

# Optoelektronik – Übung 6

Sommersemester 2016

LICHTTECHNISCHES INSTITUT (LTI)



# Organisatorisches

## ■ Übungsleiter

### ■ Philipp Brenner

- philipp.brenner@kit.edu
- Raum: 118.2
- Tel.: +49 721 608-47721

### ■ Jan Preinfalk

- jan.preinfalk@kit.edu
- Raum: 112
- Tel.: +49 721 608-42547

## ■ Termine: 6 Übungen, Dienstags bzw. Mittwochs 9:45 – 11:15

- 10. Mai
- 31. Mai
- 7. Juni
- 21. Juni
- 06. Juli
- **13. Juli**

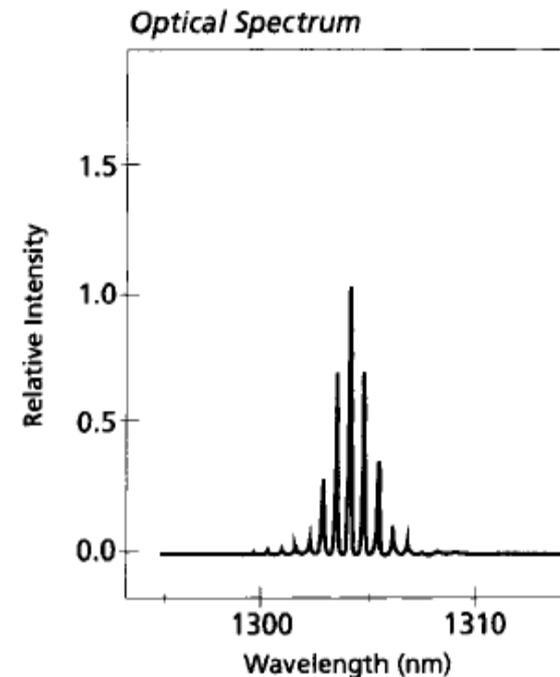
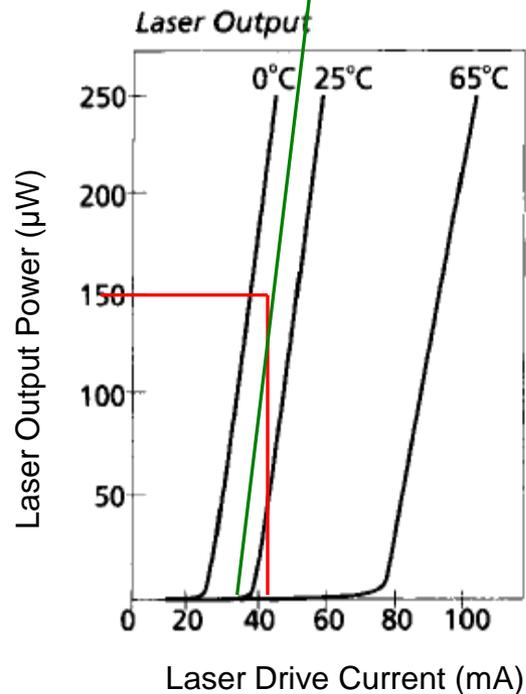
- Übungsblätter und Lösungshinweise sind auf ILIAS verfügbar.

# Aufgabe 1 – Temperaturbedingter Laserwellenlängenshift

- Der Brechungsindex einer Laserdiode in Fabry-Perot Konfiguration zeigt eine Temperaturabhängigkeit von  $\frac{dn}{dT} \approx 1.5 \times 10^{-4} K^{-1}$ . Schätzen sie die Wellenlängenänderung pro K Temperaturdrift im Bereich von 870nm ( $n_0 = 3.7$ ) ab.

## Aufgabe 2 – Laserdiode

- Ein Fabry-Pérot-Halbleiterlaser ( $\lambda_0=1.3 \mu\text{m}$ ,  $n_{\text{HL}}=3.4$ ) zeigt die Kennlinie und das Emissionsspektrum wie unten abgebildet.
- a) Wie lang ist der Laserresonator?
- b) Wie groß ist die externe Quantenausbeute (differentiell und absolut) bei Raumtemperatur und einem Strom von 50 mA?

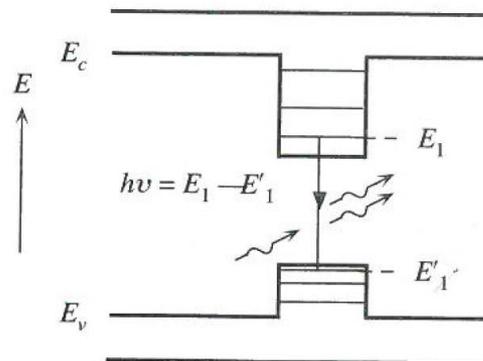


## Aufgabe 3 – Photonenlebensdauer im Laser

- In der Photonenbilanz einer Laserdiode charakterisiert  $\tau$  die Lebensdauer der Photonen im Laserresonator, die durch die intrinsischen Verluste (Absorption, Streuung) und Auskoppelverluste (Spiegelreflektivitäten  $R_1$  und  $R_2$ ) bestimmt wird. Hierbei gilt die Beziehung  $\frac{1}{\tau} = \frac{\alpha_{ges} \cdot c_0}{n}$ . Es sollen verschiedene Laser mit jeweils konstantem intrinsischen Absorptionskoeffizienten  $\alpha_i = 10 \text{ cm}^{-1}$  betrachtet werden.
- a) Wie groß ist die Photonenlebensdauer für einen Resonator der Länge  $L = 300 \text{ }\mu\text{m}$  mit einem Brechungsindex  $n = 3,5$  und  $R_1 = R_2 = 0,32$ ?
- b) Wie groß ist die Photonenlebensdauer, wenn  $R_1 = 99,7\%$  beträgt und  $R_2$  unverändert bleibt?
- c) Wie groß ist die Photonenlebensdauer, wenn beide Spiegel hochreflektierend sind, also  $R_1 = R_2 = 0,997$ , aber die Resonatorlänge nur noch  $3 \text{ }\mu\text{m}$  beträgt?

# Aufgabe 4 – GaAs Single Quantum Well Laser

- Der III-V-Halbleiter GaAs besitzt eine Energielücke von 1.43 eV. Sie wollen mit diesem Material mittels Quantum Confinement einen Laser herstellen, dessen Emission im roten Spektralbereich bei 1.62 eV liegt. Nehmen Sie an, dass das Quantum Confinement in z-Richtung durch zwei unendlich hohe Potenzialbarrieren mit Abstand  $L$  erfolgt und es sich bei dem Laser-Übergang um einen elektronischen Übergang aus einem Elektronenzustand im Leitungsband ( $m_e^* = 0.07m_e$ ) in einen schweren Lochzustand ( $m_{hh}^* = 0.68m_e$ ) im Valenzband handelt.
- Wie groß muss die Breite  $L$  des Quantentopfs sein?



# Aufgabe 5 – Verstärkung in Schichtwellenleiter

- Es soll ein verstärkender dielektrischer Wellenleiter untersucht werden. Der Feldkonzentrationsfaktor in lateraler Richtung  $\Gamma_x$  sei 1. Die Verstärkung in der aktiven Schicht sei  $g = a(n-n_{tr})$ . Die Rekombination werde näherungsweise beschrieben durch  $dn/dt \approx -n/\tau_n + I/ewLd$ .
- Für die betrachtete Mode gelte  $\Gamma_y \approx [1+(d_0/d)^2]^{-1}$  mit  $d_0 = \lambda/2\pi (2/(n_2^2-n_1^2))^{1/2}$ .
- $a = 3 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$ ,  $n_{tr} = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ,  $\tau_n = 0.5 \text{ ns}$ ,  $w = 10 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $L = 400 \text{ }\mu\text{m}$ ,  $n_1 = 3.2$ ,  $n_2 = 3.52$ ,  $\lambda = 1305 \text{ nm}$ ,  $I = 300 \text{ mA}$ .
- a) Stellen Sie die Modenverstärkung  $g_m(d)$  schematisch dar ( $0 < d < 600 \text{ nm}$ ).
- b) Berechnen Sie die optimale Dicke der aktiven Schicht für maximale Modenverstärkung.
- c) Wie groß ist die Modenverstärkung des gesamten Wellenleiters  $G_m$  bei  $d = 120 \text{ nm}$ ?

