

# Quantenelektronik I

---

## Inhaltsverzeichnis (14 Wochen im SS07)

Prof. Ursula Keller, HPT E16.2, ETH Hönggerberg, 044/633 21 46, keller@phys.ethz.ch

Verteilte Unterlagen (Vorlesungen und Übungen) liegen vor dem Sekretariat auf (HPT E16.2)

Übungs-Chef: Dr. Lukas Gallmann, HPT F3.1, gallmann@phys.ethz.ch

### 1. Wellenausbreitung und Brechungsindex (1.5 Wochen)

- 1.1 Maxwellgleichungen
- 1.2 Materialgleichungen
- 1.3 Wellengleichung mit Brechungsindex
- 1.4 Brechungsindex: Physikalische Bedeutung
- 1.5 Dispersion
- 1.6 Metalle
- Appendix 1A: Fourier-Laplace Transformation und differentielle Operatoren
- Appendix 1C:  $\delta$ -Funktion

### 2. Lineare Pulsausbreitung (1.5 Wochen)

- 2.1 Motivation
- 2.2 Wellengleichung im Spektralraum: Helmholtzgleichung
- 2.3 Lineare versus nichtlineare Wellenausbreitung
- 2.4 Lichtpulse
- 2.5 Lineare Pulsausbreitung
- Appendix 2A: Fourier-Transformation
- Appendix 2B: Faltung
- Appendix 2C: Dispersion für quantenmechanische Teilchen

### 3. Reflexion und Transmission an einer Grenzfläche (1 Woche)

- 3.1 Reflexions- und Snellius-Gesetz
- 3.2 Fresnel-Formeln für dielektrische Grenzflächen
- 3.3 Brewster-Winkel
- 3.4 Kritischer Winkel für Totalreflexion
- 3.5 Quergedämpfte Welle bei der Totalreflexion
- 3.6 Änderung der Polarisierung bei schrägem Einfall

### 4. Interferenz und Kohärenz (2 Wochen)

- 4.1 Definition von Interferenz und Kohärenz
- 4.2 Interferenz von Kugelwellen
- 4.3 Interferenz von ebenen Wellen
- 4.4 Voraussetzung für Interferenz
- 4.5 Interferometer: Michelson, Mach-Zehnder, und Sagnac
- 4.6 Analogie zur Akustik und Hochfrequenztechnik

- 4.7 Fabry-Perot
- 4.8 Vielschichtensysteme
- 4.9 Impedanztransformationsgesetz
- 4.10 Matrix-Methode
- 4.11 Kohärenz

## **5. Fourier-Optik (2 Wochen)**

- 5.1 Motivation für eine räumliche Fourier-Transformation
- 5.2 Lineare Wellenausbreitung einer beliebigen Wellenfront
- 5.3 Bildverarbeitung durch räumliches Filtern
- 5.4 Beugung
- 5.5 Holographie

## **6. Grundlagen des Lasers (2.5 Wochen)**

- 6.1 Einleitung
- 6.2 Spontane und stimulierte Emission (Einstein-Koeffizienten)
- 6.3 Pumpen von Laser
- 6.4 Verschiedene Lasertypen
- 6.5 Axiale Moden und Spektrallinien
- 6.6 Ratengleichungen eines 4-Niveau-Lasers
- 6.7 Experimentelle Parameter eines Lasers
- 6.8 Laserresonatoren und Lasermoden
- 6.9 Gepulste Laser (kurze Übersicht)

## **7. Lineare Wellenausbreitung in optisch anisotropen Medien (2.5 Wochen)**

- 7.1 Dielektrischer Tensor
- 7.2 Phasengeschwindigkeit und Strahlengeschwindigkeit
- 7.3 Die Fresnel-Formeln zur Lichtausbreitung in Kristallen
- 7.4 Indexellipsoid oder optische Indikatrix
- 7.5 Normalenflächen oder  $k_n$ -Fläche
- 7.6 Optische Klassifizierung von Kristallen
- 7.7 Optische Eigenschaften von uniaxialen Kristallen
- 7.8 Doppelbrechung
- 7.9 Dichroismus
- 7.10 Polarisations-elemente
- 7.11 Optische Aktivität
- 7.12 Faraday-Effekt
- 7.13 Induzierte Doppelbrechung
- 7.14 Optischer Modulator

## **8. Wellenleiter und Integrierte Optik (1 Woche)**

- 8.1 Einleitung
- 8.2 Planarer Wellenleiter
- 8.3 Zusammenfassung: Moden von Wellenleiter
- 8.4 Optische Faser
- 8.5 Kopplung zwischen zwei planaren Wellenleiter
- 8.6 Integrierte elektrooptische Modulatoren
- Appendix 8A: Herleitung der "Coupled mode equation"

---

## **Empfohlene Literatur**

**B. E. A. Saleh, M. C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley & Sons, Inc.**

F. K. Kneubühl, M. W. Sigrist, "Laser," Teubner Studienbücher, Stuttgart

A. E. Siegman, "Lasers," University Science Books, Mill Valley, California

O. Svelto, "Principles of Lasers," third edition, Plenum Press, New York

J. W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics," MacGraw-Hill Publishing Company, New York

T. Tamir (Editor), "Guided-Wave Optoelectronics," Springer Verlag

---

## **Testatbedingung: QEI**

10 von 12 Übungen sind abzugeben.

Bei Abwesenheit wegen Militärdienst etc. bitte mit Dr. Lukas Gallmann Kontakt aufnehmen