

Projektlabor 2009



DER ANALOG-DIGITAL WANDLER

Steven Schmidt
318068

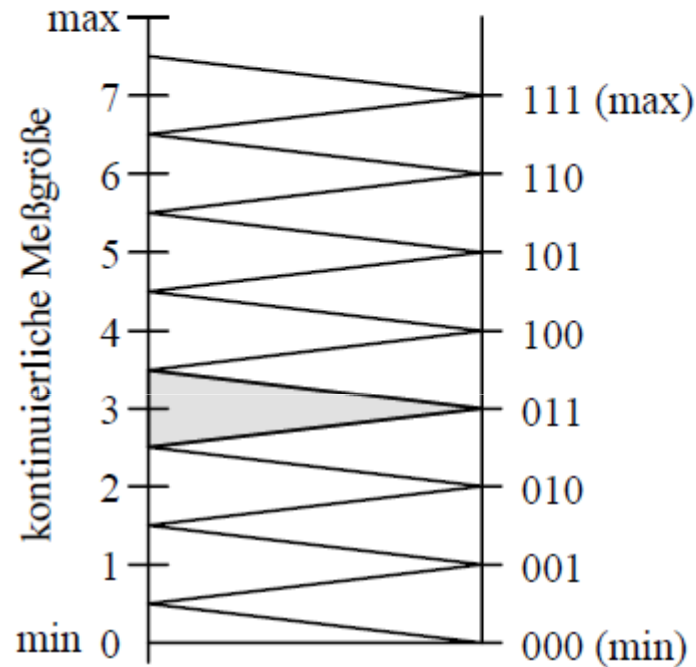
28. Mai 2009

- Was ist ein Analog-Digital-Wandler?
- Wie funktioniert ein ADU allgemein?
- Welche speziellen Verfahren gibt es?
- Die Verfahren im Vergleich!
- Anwendungsbeispiele!

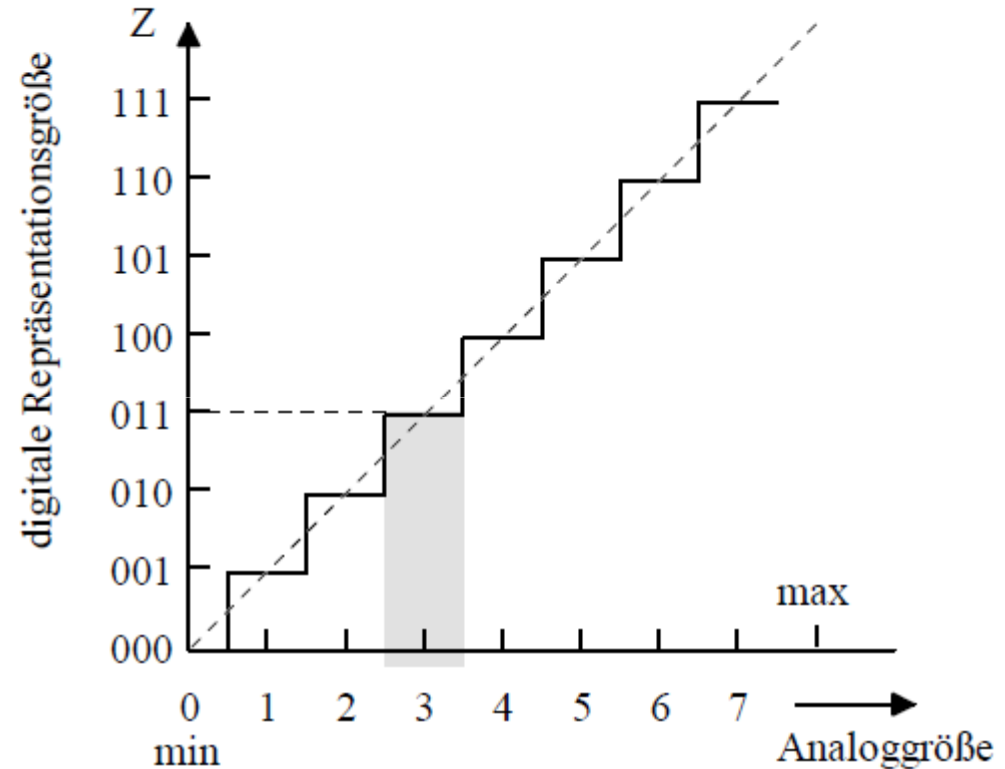
- Name: A/D-Wandler oder ADU oder ADC
- Funktionselemente zur Zuordnung von analogen Eingangsgröße zu digitale Ausgangsgröße
- Wozu braucht man einen ADU?
 - Physikalische Größen (Natur) = analog→ Umwandlung in digitale Größen zur Verarbeitung
- Hauptparameter eines ADUs sind seine Auflösung in Bit und seine Umsetzungsgeschwindigkeit

- A/D-Umsetzung ist mathematische Division
- Quotient aus Eingangsgröße und kleinsten Analogwert
→ Digitalzahl
- Digitalzahl = wie oft elementare analoge Quantisierungseinheit in Eingangsgröße
- n-Bit-Wandlung: Signalbereich in 2^n gleich große Intervalle zerlegt (Quantisierung)
- Signal abtasten und anschließend quantisieren

Wie funktioniert ein ADU allgemein?



bereichsweise Zuordnung



Übertragungskennlinie

Wie funktioniert ein ADU allgemein?



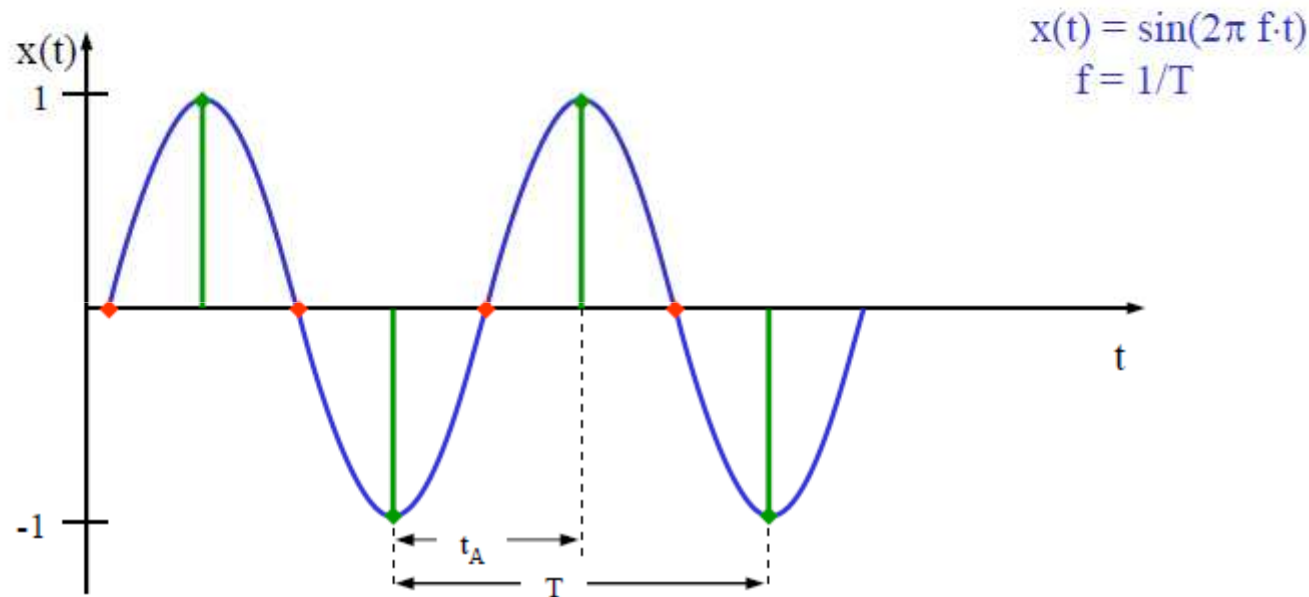
- Auflösung: wie muss sich Eingangsgröße ändern, damit sich Ausgangsgröße um einen Quantisierungsschritt ändert
- Auflösung ist ein Maß für die Genauigkeit der Umsetzung
- $\text{Auflösung} = U_{\text{LSB}} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{2^N - 1}$
- Maximaler Fehler = $\frac{1}{2} * U_{\text{LSB}}$
- Wichtig: Abtastfrequenz mindestens das Doppelte der höchsten im Nutzsignal vorkommende Frequenz (Shannonsche Abtasttheorem)

Wie funktioniert ein ADU allgemein?



➤ Das Shannonsche Abtasttheorem:

Bsp.: Abtastung eines Sinus-Signals:



- z.B. Abtastzeit $t_A = T/2$: zwei Abtastwerte pro Periode:

Grüne Abtastung: reicht gerade aus, um Signal vollständig zu erfassen

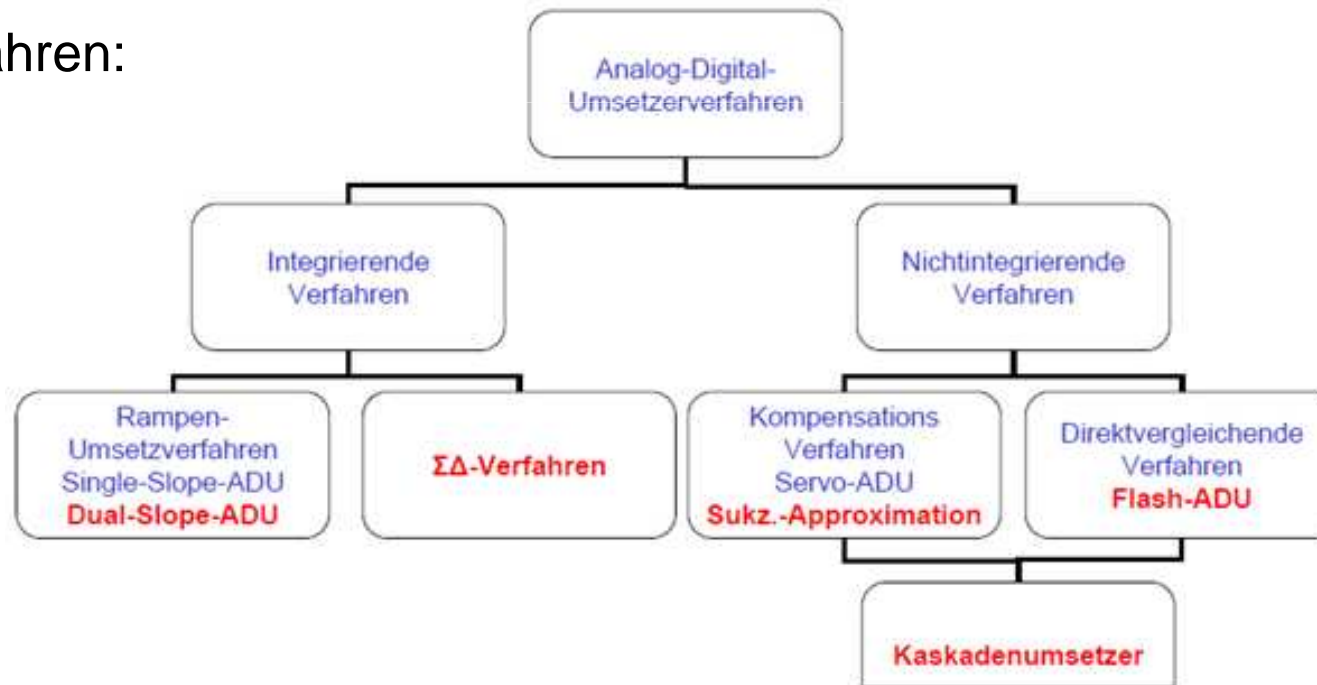
Rote Abtastung: erwischt die Nulldurchgänge → Signal wird gar nicht erkannt

Welche speziellen Verfahren gibt es?



- Quantisierung und Überführung in Digitalcode durch:
 - rekursive/integrierende Algorithmen (Rampenverfahren)
 - nicht-rekursive Algorithmen (Kompensations- und Direktvergleichsverfahren)

- Verfahren:



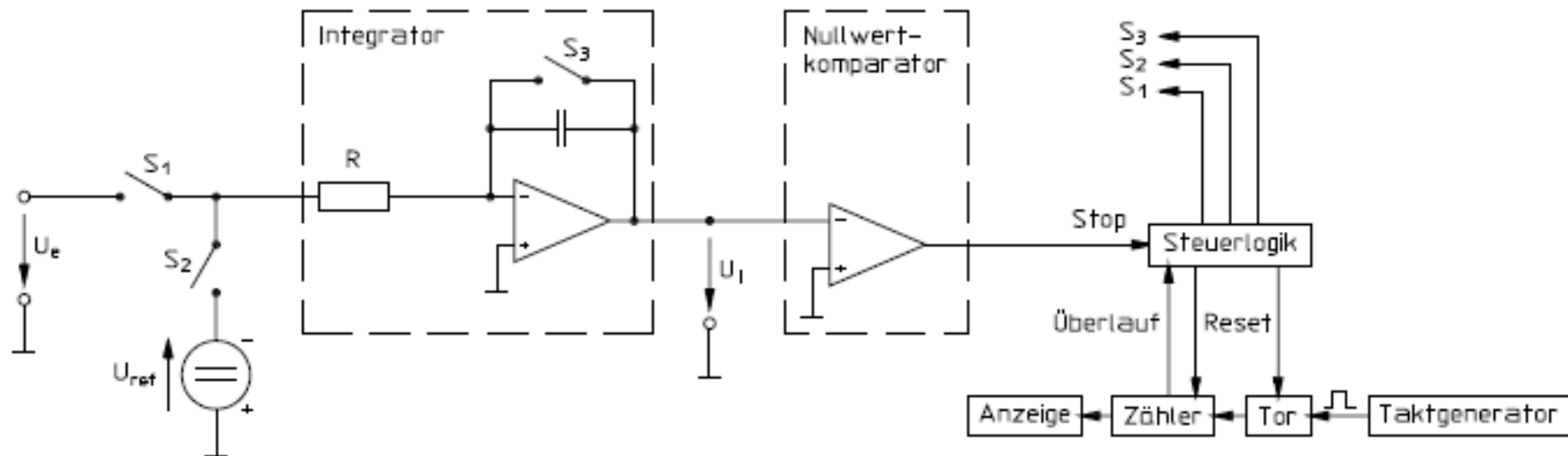
Das DualSlope-Verfahren



➤ Wichtige Merkmale:

- Taktfrequenz ist für das Ergebnis unwichtig
- Zeitdauer für Umsetzung in ms Bereich → nur für statische Signale
- Temperaturabhängigkeit wird kompensiert

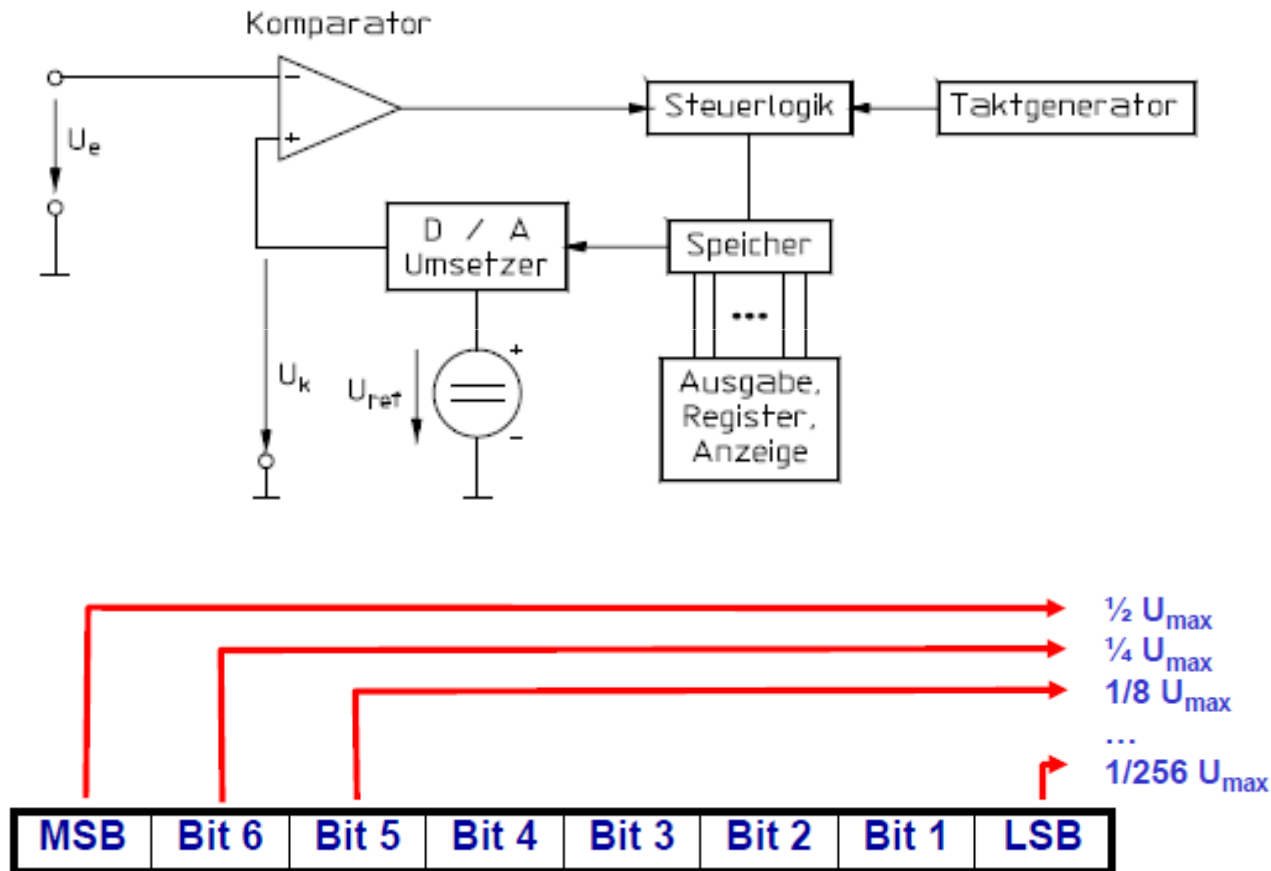
➤ Schaltungsaufbau:



- S1: Kondensator über Ladewiderstand aufgeladen
- gespeicherte Ladung ~ Spannung
- S2: benötigte Zeit gemessen, den Kondensator bei vorgegebenem Entladestrom wieder zu entladen
- Entladezeit wird vom Digitalzähler gemessen
- Zählerstand ~ Eingangsspannung = digitale Ausgangsgröße
- S3: Vorbereitung auf nächste Messung → Kondensator wird entladen und Zähler auf Null gesetzt

Sukzessive Approximation

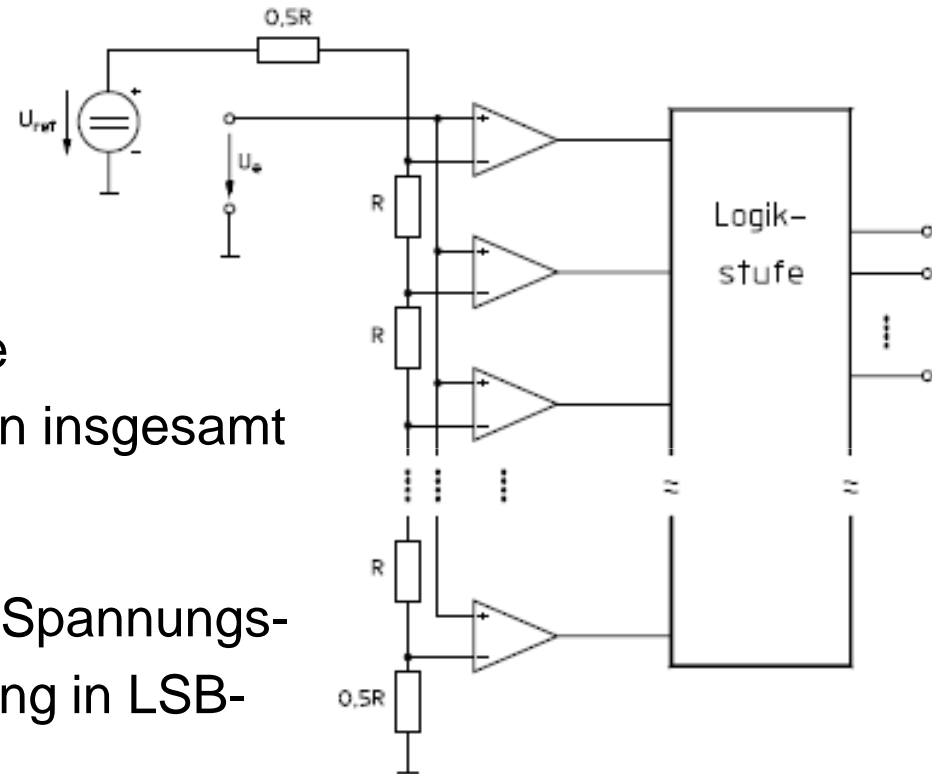
➤ Hier zunächst ein Bild der Schaltung:



- mit jedem Taktimpuls wird ein Bit des Digitalwortes festgelegt
- Register wird Anfangs auf Null gesetzt
- D/A-Wandler erzeugt eine entsprechende Spannung
- jene Ausgangsspannung des D/A Wandlers wird mit Eingangsspannung verglichen
- höchste Bit des Speichers (MSB) auf Eins gesetzt

- Eingangsspannung oberhalb des halben Aussteuerbereiches
→ Bit bleibt gesetzt
- Eingangsspannung niedriger → MSB wird gelöscht
- Im nächsten Schritt wird das zweithöchste Bit gesetzt
→ Wiederholung des Vorganges bis zum Abschluss
- Anfällig bei dynamischen Störungen
→ Sample/Hold-Glied für konstante Eingangsspannung

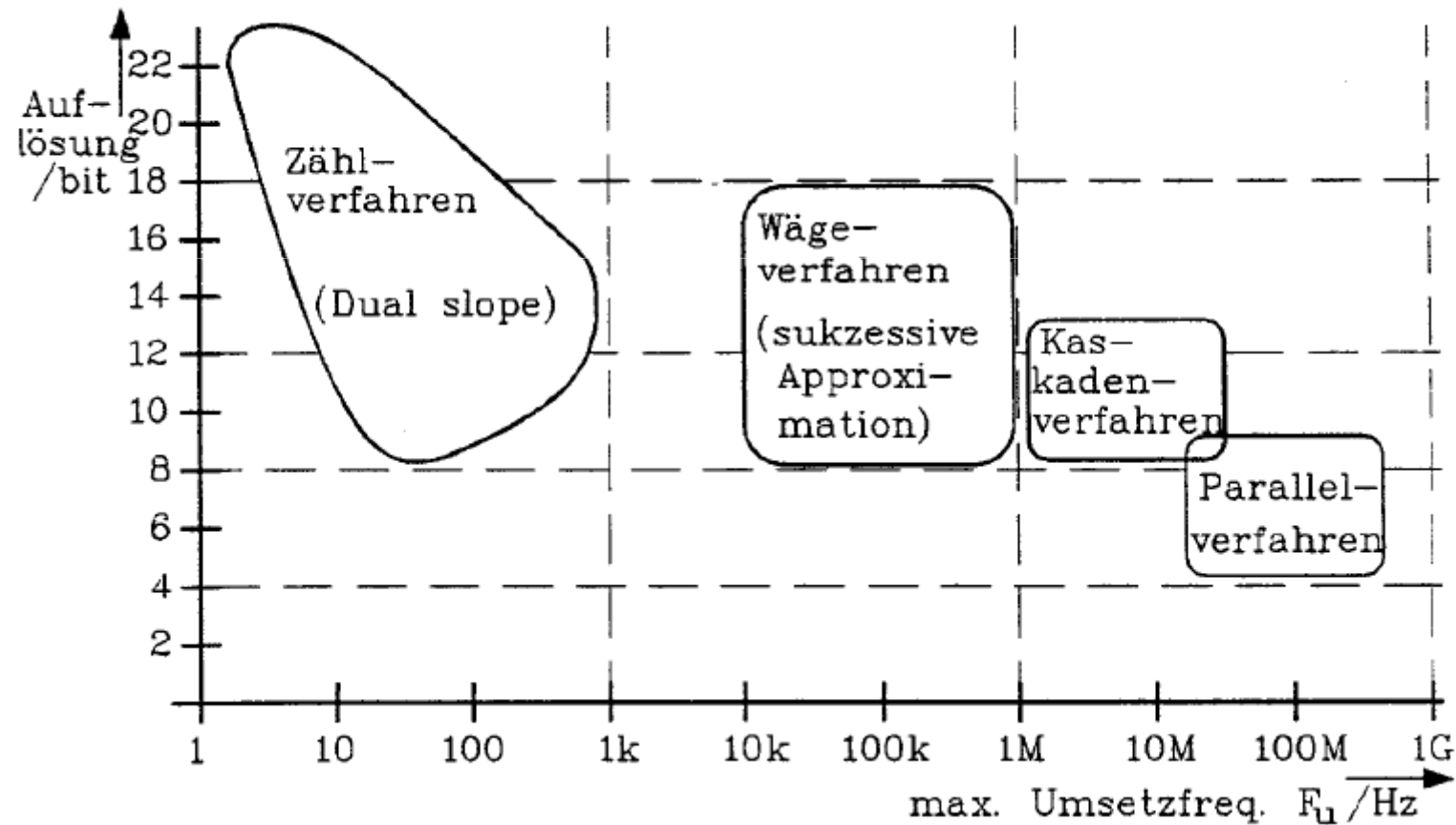
- Eingangssignal gleichzeitig an mehrere Komparatoren gelegt
- Beispiel: 4Bit Flash-Wandlers
- 15 Komparatoren überprüfen die Eingangsspannung auf eines von insgesamt 15 Schwellenwerten
- Bezugsspannungen werden mit Spannungsteilers erzeugt (Referenzspannung in LSB-Schritten unterteilt)
- U_E zwischen $\left(k + \frac{1}{2}\right) U_{LSB}$ und $\left((k + 1) + \frac{1}{2}\right) U_{LSB}$, so U_A auf 1



- Wird auch Paralleles Umsetzverfahren genannt
- Vorteile:
 - Schnellstes Verfahren:
 - alle Bitstellen des Digitalwortes gleichzeitig in einem Arbeitstakt
 - Umsetzzeit nur von Reaktionszeit der Komparatoren und Durchlaufzeit des Kodierers (ca.20ns) abhängig
 - alle Spannungstests gleichzeitig → kein S&H-Glied nötig
- Nachteile:
 - Aufwand exponentiell:
 - $2^n - 1$ Komparatoren notwendig

Die Verfahren im Vergleich!

- Hier nun ein Vergleich der vier wichtigsten Verfahren:



- Sehr schnelle Umsetzer haben verhältnismäßig niedrige Auflösung
- Können zur Umsetzung von hochfrequenten Signalen genutzt werden
- Überwachung des Raumtemperatur:
 - » mittlere bis hohe Auflösung
 - » Unempfindlichkeit gegenüber Störsignalen
 - » geringe Umsetzungsgeschwindigkeit
 - » meist zählende ADUs eingesetzt
- Überwachung von Momentanwerte :
 - » Parallelverfahren
 - » Wägeverfahren

- Es folgen nun ein paar Beispiele zur Anwendung:

Verfahren	Anwendungsbeispiele
Dual-Slop	Digitalmultimeter, langsame Spannungsmessungen
Sukzessive Approximation	Schnelle Datenwandler in Steuertechnik, Überwachung schneller Vorgänge
Flash-Wandler	Oszilloskop, Digitalisierung von Videosignalen, Radar
Delta-Sigma-Verfahren	Kommunikationstechnik

Gibt es Fragen?



- <http://www.mdt.tu-berlin.de/lehre/mt1/Skript/mt1skript.pdf>
- <http://www.mdt.tu-berlin.de/lehre/mt1/vorlesung/MT1KAP4.PDF>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Analog-Digital-Umsetzer>
- http://www3.tu-ilmeneau.de/fakia/fileadmin/template/startIA/mhe/lehre/itechnik/V_ADgesamt_n.pdf
- http://www.et.fh-muenster.de/persons/mertens/se_folien/se-kap9.pdf
- http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/e2/digital-labor/Unterlagen/DT_Script/DT2SCKA9.pdf

Hinweis: Stand aller Quellen ist der 27.05.09 um 23:00 Uhr.

Ende der Präsentation



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!