

# Mikroelektronik 1

## Beispielklausur I (mittel)

<b>Autor:innen:</b>	Ismail Gemaledin, Iusuf Gemaledin
<b>Universität:</b>	Universität Stuttgart
<b>Modul:</b>	Mikroelektronik 1
<b>Stoffumfang:</b>	Kapitel 1–7
<b>Bearbeitungszeit:</b>	90 Minuten
<b>Gesamtpunkte:</b>	100 Punkte
<b>Hilfsmittel:</b>	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 Fermi-niveaus. [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 Sperrschichtkapazität 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**