LEHRERINFO ZUM VIDEO · EINFACH ERKLÄRT · SEK I

Halbleiter und die Diode

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Physik	Sek I (8./9.) · Gymi	11:34 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- Leiter, Isolatoren und Halbleiter unterscheiden und Silizium als wichtigsten Halbleiter nennen,
- n- und p-Dotierung anschaulich erklären (freie Elektronen, Löcher) – und dass das Material neutral bleibt,
- den pn-Übergang mit Sperrschicht beschreiben und Durchlass- und Sperrrichtung unterscheiden (≈ 0,7 V),
- Schaltzeichen, Anode und Kathode an Diode und LED erkennen und Bauteile richtig einbauen,
- den Vorwiderstand einer LED mit $R = (U - U_{LED})/I$ berechnen und auf einen E12-Wert aufrunden,
- Anwendungen nennen: LED-Beleuchtung, Verpolschutz, Solarzelle, Gleichrichter, Infrarot-Fernbedienung.

02 Voraussetzungen

Strom, Spannung, Ohmsches Gesetz, Reihenschaltung und LED mit Vorwiderstand (Folge 1), Belastbarkeit ¼ W (Folge 3). Atome mit Elektronen (Modellvorstellung).

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT
0:00	Einstieg	LED leuchtet nur in einer Richtung PAUSE-FRAGE · zwei Schichten Silizium · Ident · Serien-Fahrplan
0:54	Leiter, Isolator, Halbleiter	Kupfer: freie Elektronen · Glas/Kunststoff: gebunden · Silizium (Sand, Quarz, Chips) · steuerbar durch Wärme, Licht, Fremdatome
1:41	Die Dotierung	1 Fremdatom auf Millionen · Phosphor → n (freies Elektron) · Bor → p (Loch) · Material bleibt neutral
2:37	Der pn-Übergang	Sperrschicht · Durchlass ab ≈ 0,7 V · Sperrrichtung: Schicht breiter · Diode sperrt an 9 V PAUSE-FRAGE

3:45	Die Diode als Ventil	Rückschlagventil · Schaltzeichen, Ring = Kathode · Kennlinie mit Knick bei ≈ 0,6–0,7 V
4:23	Die Leuchtdiode	Farbe ↔ Material · rot ≈ 2 V, blau/weiss ≈ 3 V · langes Bein = Anode · immer mit Vorwiderstand · RGB-LED
5:18	Den Vorwiderstand berechnen	Rote LED an 9 V: 7 V / 20 mA = 350 Ω → E12: 390 Ω, ≈ 18 mA, 0,13 W · weisse LED an USB → 100 Ω PAUSE-FRAGE
6:46	Praxis: Verpolschutz	Diode in der Zuleitung · falsch gepolt sperrt sie · Preis ≈ 0,7 V
7:13	Dioden im Alltag	LED-Lampe 7 W ≈ Glühbirne 60 W · Solarzelle (Folge 8) · Netzteil (Folge 7) · IR-LED der Fernbedienung
7:51	Typische Fehler	LED ohne Widerstand · Diode leitet ab 0 V · in Sperrrichtung keine Spannung
8:22	Projekt-Baustein	Rote LED im Dämmerungsschalter: Anode Richtung Plus, 390 Ω · falsch herum bleibt sie dunkel
8:50	Zusammenfassung	Das Wichtigste in sechs Punkten
9:22	Quiz	4 Fragen, eine zum Rechnen

04 Typische Fehler

- **„Eine LED braucht keinen Widerstand, wenn die Batterie passt."** – Ohne Widerstand begrenzt nichts den Strom.
- **„Eine Diode leitet ab 0 V."** – Erst ab ≈ 0,6–0,7 V (Si), LEDs ab 2–3 V.
- **„In Sperrrichtung liegt keine Spannung an."** – Die ganze Spannung liegt an der Diode.
- **„n-dotiertes Silizium ist negativ geladen."** – Es bleibt neutral; nur die Zahl beweglicher Ladungsträger ändert sich.

05 Einsatz im Unterricht

Experiment: LED mit 470 Ω an 9 V, dann umgedreht; Spannungen an LED und Widerstand messen.

Kennlinie: 1N4148 oder 1N4001 mit Poti und 1 kΩ, Spannung schrittweise erhöhen, Strom messen und zeichnen.

Infrarot: Fernbedienung mit der Handykamera filmen (manche Hauptkameras filtern IR, Frontkamera probieren).

Rechnen: Vorwiderstände für verschiedene LEDs und Spannungen, Normreihe E12 bereitlegen.

06 Hinweise und Quellen

- Silizium ist mit rund 28 % Massenanteil nach Sauerstoff das zweithäufigste Element der Erdkruste. Typische Dotierungen liegen bei etwa einem Fremdatom auf 10^5 bis 10^8 Siliziumatome.
- Durchlassspannungen sind typische Werte bei etwa 20 mA (rot ≈ 1,8–2,2 V, grün 2–3,2 V je nach Technologie, blau/weiss ≈ 2,8–3,4 V); massgebend ist das Datenblatt. E12-Reihe: 10 · 12 · 15 · 18 · 22 · 27 · 33 · 39 · 47 · 56 · 68 · 82.

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Halbleiter und die Diode

1 Merksätze ergänzen ●○○

Silizium wird durch _____ gut leitfähig.

In n-dotiertem Silizium bewegen sich freie _____, in p-dotiertem wandern _____.

Eine Diode leitet in _____ ab etwa _____ V.

Eine LED braucht immer einen _____.

2 Ordnen ●○○

Ordne zu – Leiter, Halbleiter oder Isolator: Kupfer, Silizium, Glas, Germanium, Aluminium, Kunststoff, Gummi, Galliumarsenid.

3 Dotierung ●○○

a) Was passiert, wenn man Silizium mit Phosphor dotiert, und was bei Bor? b) Warum ist n-dotiertes Silizium trotzdem nicht negativ geladen?

4 Durchlass oder Sperr? ●●○

Eine Siliziumdiode und eine Lampe liegen in Reihe an 9 V. a) Die Anode zeigt zum Pluspol: Leuchtet die Lampe? Welche Spannung liegt an Diode und Lampe? b) Die Diode wird umgedreht: Welche Spannungen liegen jetzt an Diode und Lampe?

5 LED-Vorwiderstand ●●○

a) Rote LED (2 V, 20 mA) an 12 V: Berechne R und wähle einen E12-Wert (… 390 · 470 · 560 · 680 …). Wie gross ist dann der Strom? b) Blaue LED (3 V, 15 mA) an 9 V. c) Reicht in a) ein ¼-W-Widerstand?

6 Zwei LEDs ●●●

Zwei rote LEDs (je 2 V) sollen in Reihe an 9 V mit 20 mA leuchten. Berechne den Vorwiderstand und wähle einen E12-Wert (… 220 · 270 · 330 …). Warum leuchten zwei LEDs parallel mit nur einem gemeinsamen Widerstand oft ungleich hell?

7 Verpolschutz ●●○

a) Ein Gerät mit Schutzdiode wird aus 4 Batterien (6 V) versorgt. Welche Spannung erhält es?
b) Warum wäre derselbe Schutz in einer Uhr mit 3 V ein Problem?

8 Quiz aus dem Video ●○○

a) Wann leitet eine Diode?

- ☐ in beide Richtungen
- ☐ Plus an der Anode
- ☐ nur in Sperrrichtung

b) Durchlassspannung einer Siliziumdiode?

- ☐ 0,07 V
- ☐ 0,7 V
- ☐ 7 V

c) LED 2 V an 5 V, 20 mA. Vorwiderstand?

- ☐ 100 Ω
- ☐ 150 Ω
- ☐ 250 Ω

Lösungen

1 Merksätze

Dotierung · **Elektronen**, **Löcher** · **Durchlassrichtung**, **0,7** · **Vorwiderstand**

2 Ordnen

Leiter: **Kupfer, Aluminium** · Halbleiter: **Silizium, Germanium, Galliumarsenid** · Isolatoren: **Glas, Kunststoff, Gummi**

3 Dotierung

a) Phosphor bringt ein **überzähliges, freies Elektron** (n-dotiert); Bor hat eines zu wenig – es entsteht ein **Loch**, das wie eine positive Ladung wandert (p-dotiert). b) Jedes Phosphoratom hat auch ein **Proton mehr** im Kern – insgesamt bleibt alles neutral.

4 Durchlass oder Sperr?

a) **Ja**: Diode ≈ **0,7 V**, Lampe ≈ **8,3 V**. b) Kein Strom: Diode **9 V**, Lampe **0 V**.

5 LED-Vorwiderstand

a) R = 10 V / 0,02 A = 500 Ω → **560 Ω**, I = 10 V / 560 Ω ≈ **18 mA**. b) R = 6 V / 0,015 A = 400 Ω → **470 Ω** (≈ 13 mA). c) P = 10 V · 0,018 A ≈ **0,18 W** – ¼ W **reicht**, aber knapp.

6 Zwei LEDs

R = (9 V − 4 V) / 0,02 A = 250 Ω → **270 Ω** (≈ 18,5 mA). Parallel teilen sich LEDs den Strom nicht gleichmässig, weil ihre Durchlassspannungen leicht verschieden sind – **jede LED braucht ihren eigenen Widerstand**.

7 Verpolschutz

a) 6 V − 0,7 V ≈ **5,3 V**. b) 0,7 V von 3 V sind fast **ein Viertel** – die Uhr bekäme zu wenig Spannung; dort nutzt man Transistor-Schaltungen.

8 Quiz

a) **Plus an der Anode** · b) **0,7 V** · c) **150 Ω**