

– Lösungen –  
**10. Ausgabe nichtelektrischer Signale**

**- Elektronik für Informatiker -**  
von den Grundlagen bis zur Mikrocontroller-Applikation

Manfred Rost      Sandro Wefel

23. November 2021

<https://doi.org/10.1515/9783110609066>

Verlag: De Gruyter Oldenbourg

© 2021  
All Rights Reserved

**Anmerkung:** Bildnummern und Seitenzahlen beziehen sich auf die 2. Auflage des Buches.



# 10 Anzeigen für elektrische Signale

## 10.1

- Kraftwirkung auf stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld
- Elektrolumineszenz
- inverser piezoelektrischer Effekt

## 10.2

- Ein dynamischer Lautsprecher nutzt die Kraft auf die stromdurchflossene Tauchspule im Spaltfeld eines Permanentmagneten zur Bewegung der Membran.
- Der Aufbau ist in Abb. 10.3 auf Seite 388 skizziert.

## 10.3

- Piezoelektrischer Effekt: piezoelektrische Kristalle reagieren auf eine mechanische Deformation mit einer elektrischen Polarisation,
- reziproker piezoelektrischer Effekt: piezoelektrische Kristalle reagieren auf das Anlegen einer elektrischen Spannung mit einer Deformation.

10.3.1 Nichtleitende Kristalle mit mindestens einer polaren Achse, z.B. Quarz (vergl. Abb. 6.38 auf Seite 196).

### 10.3.2

- Zur Frequenzstabilisierung mittels Schwingquarz in einem Quarzoszillator,
- als Sensoreffekt, z.B. zur Druckmessung.

### 10.3.3

- Zur Erzeugung von Schall und Ultraschall,
- für piezoelektrische Motoren.

## 10.4 Man unterscheidet

- selbstleuchtende Anzeigen, dazu zählen
  - Vakuumfluoreszenzdisplays
  - OLED-Displays
- nicht-selbstleuchtende Anzeigen, dazu zählen u.a.
  - LC-Displays
  - EPD (electronic paper displays)

10.5 Die Ansteuerung der 8 Stellen erfolgt nach einem Zeitmultiplexverfahren. Dazu wird ein Ausgabezyklus in 8 gleich Zeitintervalle geteilt und in jedem Zeitintervall wird für die gerade aktive Stelle der Code für den anzuzeigenden Wert sowie für den Dezimalpunkt übertragen.

Damit ergibt sich für die 8 Bit folgende Verwendung

- 4 Bit für den BCD-Code für die gerade aktive Stelle (die Umcodierung BCD-Code zu 7-Segment-Code ist in dem Beispiel 8.1 auf Seite 288 ausführlich erklärt),
- 3 Bit, um mittels eines 1 aus 8-Decoders die aktive Stelle im Zeitmultiplexverfahren zu adressieren,
- 1 Bit, um den Dezimalpunkt anzuzeigen.

Damit das Verfahren funktioniert, müssen

- innerhalb einer Stelle alle Segmente und der Dezimalpunkt eine Elektrode (z.B. die Katode) gemeinsam verwenden,
- die Zeitintervalle so kurz sein, dass das Auge klein flimmern wahrnimmt, z.B. 2,5 ms,
- der Strom pro Segment so gewählt werden, dass trotz Zeitmultiplexverfahren die Anzeige ausreichend hell erscheint.

10.6

10.6.1 Pixel nennt man die Bildpunkte einer Grafikanzeige. Das Wort leitet sich her aus den beiden Worten **p**icture und **e**lement.

Bei Farbgrafikanzeigen gehören zu jedem Pixel Subpixel der einzelnen Farben (RGB).

10.6.2

- Flüssigkristalle nennt man organische Substanzen, die in einem bestimmten Temperaturbereich flüssig sind und als Folge eines Ordnungszustandes zugleich auch anisotrope physikalische Eigenschaften wie ein Kristall besitzen.
- Der Aufbau eines LCD-Pixels ist in Abb. 10.8 auf Seite 397 schematisch dargestellt.

10.6.3

- Der Aufbau eines OLED-Pixels ist in Abb. 10.7 auf Seite 395 skizziert.
- Lichtemission bei Stromfluss infolge Elektrolumineszenz.

10.6.4 Der Aufbau eines EPD-Pixels ist in Abb. 10.9 auf Seite 398 skizziert.

10.6.5 Die Pixel einer Grafikanzeige sind matrixartig in Zeilen und Spalten angeordnet. Der Schnittpunkt einer aktiven Zeilen- und einer aktiven Spaltenleitung bestimmt das gerade angesteuerte Pixel. Mit 20 Zeilen- und 20 Spaltenleitungen kann man 400 Pixel ansteuern.

10.6.6 Für ein statisches Bild erfordern

- Elektronik paper displays (EPD) die geringste Leistung, weil sie nur für das Einstellen eines Bildes Energie benötigen, die danach abgeschaltet wird;
- OLED-Displays die größte Leistung, da jedes aktive Pixel kontinuierlich Licht erzeugt.

10.6.7 Die Einstellzeit der genannten Anzeigen wächst, wenn die Temperatur sinkt. Grund ist die Viskosität der enthaltenen zähflüssigen Medien.

10.7 Ein Mikrospiegelarray lenkt mit matrixartig angeordneten, elektrisch ansteuerbaren Mikrospiegeln einfallende Lichtstrahlen entsprechend einem Bildinhalt ab. Der Aufbau eines Projektionsdisplays mit Mikrospiegelarray ist in Abb. 10.12 auf Seite 400 dargestellt.