

Mikroelektronik 1

Beispielklausur I (mittel)

Autor:innen:	Ismail Gemaledin, Iusuf Gemaledin
Universität:	Universität Stuttgart
Modul:	Mikroelektronik 1
Stoffumfang:	Kapitel 1–7
Bearbeitungszeit:	90 Minuten
Gesamtpunkte:	100 Punkte
Hilfsmittel:	1 handschriftliches DIN-A4-Blatt (beidseitig), Taschenrechner

Hinweise

- Rechenwege müssen nachvollziehbar dargestellt werden.
- Begründen Sie qualitative Aussagen physikalisch.
- Verwenden Sie klare Annahmen (z. B. nicht-degeneriert, volle Ionisation).

Wichtige Beziehungen

- $n = N_C \exp\left(-\frac{E_C - E_F}{k_B T}\right)$
- $p = N_V \exp\left(-\frac{E_F - E_V}{k_B T}\right)$
- $np = n_i^2$
- $V_{bi} = \frac{k_B T}{q} \ln\left(\frac{N_A N_D}{n_i^2}\right)$

Aufgabe 1: Grundlagen und Energiebänder

[15 P]

- (a) Definieren Sie Leitungsband, Valenzband und Bandlücke. [4 P]
- (b) Erklären Sie qualitativ, warum Halbleiter eine temperaturabhängige Leitfähigkeit besitzen. [5 P]
- (c) Erklären Sie den Unterschied zwischen direkter und indirekter Bandlücke und erläutern Sie die Konsequenzen für optische Übergänge. [6 P]

Aufgabe 2: Kristallstruktur und Bandentstehung

[15 P]

- (a) Erklären Sie den Zusammenhang zwischen periodischem Gitterpotential und der Entstehung von Energiebändern. [6 P]
- (b) Beschreiben Sie die Kristallstruktur von Silizium (Lattice, Basis, Koordinationszahl). [5 P]
- (c) Warum führen Gitterstörungen (Defekte) zu einer Reduktion der Beweglichkeit? [4 P]

Aufgabe 3: Intrinsische Halbleiter

[20 P]

- (a) Schreiben Sie die Gleichungen für n und p im nicht-degenerierten Fall auf. [6 P]
- (b) Leiten Sie das Massenwirkungsgesetz $np = n_i^2$ her. [6 P]
- (c) Leiten Sie eine Gleichung für die intrinsische Ladungsträgerkonzentration $n_i(T)$ her. [6 P]
- (d) Erklären Sie, warum n_i stark temperaturabhängig ist. [2 P]

Aufgabe 4: Dotierte Halbleiter

[20 P]

Ein Siliziumkristall sei bei $T = 300\text{ K}$ mit Donatoren der Konzentration $N_D = 10^{16}\text{ cm}^{-3}$ dotiert. Es gelte $n_i = 10^{10}\text{ cm}^{-3}$.

- (a) Schreiben Sie die Ladungsneutralitätsbedingung auf. [5 P]

- (b) Bestimmen Sie n und p im extrinsischen Bereich. [8 P]
- (c) Überprüfen Sie, ob der Halbleiter nicht-degeneriert ist. [4 P]
- (d) Beschreiben Sie qualitativ die Lage des Ferminiveaus. [3 P]

Aufgabe 5: Transportmechanismen

[15 P]

- (a) Schreiben Sie die Drift- und Diffusionsstromdichten für Elektronen auf. [6 P]
- (b) Erklären Sie den physikalischen Ursprung von Diffusion. [5 P]
- (c) Unter welchen Voraussetzungen gilt die Einstein-Relation? [4 P]

Aufgabe 6: p–n-Übergang

[15 P]

- (a) Erklären Sie qualitativ die Entstehung der Raumladungszone. [5 P]
- (b) Leiten Sie die Formel für die eingebaute Spannung V_{bi} her. [6 P]
- (c) Wie verändern sich Verarmungszonenbreite und Sperrsichtkapazität bei Rückwärtsspannung? [4 P]

Zeitaufteilung (Empfehlung)

- Aufgaben 1–2: ca. 20 Minuten
- Aufgaben 3–4: ca. 40 Minuten
- Aufgaben 5–6: ca. 30 Minuten

Gesamtpunktzahl: 100 Punkte