

# Lehrveranstaltung

## LT - Lasertechnik

---

Version: 1 | Letzte Änderung: 19.09.2019 15:08 | Entwurf: 0 | Status: vom verantwortlichen Dozent freigegeben

### ^ Allgemeine Informationen

<b>Langname</b>	Lasertechnik
<b>Anerkennende LModule</b>	<a href="#">LT_BaET</a> , <a href="#">LT_BaOPT</a>
<b>Verantwortlich</b>	Prof. Dr. Stefan Altmeyer Professor Fakultät IME
<b>Niveau</b>	Bachelor
<b>Semester im Jahr</b>	Wintersemester
<b>Dauer</b>	Semester
<b>Stunden im Selbststudium</b>	78
<b>ECTS</b>	5
<b>Dozenten</b>	Prof. Dr. Stefan Altmeyer Professor Fakultät IME
<b>Voraussetzungen</b>	Mthematik: Matrizenrechnung Differentialrechnung Integralrechnung  Physik / Optik: Grundkenntnisse geometrische Optik Grundkenntnisse Wellenoptik
<b>Unterrichtssprache</b>	deutsch
<b>separate Abschlussprüfung</b>	Ja

### Abschlussprüfung

Details

So weit die Prüfungszahl nicht zu groß ist, wird eine mündliche Prüfung gegenüber einer schriftlichen Prüfung bevorzugt.

In der Prüfung werden auf unterstem Kompetenzniveau Kenntnisse abgefragt. Dies sind beispielsweise die Baugruppen, die in jedem Laser enthalten sind, die Definition von Begriffen wie die Strahlqualität, die Beugungsmaßzahl oder das Strahlparameter Produkt, die Wellenlängen, Leistungsklassen und Anwendungsgebiete der wichtigsten industriell relevanten Laser.

Auf nächster Kompetenzstufe werden Fertigkeiten geprüft. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass eine Strahldurchrechnung von Gaußstrahlen durchgeführt wird, die optische Stabilität eines Laser-Resonators berechnet wird oder die Anzahl der zu erwartenden longitudinalen Moden bei gegebenem Lasermedium und Resonator-Parametern abgeschätzt wird.

Die höchste prüfbare Kompetenzstufe betrifft die Methodenkompetenz. Deren Ausprägung kann überprüft werden, indem ein Anwendungsfall geschildert wird: Aufgaben können sein, für ein Schweiß-Aufgabe in der Produktion, ein Belichtung von Halbleiter-Chips oder eine Augen-OP, ein geeignetes Lasersystem in seinen Grundparametern begründet zu beschreiben und die weitere Vorgehensweise bei der Parametrisierung und Auswahl unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Aspekten darzustellen.

### **Mindeststandard**

Mindestens 50 % der Fragen richtig beantwortet

### **Prüfungstyp**

So weit die Prüfungszahl nicht zu groß ist, wird eine mündliche Prüfung gegenüber einer schriftlichen Prüfung bevorzugt.

In der Prüfung werden auf unterstem Kompetenzniveau Kenntnisse abgefragt. Dies sind beispielsweise die Baugruppen, die in jedem Laser enthalten sind, die Definition von Begriffen wie die Strahlqualität, die Beugungsmaßzahl oder das Strahlparameter Produkt, die Wellenlängen, Leistungsklassen und Anwendungsgebiete der wichtigsten industriell relevanten Laser.

Auf nächster Kompetenzstufe werden Fertigkeiten geprüft. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass eine Strahldurchrechnung von Gaußstrahlen durchgeführt wird, die optische Stabilität eines Laser-Resonators berechnet wird oder die Anzahl der zu erwartenden longitudinalen Moden bei gegebenem Lasermedium und Resonator-Parametern abgeschätzt wird.

Die höchste prüfbare Kompetenzstufe betrifft die Methodenkompetenz. Deren Ausprägung kann überprüft werden, indem ein Anwendungsfall geschildert wird: Aufgaben können sein, für ein Schweiß-Aufgabe in der Produktion, ein Belichtung von Halbleiter-Chips oder eine Augen-OP, ein geeignetes Lasersystem in seinen Grundparametern begründet zu beschreiben und die weitere Vorgehensweise bei der Parametrisierung und Auswahl unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Aspekten darzustellen.

## ^ Vorlesung

### **Lernziele**

---

#### **Kenntnisse**

Lasertypen und deren Anwendungsbereiche

Gaslaser

CO<sub>2</sub> Laser

Excimer Laser

Argon-Ionen Laser

Farbstofflaser

Festkörperlaser

Diodenlaser

Optische Pumpe

Telekommunikation

## Materialbearbeitung

### Laserprinzip

Absorption, spontane Emission, induzierte Emission

Maxwell-Boltzmann Verteilung

Inversion

3- und 4-Niveau Systeme

Ratengleichungen

### Transversale Moden

Fresnel-Zahl

Regime der geometrischen Optik, Fresnel-Beugung und Fraunhofer Beugung

Beugungsoperator, Eigenwerte und Eigenfunktionen

Laguerre-Gauß und Hermite-Gauß Moden

mathematische Beschreibung des Laguerre-Gauß Grundmodes

Transversal monomodige Laser

### Axiale Moden

Resonator und stehende Wellen

Modenkamm und Verstärkungsbandbreite

Fabry-Perot Interferometer, Etalon

Frequenz-Bandbreite eines axialen Modes

Güte und Finesse

Axial monomodige Laser

zeitliche Kohärenz, Kohärenzlänge

### Eigenschaften des Gaußschen Strahls

Vollständige Definition über einen einzigen Parameter: Strahlradius oder Rayleighlänge

Strahlqualität und Beugungsmaßzahl

Beugungsbegrenzung im Sinne der Unschärferelation

### Ausbreitung des Gaußschen Strahls

Strahltransfermatrizen

ABCD-Gesetz

Rayleighlänge als Ort stärkster Phasenkrümmung

Art der - und Gründe für die - Abweichungen der Gaußpropagation von der

Propagation geometrisch-optischer Strahlen

### Resonatordesign

g-Parameter

Stabilität von Resonatoren als Eigenwertproblem

Stabilitätsdiagramm

Stabilität und Modenvolumen

Falls die Zeit im Semester ausreicht:

### Ultrakurzpulslaser

Lasermaterialien mit großer Verstärkungsbandbreite

Dispersionskompensation

Modenkopplung und Kerr-Effekt

Harte und weiche Aperturen als modenselektierende Verlustelemente

Startmechanismen für Modenkopplung

Größenordnungen der physikalischen Eckdaten von Ultrakurzpulslasern

mittlere Leistung

Puls-Spitzenleistung

Intensität

Lichtdruck  
Feldstärke  
Energieübertrag an Elektronen  
Licht-Materiewechselwirkung  
Erwärmen und Aufschmelzen  
Verdampfen und Sublimieren  
Photodisruption  
Elektron-Phonon Wechselwirkungszeit  
Coulomb Explosion  
Erzeugung von harter Röntgenstrahlung  
Kalte Materialbearbeitung und deren Anwendungen

---

## Fertigkeiten

Laseraktive Materialien klassifizieren

Transversale Moden differenzieren und klassifizieren

Güte und Finesse eines Fabry-Perot Interferometers berechnen

Ausbreitung von Gaußstrahlen mit ABCD Gesetz berechnen

Stabilität eines Resonators berechnen

Optische Eckdaten eines Lasers berechnen

Für eine vorgegebene Applikation einen geeigneten Laser und ein geeignetes optisches System auswählen

Alle obige Kenntnisse sollen kein zusammenhangloses Wissen bilden, sondern durch ein tiefes Verständnis der folgenden Dinge miteinander verknüpft sein und Transferleistungen erlauben:

- Physik der Entstehung von Laserlicht und dessen physikalischen Eigenschaften
- Physik der Laserlicht-Material Wechselwirkung
- Beugungstheorie

## Aufwand Präsenzlehre

Typ	Präsenzzeit (h/Wo.)
Vorlesung	2
Tutorium (freiwillig)	0

## Separate Prüfung

keine

# ^ Praktikum

## Lernziele

---

### Fertigkeiten

- Laser aufbauen, justieren und zünden.
- Einen Aufbau zu Messung transversaler Moden errichten, transversale Moden messen und Strahlqualität sowie Beugungsmaßzahl berechnen
- Axiale Moden messen. Bestimmung des freien Spektralbereichs, der spektralen Breite einer Mode, der Verstärkungsbandbreite eines Lasers, dessen Kohärenzlänge
- Diodengepumpte Festkörperlaser aufbauen
- Einheit zur Frequenzverdopplung aufbauen und mit einem diodengepumpten Festkörperlaser in Betrieb nehmen
- Wissenschaftlichen Bericht verfassen
- Aufgabenbestellung beschreiben
- Lösungsansatz darstellen
- Versuchsaufbau erläutern
- Verarbeitung der Messdaten darlegen
- Fehlerrechnung durchführen
- Ergebnis präsentieren und kritisch diskutieren

## Aufwand Präsenzlehre

Typ	Präsenzzeit (h/Wo.)
Praktikum	2
Tutorium (freiwillig)	0

## Separate Prüfung

### Prüfungstyp

Projektaufgabe im Team bearbeiten (z.B. im Praktikum)

### Details

- 1) Übungsaufgabe mit fachlich / methodisch eingeschränktem Fokus lösen
  - Vor Antritt des Praktikums sind zu Hause ausgearbeitete Aufgaben vorzulegen.
- 2) Fachgespräch zu besonderen Fragestellungen
  - Die Grundideen zum Versuch werden vor dessen Durchführung im Gespräch erfragt.
- 3) Projektaufgabe (im Team) bearbeiten
  - Je nach Studierendenzahl werden die Versuche alleine (bevorzugt) oder zu zweit durchgeführt.

- Versuchsaufbauten müssen selber aufgebaut und justiert werden
- Mit den selber errichteten Versuchsaufbauten müssen Messdaten gewonnen werden

4) Anfertigung eines Versuchsprotokolls. Geprüft wird auf

- Vollständigkeit
- Wissenschaftlichkeit und Präzision der Sprache
- Richtigkeit
- Verständnis der Zusammenhänge und Interpretation der Ergebnisse

### **Mindeststandard**

Alle schriftlichen Aufgaben müssen bearbeitet sein.

Die Grundideen des Experimentes müssen verstanden sein.

Alle Versuche müssen durchgeführt worden sein

Die Versuchsausarbeitungen müssen frei von systematischen Fehlern sein.