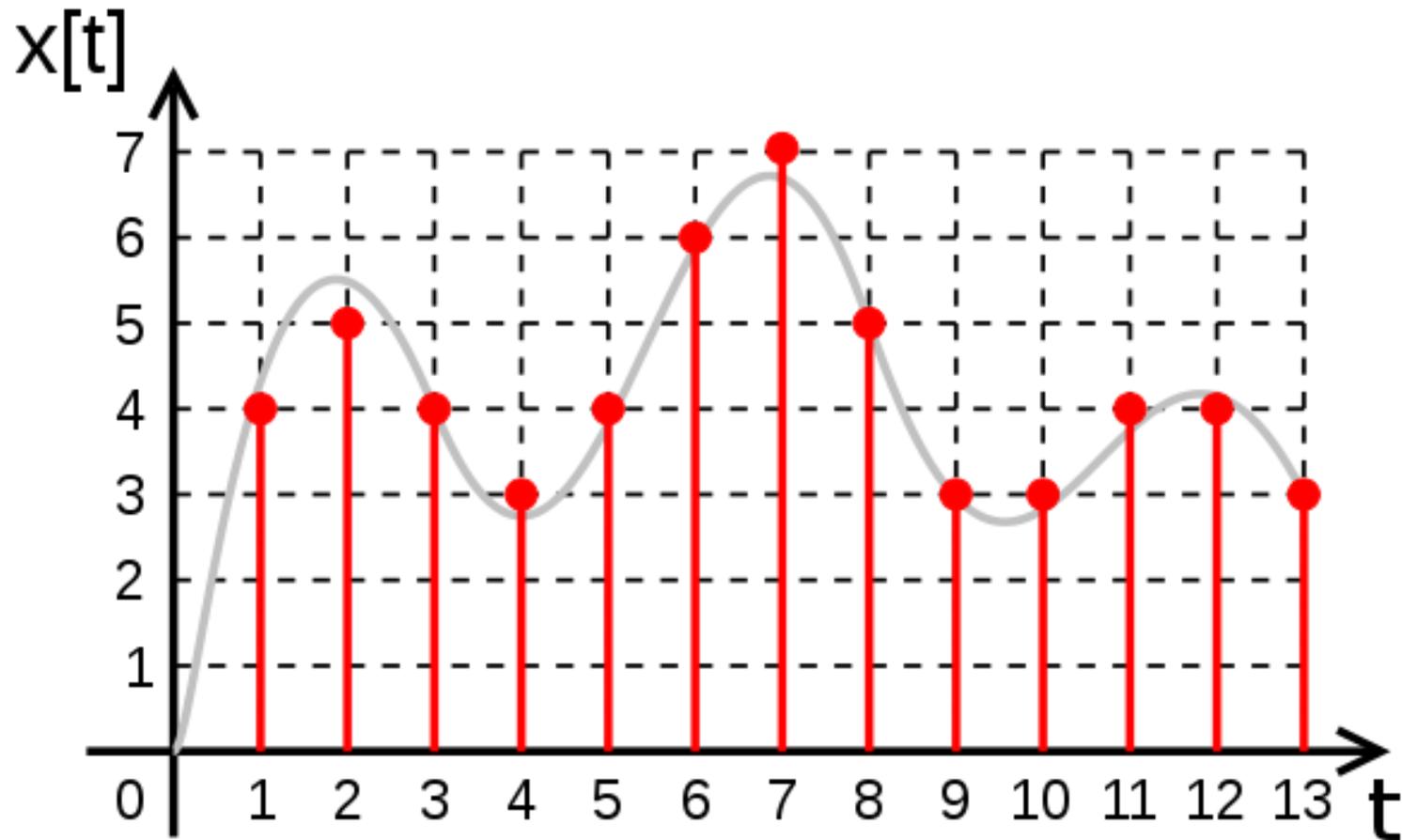
- Abtastung im Zeitbereich $k \cdot T_s$
- Signal existiert nur noch an Abtastzeitpunkten
- **wichtig:** Abtasttheorem von Shannon
→ $f_{abtast} \geq 2 \cdot f_{max}$
- Sample-and-Hold-Schaltung



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Analog-Digital-Umsetzer>

2) Quantisierung

- Spannungswerte → Zahlenwerte
- Runden auf ganze Zahlen
→ irreversibler Informationsverlust



Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Analog-Digital-Umsetzer>

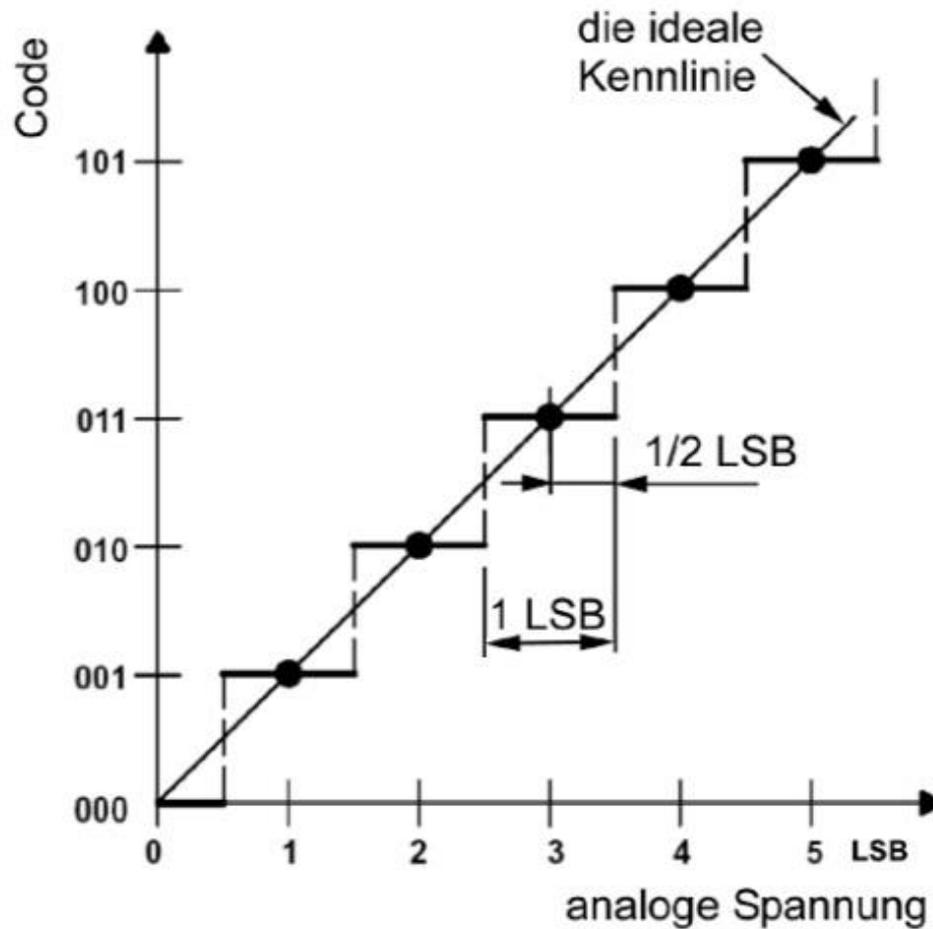
2) Quantisierung

- Spannungswerte → Zahlenwerte
- Runden auf ganze Zahlen
→ irreversibler Informationsverlust

3) Codierung

- Zahlenwerte → Binärzahlen

Übertragungskennlinie (AD-Wandler)



DA-Wandler

- wichtigste Eigenschaften:
 - Auflösung
 - Geschwindigkeit
- je höher Auflösung, desto genauer ausgegebenes Signal

Auflösung

- erkennbarer Unterschied zwischen minimal verschiedenen Messwerten
- gibt Anzahl Bits der erzeugten Werte an

Auflösung - Beispiel

- Wandler mit 8 Bit
 - kann $2^8 = 256$ Spannungen ausgeben
- Messbereich von 0V-5V
 - Spannungsdifferenz zwischen zwei Werten:

$$\frac{5V}{256} = 19,5mV$$

Referenzspannung

- kann über Register ADMUX eingestellt werden
- zurückgegebenen Wert in Volt umrechnen
 - Auflösung des Wandlers
 - digitalen Wert der analogen Größe
 - Größe der Referenzspannung

Berechnung der ausgegebenen Spannung

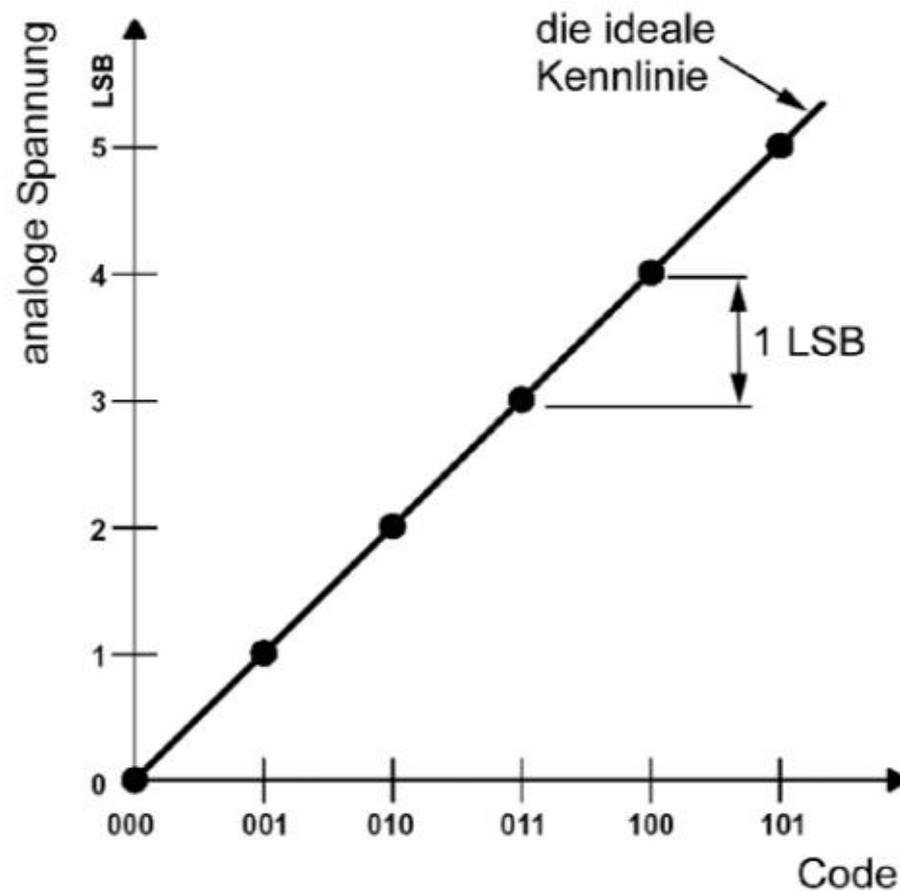
$$U_a = \frac{\text{Wert der analogen Größe} \cdot \text{Referenzspannung}}{2^{\text{Auflösung in Bits}}}$$

Beispielrechnung

- Auflösung: 10 Bit
- digitaler Wert der analogen Größe: 592
- Referenzspannung: 5V

$$U_a = \frac{592 \cdot 5V}{2^{10}} = 2,9V$$

Übertragungskennlinie (DA-Wandler)



Gliederung



1. Einführung
2. Funktionsweise
- 3. Wandlungsverfahren**
4. Fehlerarten und -quellen

Wägeverfahren

- gehört zu den schnellsten Wandlungsverfahren
- jeweils eine Stelle der Dualzahl wird ermittelt
- Eingangsspannung wird mit Vergleichsspannung verglichen ($U_{vergleich} = 2^{-n-1} \cdot U_{ref}$)

Zählverfahren

- deutlich langsamer als Wägeverfahren
- U_{LSB} aufaddieren, bis Wert von Eingangsspannung erreicht → wie oft?
- Anzahl der Impulse entspricht der Eingangsspannung

Dual-Slope-/Doppelintegrationsverfahren

- Kondensator wird von analoger Eingangsspannung geladen
→ Abbruch nach t_{ref}
- dann wird Gegenspannung angelegt
- Kondensator zeitproportional bis 0V entladen
→ je höher die Spannung, desto länger die Entladezeit t_{in}

$$\frac{t_{in}}{t_{ref}} = \frac{U_{in}}{U_{ref}}$$

Parallelverfahren

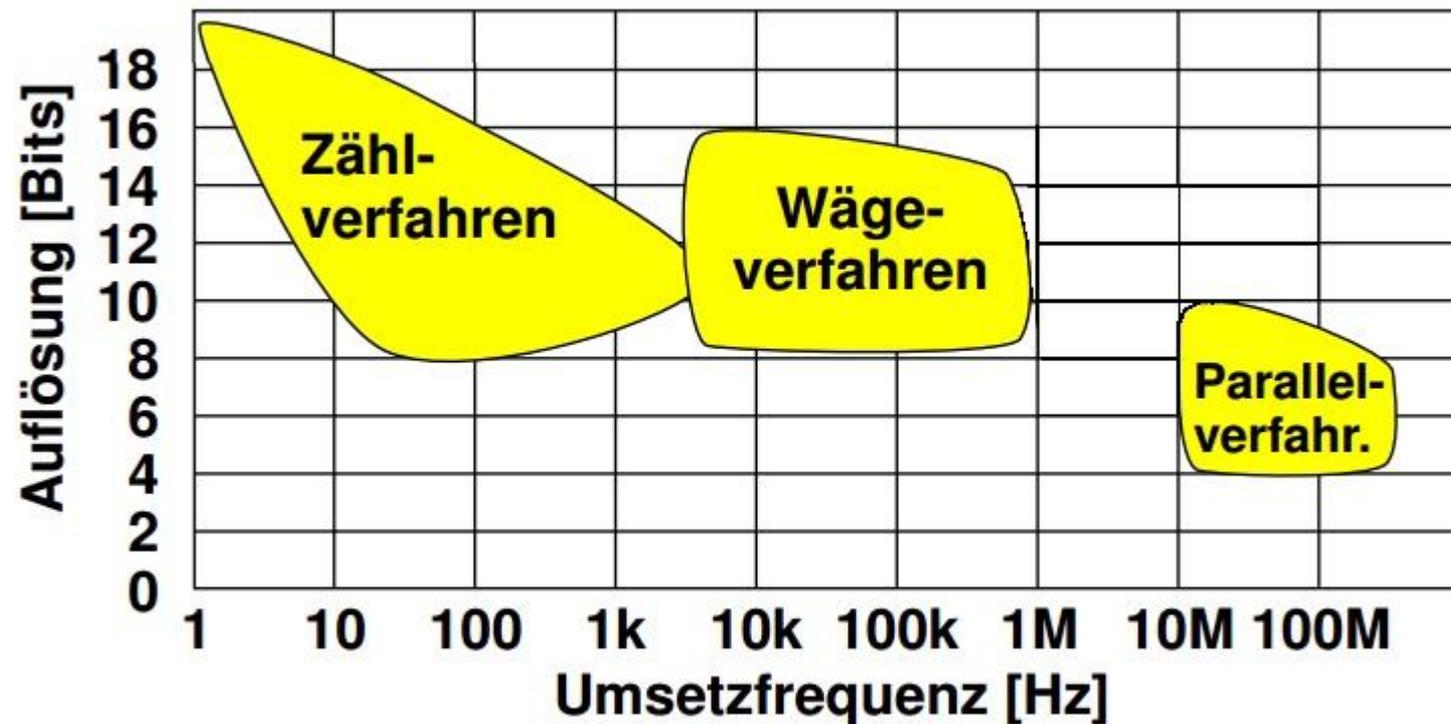
- Vergleich der Eingangsspannung mit n Referenzspannungen (gleichzeitig)
- vollständiger Ausgangswert in einem Schritt
- 2^n Komparatoren werden benötigt

Vergleich der Verfahren

	Anzahl der Schritte	Anzahl d. Referenzspannungen	Besonderheit
Wägeverfahren	n	n	schnell
Zählverfahren	maximal 2^n , im Mittel $\frac{1}{2} \cdot 2^n$	1	einfach, langsam
Parallelverfahren	1	2^n	aufwändig, schnell

Diese Tabelle bezieht sich auf einen Wandler mit einer Auflösung von n Bit.

Vergleich der Verfahren

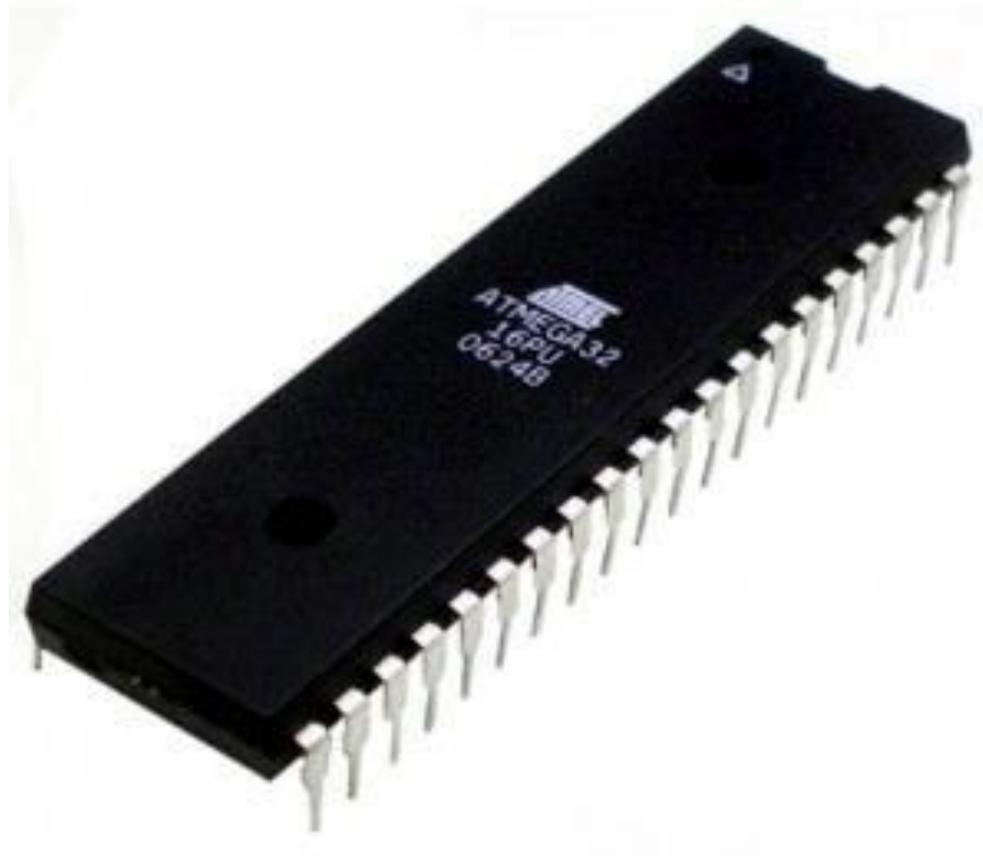


Quelle: https://www.fh-muenster.de/maschinenbau/downloads/inf_maschbau/ang_inf_II/06i.pdf

Gliederung

1. Einführung
2. Funktionsweise
3. Wandlungsverfahren
4. **AD-Wandler des ATmega32**
5. Fehlerarten und -quellen

AD-Wandler des ATmega32



AD-Wandler des ATmega32

- 10-Bit-AD-Wandler mit 8 Eingängen
- AVCC: Spannungsversorgung für Port A und AD-Wandler
- AREF: Referenz-Pin für AD-Wandler
 - Spannung zwischen 2,56V und Betriebsspannung
- Ergebnis wird in ADCL und ADCH abgelegt
 - niederwertigste 8 Bit in ADCL, 2 restliche in ADCH
- **Immer zuerst ADCL, dann ADCH auslesen!**

Gliederung

1. Einführung
2. Funktionsweise
3. Wandlungsverfahren
4. AD-Wandler des ATmega32
5. **Fehlerarten und -quellen**

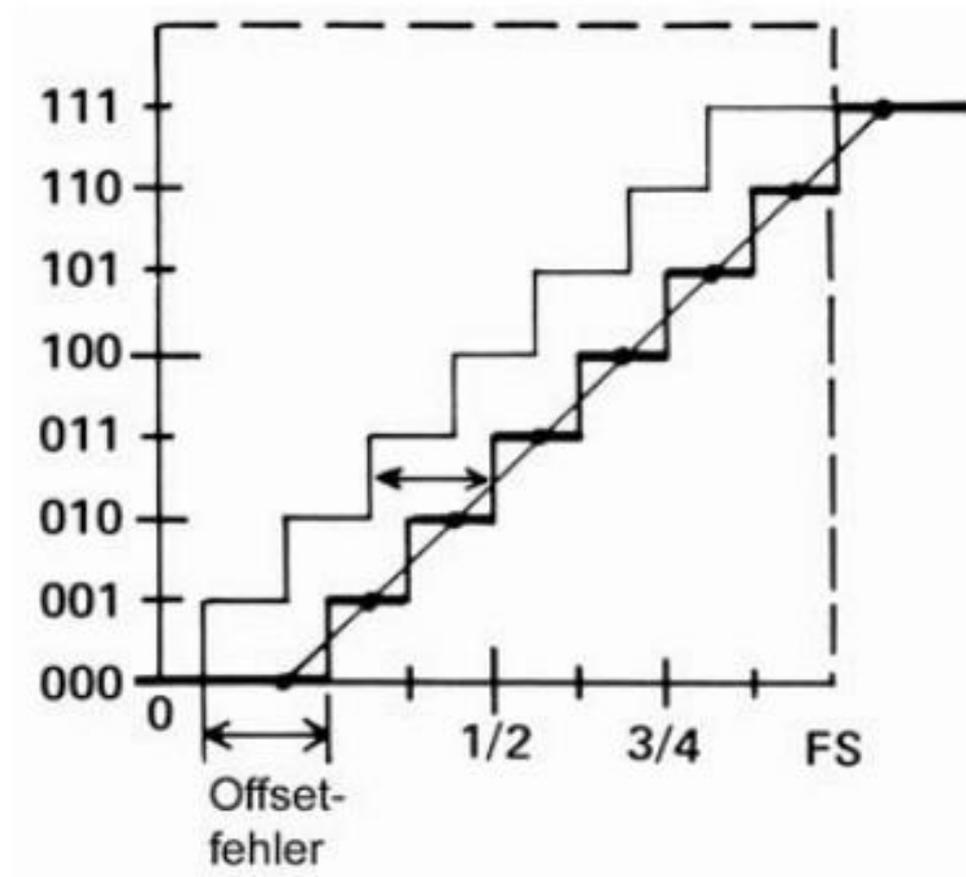
Quantisierungsfehler

- Informationsverlust bei der Quantisierung
- kann nicht mehr rückgängig gemacht werden

Offsetfehler

- Gerade verläuft nicht mehr durch den Ursprung
- Differenz zwischen realem und idealem Anfangswert
→ betrifft Anfang der Kennlinie

Offsetfehler

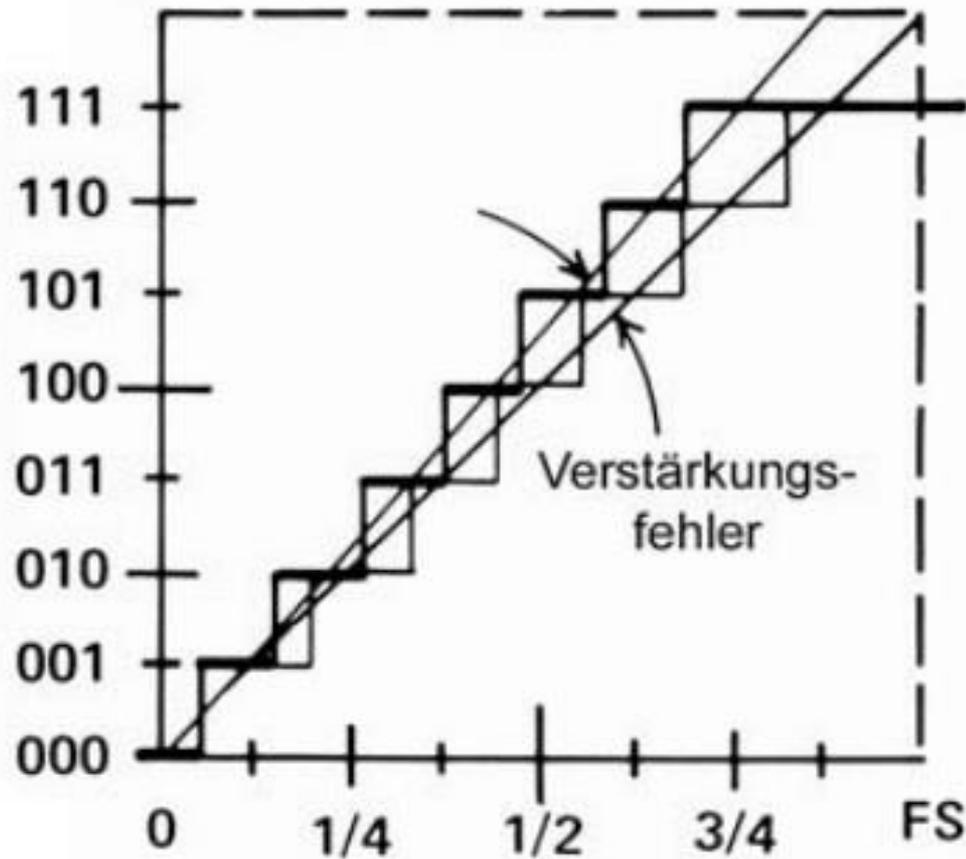


Quelle: <http://82.119.189.3/ext/dozent/lessig/Skript-AD-DA.pdf>

Verstärkungsfehler

- ideale Kennlinie: Steigung von 45°
- mit Verstärkungsfehler: Abweichung der Steigung von 45°
- betrifft Ende der Kennlinie

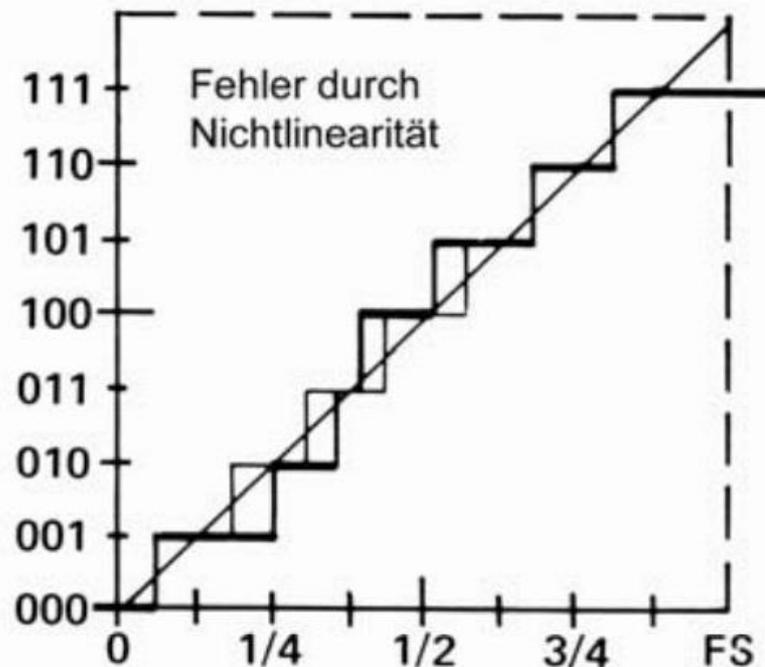
Verstärkungsfehler



Quelle: <http://82.119.189.3/ext/dozent/lessig/Skript-AD-DA.pdf>

Linearitätsfehler

- Abweichung vom idealen Verlauf der Übertragungskennlinie



Quelle: <http://82.119.189.3/ext/dozent/lessig/Skript-AD-DA.pdf>

Umsetzfehler

- jeder AD-Wandler braucht bestimmte Umsetzzeit
- während dieser kann sich Eingangsspannung ändern
→ Umsetzfehler entsteht
- kann durch Sample-and-Hold vermieden werden



Danke für eure Aufmerksamkeit!



Fragen?

Quellen

- <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Analog-analog.html>
- http://www.loullingen.lu/unterrichtsunterlagen/TRONI_T0EL/TRONI%20T0EL%20LOUCL%2001%20analoge%20und%20digitale%20Gr%F6%DFen.pdf
- <http://www.fh-wedel.de/~si/seminare/ss02/Ausarbeitung/9.digitalaudio/audio1.htm>
- http://referate.mezdata.de/sj2006/09analogdigitalwandlung_danielerkert/ausarbeitung/seite2.html
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/AD-Wandler>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Digitalsignal>
- http://www.iem.thm.de/telekom-labor/zinke/fourier/dipl_ htm/dpl07.htm
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/Abtasttheorem>
- <http://www.sascha.uni-saarland.de/sascha2005/de/messung/ad.html>
- <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/sample-and-hold-S-H-Abtast-und-Halteschaltung.html>
- <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Quantisierung-quantization.html>
- <http://www.sprut.de/electronic/pic/16bit/dsp/adc/adc.htm#aufloes>

Quellen

- <http://rn-wissen.de/wiki/index.php/ADC>
- <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/11/cmt/vlus/ad.vlu/Page/vsc/de/ch/11/cmt/simulationen/ad/waege.vscml.html>
- https://www.fh-muenster.de/maschinenbau/downloads/inf_maschbau/ang_inf_II/06i.pdf
- <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/11/cmt/vlus/ad.vlu/Page/vsc/de/ch/11/cmt/simulationen/ad/zaehl.vscml.html>
- <http://www.alte-messtechnik.de/technik/ad-wandlung.php>
- http://www.vias.org/mikroelektronik/adc_dualslope.html
- <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/11/cmt/vlus/ad.vlu/Page/vsc/de/ch/11/cmt/simulationen/ad/parallel.vscml.html>
- https://www.ra.informatik.tu-darmstadt.de/fileadmin/user_upload/Group_RA/smp/p8.pdf

Quellen

- <http://www.elexs.de/ESM32e.html>
- http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/150000-174999/154081-da-01-en-ATmega323_8PI_AI_Teil2_neuer_Typ.pdf
- http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR-Tutorial:_ADC
- <http://wiki.ctbot.de/images/Atmega32.jpg>
- http://rn-wissen.de/wiki/index.php/ADC_%28Avr%29
- <http://www.elektronikpraxis.vogel.de/hardwareentwicklung/articles/107429/>
- http://www.controllersandpcs.de/lehrarchiv/pdfs/elektronik/ees05_02.pdf
- <http://82.119.189.3/ext/dozent/lessig/Skript-AD-DA.pdf>
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/DA-Wandler>
- <http://www.pci-card.com/versuch10.pdf>