

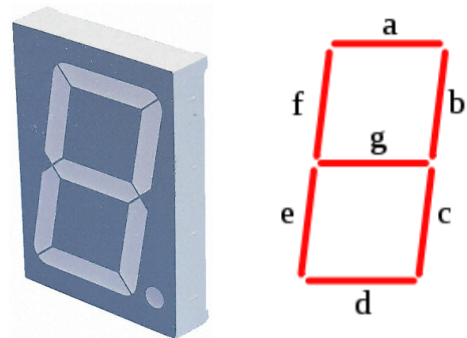
1 Digitale Messgeräte

Elektromechanische Messgeräte benötigen zur Anzeige Energie, die sie aus dem Messobjekt entnehmen. Als Abhilfe hat man daher Messgeräte mit Messverstärker eingesetzt. Deren entscheidender Nachteil, die Verwendung eines teuren elektromechanischen Messwerkes, hat zur Entwicklung von Ziffernanzeigen geführt, wodurch eine Zahlendarstellung ohne Mechanik möglich wurde.

1.1 Siebensegmentdarstellung

1.1.1 Siebensegmentdarstellung mit Leuchtdioden

Diese einfache Art der Zifferndarstellung kommt mit 7 Leuchtdioden, die in einem Bauteil integriert sind, aus. Ein Dezimalpunkt kann nach der Balkenreihe positioniert sein. Das Bild zeigt die Bezeichnung der Balken.



Üblicherweise werden alle 7 Segmente angeordnet, wobei man von einer „ganzen Stelle“ spricht.

Von einer „1/2 Ziffer“ spricht man, wenn nur die Segmente b und c und ein Plus- und Minuszeichen integriert sind. Damit lassen sich dann 0 (= aus), die Zahl 1, sowie + und – darstellen, z. B. Anzeigen bis 1999.

Von einer „3/4 Ziffer“ spricht man, wenn die Zahlen 1, 2, 3 sowie „aus“ angezeigt werden können, z. B. bei Anzeigen bis 3999.

Eine Weiterentwicklung dieser einfachen Anzeige ist die LED- Punktmatrix. Damit können alphanumerische Zeichen gut dargestellt werden. Die Ansteuerung der Einzel- LED ist jedoch aufwändig.

1.1.2 Flüssigkristallanzeige LCD

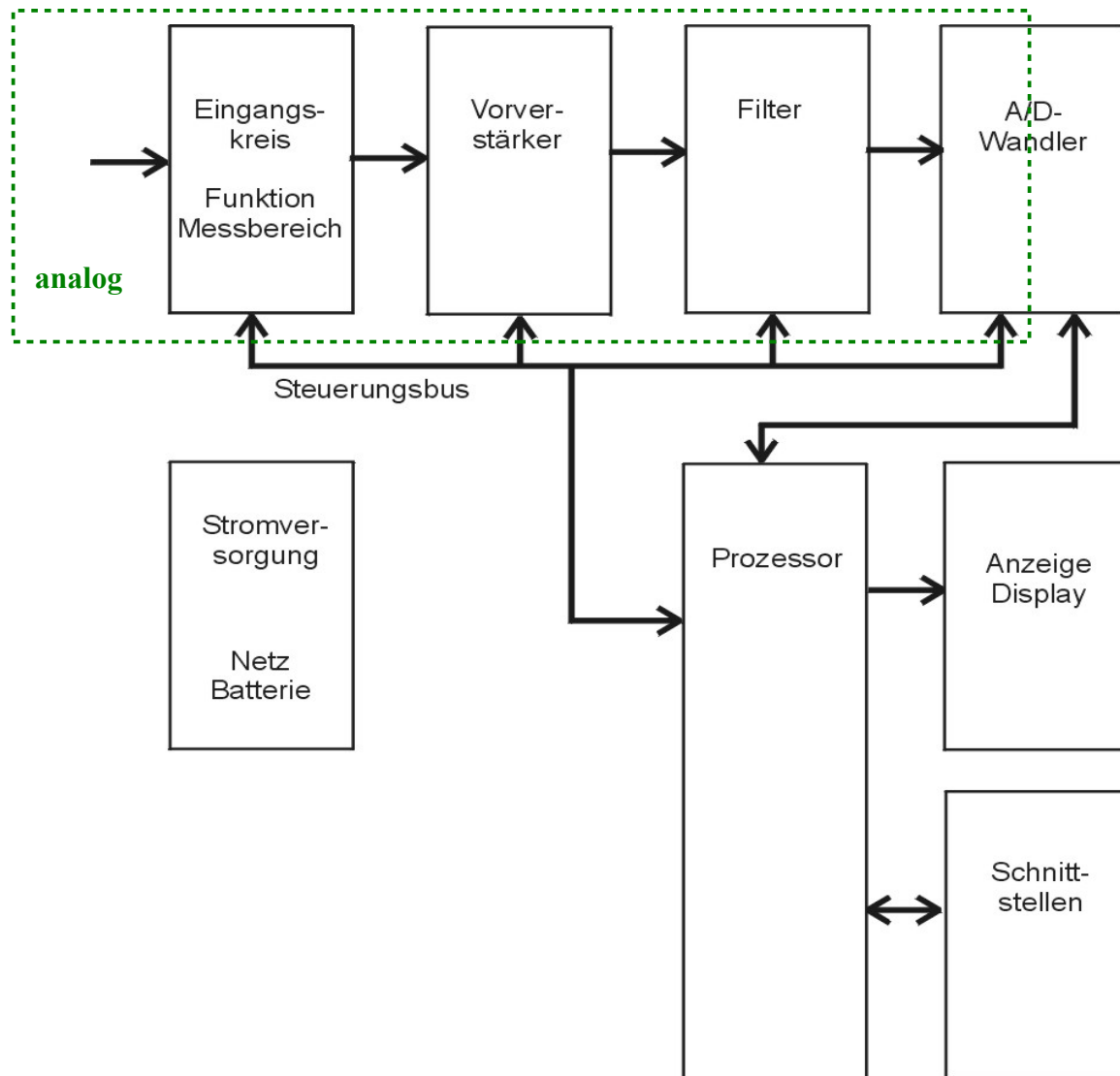
Eine **Flüssigkristallanzeige** (englisch *liquid crystal display, LCD*) beruht darauf, dass Flüssigkristalle die Polarisationsrichtung von Licht beeinflussen, wenn eine bestimmte Spannung angelegt wird. LCDs bestehen aus Segmenten, die unabhängig voneinander ihre Transparenz ändern können. Dazu wird in jedem Segment die Ausrichtung der Flüssigkristalle mit einer Steuerspannung gesteuert.

Durch besondere Formgebung der Segmente können alle in der Messtechnik gebräuchlichen Symbole dargestellt werden, wodurch eine zusätzliche Anzeige von Parametern nicht mehr erforderlich ist.

Wesentlich ist bei LCDs eine Hintergrundbeleuchtung, wenn das Messgerät in dunkler Umgebung eingesetzt werden soll.



1.2 Grundaufbau digitaler Messgeräte



Eingangskreis:	Bereichs- und Funktionswahlschalter Spannungsteiler, Shunt, Schutzschaltungen
Vorverstärker:	Entlastung des Messobjektes, Pegelanpassung schaltbar je Messbereich
Filter:	Unterdrückung von HF- Störungen, Einhaltung des Abtasttheorems
Prozessor:	Steuerung des Messablaufes, Einstellung von Verstärker, Filter, A/D- Konverter Ansteuerung von Display und Schnittstellen Weiterverarbeitung der Messwerte, evt. Speicherung
Anzeige:	LCD Display: Darstellung von Ziffern und Symbolen Bildschirm: alphanumerische Zeichen und Grafiken
Schnittstellen:	V24, RS232, IEEE, LAN, USB, IR, ... Anschaltung von Drucker, PC, Netzwerke, ... Aufbau von Messsystemen (mehrere Messgeräte)

2 Digitalisierung

2.1 Abtastung und Auflösung

Die Messwerte liegen zunächst in analoger Form vor:

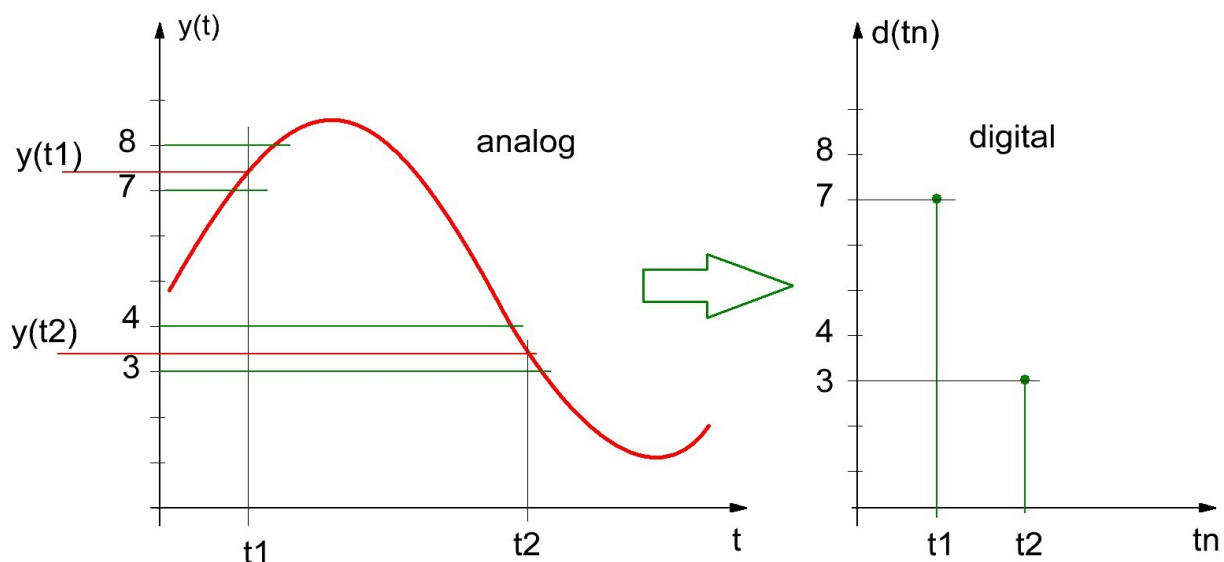
zu jedem beliebigen Zeitpunkt gibt es
einen beliebigen Zahlenwert.

→ **zeitkontinuierlich**
→ **wertkontinuierlich**

Für die Digitalisierung muss man aus den analogen Werten diskrete Werte schaffen. Dabei gibt es zwei Arten der Diskretisierung:

zeitlich: es werden nur zu bestimmten Zeiten Abtastwerte genommen
→ **zeitdiskret** – Anzahl bzw. zeitliche Häufigkeit der Datenerfassung

Amplitude: die analogen Werte werden einer Quantisierung unterworfen
es gib nur mehr einen begrenzten Zahlenvorrat für Messwerte
→ **wertdiskret** – Bitanzahl der entsprechenden binären Zahl



Durch die Diskretisierung des analogen Zeitverlaufes geht Information verloren. Zwischen den Abtastzeitpunkten kann keine Aussage über den Verlauf gemacht werden. Im Amplitudenbereich ist durch die Quantisierung keine Aussage über Zwischenwerte mehr möglich.

Der analoge Wertebereich W_a wird auf den digitalen Wertebereich W_d abgebildet. Erfolgt die digitale Zahlendarstellung mit n Bit, ergeben sich 2^n mögliche Zahlenwerte. Der analoge Bereich W_a wird auf $2^n - 1$ Stufen aufgeteilt. Die Stufenhöhe s bzw. die Auflösung der Quantisierung beträgt

$$s = \frac{W_a}{2^n - 1}$$

Bei einem analogen Wertebereich von 5V ergeben sich beispielsweise für verschiedene Bitanzahlen die Stufenhöhen bzw. Auflösungen:

n	8	10	12	16
s	19,6 mV	4,9 mV	1,2 mV	76,3 μ V

Das Ergebnis der Digitalisierung ist eine binäre Zahl, die in einem beliebigen Format codiert sein kann. Zur Lesbarkeit für den Menschen wird sie vor der Ausgabe auf dem Display auf das Dezimalformat umcodiert.

2.2 Abtasttheorem von Shannon

Die zeitdiskrete Abtastung ergibt

bei hoher Abtastrate	eine gute, detailreiche Wiedergabe des Zeitverlaufes eine große Datenmenge
bei niedriger Abtastrate	eine schlechte Wiedergabe des Zeitverlaufes, Detailverlust eine kleine Datenmenge

Das Optimum ist dann gegeben, wenn aus den Daten der originale Zeitverlauf wieder rekonstruiert werden kann. Das ist dann der Fall, wenn ein Verlauf innerhalb seiner Periode T_x der Veränderung mindestens zwei mal abgetastet wird. Für die Abtastrate T_a muss daher gelten:

$$T_a \leq \frac{T_x}{2} \quad \text{oder als Frequenzen: } f_a \geq 2 \cdot f_x$$

Bei der Abtastung eines analogen Zeitverlaufes muss die Abtastfrequenz f_a mindestens 2 mal so groß sein wie die höchste im Verlauf vorkommende, noch aufzulösende Frequenz f_x . Wird diese Bedingung nicht eingehalten, kommt es zur Unterabtastung (Aliasing), d.h. zur Falschmessung. Zur Einhaltung des Abtasttheorems wird vor dem ADC ein Filter eingesetzt, welches unerwünschte Frequenzen unterdrückt.