

Lehrveranstaltungshandbuch LT

Lasertechnik

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

– Allgemeine Informationen

Langname Lasertechnik

**Anerkennende
LModule** LT BaET, LT BaOPT

Verantwortlich Prof. Dr. Stefan
Altmeyer
Professor Fakultät IME

Gültig ab Wintersemester
2022/23

Niveau Bachelor

Semester im Jahr Wintersemester

Dauer Semester

**Stunden im
Selbststudium** 78

ECTS 5

Dozenten Prof. Dr. Stefan
Altmeyer
Professor Fakultät IME

Voraussetzungen Mthematik:
Matrizenrechnung
Differentialrechnung
Integralrechnung

Physik / Optik:
Grundkenntnisse
geometrische Optik
Grundkenntnisse
Wellenoptik

Unterrichtssprache deutsch

Literatur

Eichler, Eichler: Laser - Bauformen, Strahlführung,
Anwendungen (Springer)

Poprawe: Lasertechnik (Copy-Shop AC-UNI-COPY)

Pedrotti, Pedrotti, Bausch, Schmidt: Optik für
Ingenieure. Grundlagen (Springer)

Abschlussprüfung

separate
Abschlussprüfung

Ja

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

mündliche Prüfung, strukturierte Befragung

– Vorlesung

Lernziele

Zieltyp

Beschreibung

Besondere Voraussetzungen

keine

Begleitmaterial

Skript als
herunterladbare Datei

Separate Prüfung

Nein

Kenntnisse

Lasertypen und deren
Anwendungsbereiche
Gaslaser
CO₂ 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
einigen 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
geeignets 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

– Praktikum

Lernziele

Zieltyp	Beschreibung
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none">- 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- Diodengepumten Festkörperlaser aufbauen- Einheit zur Frequenzverdopplung aufbauen und mit einem diodengepumten Festkörperlaser in Betrieb nehmen- Wissenschaftlichen Bericht verfassen Aufgabenstellung 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

Besondere Voraussetzungen

keine

Begleitmaterial

Anleitungen zu den Versuchen als herunterladbare Dateien.

Bedienungsanleitungen zu komplexen Geräten als herunterladbare Dateien.

Separate Prüfung

Ja

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.