



TU Clausthal

Anleitung zum Fortgeschrittenenpraktikum:

Diodenlaser mit externem Resonator

Ansprechpartner:
Dr. Ulrike Willer
u.willer@pe.tu-clausthal.de
Tel. 05323 / 72-2280
Raum 412

In diesem Versuch soll untersucht werden, wie ein externer Resonator das Emissionsverhalten eines Diodenlasers beeinflusst. Es stehen folgende Geräte und Komponenten zur Verfügung:

Geräte und Komponenten

- Laserdiodengehäuse
- Laserdiodentreiber mit Strom und Temperaturregelung
- div. *external cavities* (Tefloneinsatz mit Piezoelement u. Glasplättchen)
- Monochromator mit CCD-Zeile + PC (= Optical Multi Channel Analysier)
- div. Umlenkspiegel, Linsen, Filter
- Strahlungsleistungsmeßgerät
- Multimeter mit Kabel „2xBanane-auf-BNC“
- Spannungsquelle (0-30 V₌)

Hinweise zur Vorbereitung / Literatur

- **W. Demtröder:** *Laserspektroskopie* (Springer Verlag), 1993
- **Unsöld:** *Physik der Sternatmosphären* (Springer Verlag)
- **Bergmann Schaefer:** *Lehrbuch der Experimentalphysik, Optik*, Band 3 (de Gruyter), 1993
- **K.C. Harvey, C.J. Myatt:** *External-cavity laser using a grazing-incidence diffraction grating* (optic letters) Vol. 16, No.12, p. 910-912, 1991.
- **M. de Labacherie, G. Passadat:** *Mode-hop suppression of Littrow grating-tuned lasers* (applied optics) Vol. 32, No.3, p. 269-274, 1993. + comment +erratum
- **D. Kracht:** *Aufbau und Charakterisierung eines Short-Cavity-Lasers zur Differenzfrequenzerzeugung in Silbergalliumsulfid* (Diplomarbeit, Uni Kiel), 1998
- **T. Blanke:** *Lasersystem auf der Grundlage der Differenzfrequenzerzeugung in AgGaS₂ mit Diodenlasern* (Diplomarbeit, Uni Kiel), 1996
- **T. Blanke, T. Metz, H. Sandmann, M. Schreyer:** *Dopplerfreie Laser-Sättigungs- und Polarisations-Spektroskopie* (F-P IIa-Praktikumsprotokoll, Uni Kiel), 1994
- **Oriel:** *Typical Spectra of ORIEL Spectral Calibration Lamps, Datenblatt*
- **T. Henning:** *Einsatz von CCD-Zeilensensoren in der optischen Meßtechnik* (Diplomarbeit, Uni Kiel), 1990

Sicherheitshinweise

In diesem Versuch kommt eine Laserdiode (Hitachi HL6314MG) zum Einsatz.

Die Laserdiode kann bei einer Wellenlänge von 635 nm eine Leistung von 3 mW abgeben und wird daher der Laserklasse 1 zugeordnet. Die zugängliche Laserstrahlung im sichtbaren Spektralbereich ohne optische Hilfsmittel gilt bei kurzer Bestrahlungsdauer (bis 0,25 s) als sicher, da der Schutz durch Abwendungsreaktionen einschließlich des Lidschlußreflexes bewirkt wird.

Niemals in den Laserstrahl blicken!

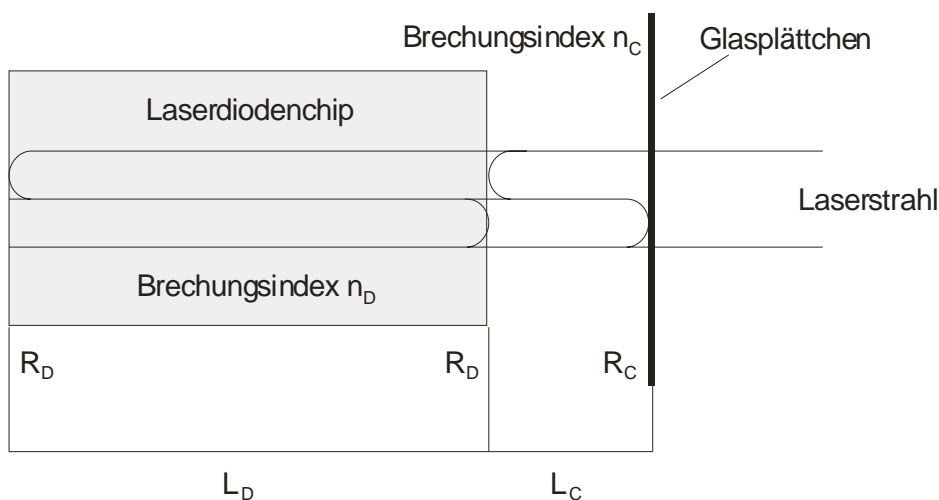
Laserstrahl nicht auf reflektierende Materialien außerhalb des Versuchsaufbaus fallen lassen; nehmen Sie insbesondere Schmuck und Uhren ab, da sonst unkontrollierte Reflexionen auftreten können!

Machen Sie sich mit der Funktionsweise einer Laserdiode vertraut. Bestimmen Sie zunächst die Emissionseigenschaften der Laserdiode ohne Modifikationen.

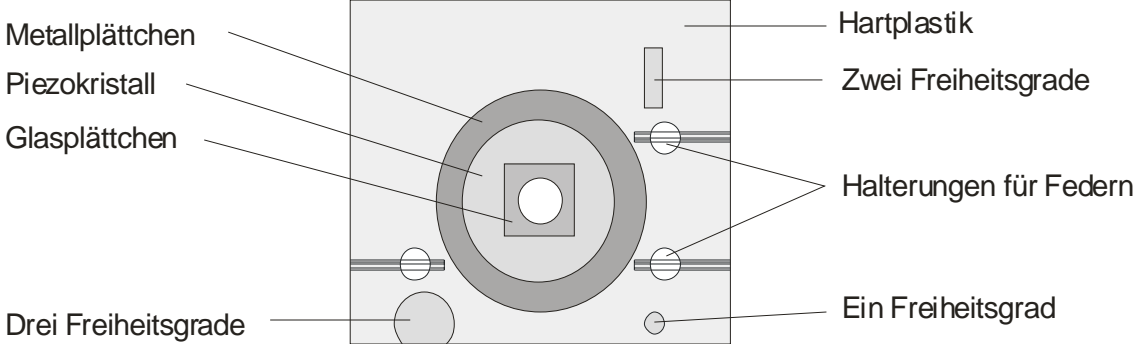
Emissionseigenschaften der Laserdiode (ohne externen Resonator)

- Laseraufbau nachvollziehen (Strom-, Temperatur-Regelung, Kollimator)
- Bestimmung des Strahlprofils (ohne Kollimator!): in einem Abstand auf einem Schirm/Papier das Strahlprofil abzeichnen und daraus die Öffnungswinkel $\theta_{||}$, θ_{\perp} des Strahlkegels bestimmen (Vergleich mit Datenblatt).
- Diodenkennlinie $\lambda(T)$ aufnehmen ($I_{LD}=42\text{ mA}$)
 - ⇒ Wellenlängenhub $\Delta\lambda/\Delta T$ abschätzen
 - ⇒ Größe der Modenlücken abschätzen
- Diodenkennlinie $\lambda(I_{LD})$ aufnehmen ($T_{LD}=20^{\circ}\text{C}$)
 - ⇒ Wellenlängenhub $\Delta\lambda/\Delta I_{LD}$ abschätzen
- Diodenkennlinie $P(I_{LD})$ aufnehmen (a: $T_{LD}=20^{\circ}\text{C}$, b: $T_{LD}=30^{\circ}\text{C}$)
 - ⇒ Laserschwelle I_{tres} für (a) und (b) bestimmen
 - ⇒ Aus Laserschwellen den Temperaturkoeffizienten [$\text{mA}/^{\circ}\text{C}$] bestimmen
 - ⇒ Lasereffizienz η [mW/mA] bestimmen
 - ⇒ Arbeitspkt. für max. optische Ausgangsleistung bestimmen (bei $T_{LD}=20^{\circ}\text{C}$)
- Modenstruktur: unterhalb der Laserschwelle die Modenstruktur des Lasers aufnehmen (mit `ccd_skal.exe`).
 - ⇒ Verstärkungsprofil einzeichnen und theoretisch begründen
 - ⇒ aus äquidistanten Modensabstand die Länge des Laserdiodenchips errechnen

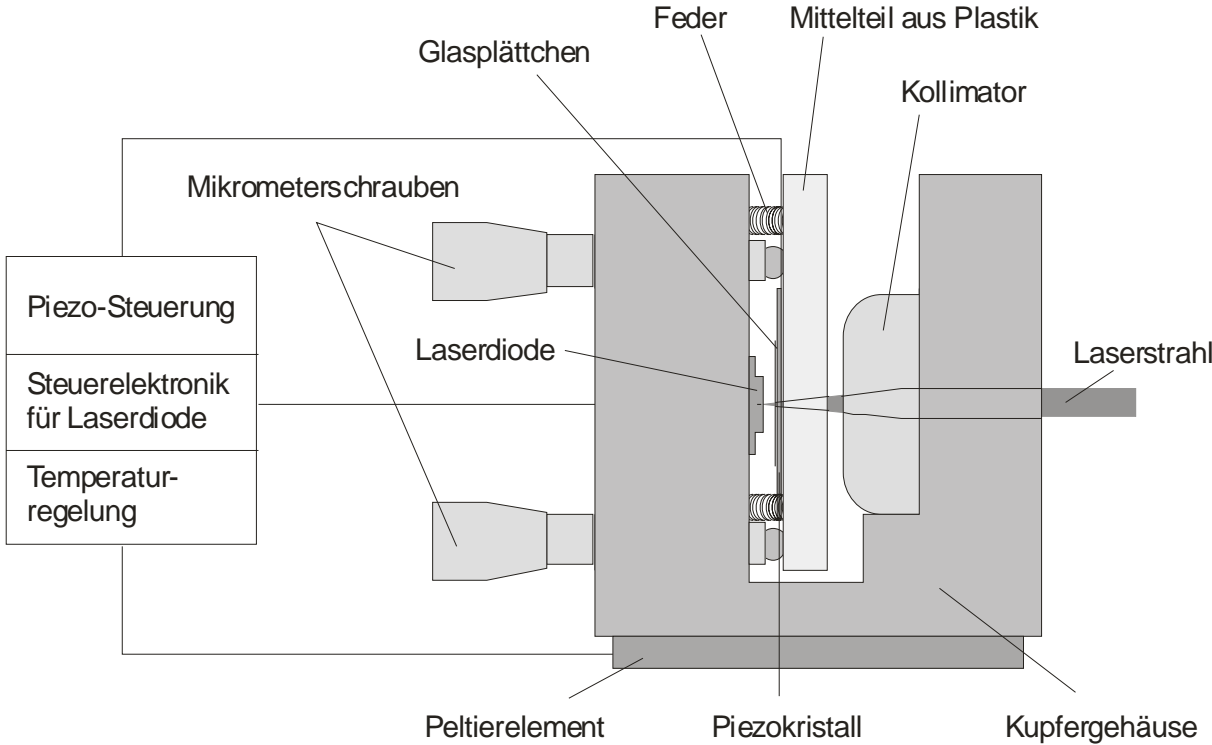
Zur Verbesserung der Durchstimmbarkeit steht ein Aufbau in dem die Diode mit einem externen Resonator betrieben werden kann zur Verfügung. Da der Laserdiodenchip nicht entspiegelt wird, gibt es zwei gekoppelte Resonatoren, wie in nachfolgender Zeichnung angedeutet. Dies wird sich in Ihren Messergebnissen widerspiegeln (Diskussion im Protokoll).



Das Glasplättchen, das als externer Resonatorspiegel dient, ist auf einen Piezokristall aufgeklebt und in einer verkippbaren Platte gehalten wie in den beiden folgenden Zeichnungen dargestellt.



Über die Ausdehnung des Piezokristalls wird der Abstand zwischen Diodenchip und externem Resonator verändert. Eine grobe Vorjustage ist über die Mikrometerschrauben möglich.



Machen Sie sich mit dem mechanischen Aufbau vertraut und untersuchen dann die verbesserte Durchstimmbarkeit anhand der folgenden Arbeitsschritte:

Verbesserte Durchstimmbarkeit durch Verwendung eines externen Resonators

- Einbau und Einstellung der External-Short-Cavity
 - ⇐ Reflektivität R des Glasplättchens
 - ⇐ grobe Distanz(=Resonatorlänge)-Einstellung mit Mikrometerschrauben
 - ⇐ feine Distanz-Einstellung mit Piezo-Spannung
- „Diodenkennlinie“ $\lambda(T, V_{\pi})$ bei variierender Piezo-Spannung aufnehmen ($I_{LD}=42 \text{ mA}$)
 - ⇒ Vergleich mit (2)
- Modenstruktur: unterhalb der Laserschwelle die Modenstruktur des Lasers aufnehmen (mit *ccd_skal.exe*).
 - ⇒ Verstärkungsprofil einzeichnen und theoretisch begründen
 - ⇒ Vergleich mit (2)
- optischer Leistungsverlust:
 - ⇒ max. optische Ausgangsleistung bestimmen (bei $T_{LD}=20^{\circ}\text{C}$)
 - ⇒ Vergleich mit (2)

Diskutieren Sie in Ihrem Protokoll auch andere Geometrien für den Aufbau eines externen Resonators und deren Vor- und Nachteile. Wie würde sich eine Entspiegelung der Diodenendfläche auf das Durchstimmverhalten auswirken?