

# Modulhandbuch LT

## Lasertechnik

Bachelor Elektrotechnik 2020

---

Version: 1 | Letzte Änderung: 19.09.2019 15:05 | Entwurf: 0 | Status: vom Modulverantwortlichen freigegeben |  
Verantwortlich: Altmeyer

### – Allgemeine Informationen

<b>Anerkannte Lehrveranstaltungen</b>	<u>LT Altmeyer</u>
---	--------------------

---

<b>Gültig ab</b>	Wintersemester 2022/23
------------------	---------------------------

---

<b>Fachsemester</b>	5
---------------------	---

---

<b>Modul ist Bestandteil des Studienschwerpunkts</b>	<u>PHO - Photonik</u>
--	-----------------------

---

<b>Dauer</b>	1 Semester
--------------	------------

---

<b>ECTS</b>	5
-------------	---

---

<b>Zeugnistext (de)</b>	Lasertechnik
-------------------------	--------------

---

<b>Zeugnistext (en)</b>	Laser Physics and Technology
-------------------------	---------------------------------

---

<b>Unterrichtssprache</b>	deutsch oder englisch
---------------------------	-----------------------

---

<b>abschließende Modulprüfung</b>	Ja
---------------------------------------	----

### Modulprüfung

<b>Benotet</b>	Ja
----------------	----

---

**Konzept**

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 oder der Beugungsmaßzahl, 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.

---

**Frequenz**

Jedes Semester

## – Allgemeine Informationen

### Inhaltliche Voraussetzungen

### Handlungsfelder

Forschung: Von Ansätzen der Grundlagenforschung bis hin zur Industrieforschung. Entwicklung: Algorithmen, Software, Verfahren, Geräte, Komponenten und Anlagen.

Qualitätskontrolle von Produkten und Prozessen, Mess- und Prüftechnologien, Zertifizierungsprozesse.

Produktion: Planung, Konzeption, Instandhaltung, Überwachung und Betrieb.

Koordination kleiner Arbeitsgruppen, international verteilt arbeitender Teams, Koordination von Planungs- und Fertigungsprozessen, sowie Produktmanagement.

### Learning Outcomes

ID	Learning Outcome
LO1	<p>Was:</p> <p>Das Modul vermittelt Kompetenzen zur Konzeptionierung (K.1, K.8, K.9), Auslegung (K.5, K.9, K.11, K.12, K.15), Analyse (K.2, K.3, K.7, K.11, K.14) und Überprüfung (K.4, K.10, K.11) von Lasern und Lasersystemen für die Lasermaterialbearbeitung unter besonderer Berücksichtigung der zugrunde liegenden physikalischen Wirkprinzipien.</p> <p>Vorlesungsbegleitend findet ein projektnahes Praktikum statt. Sprachliche Kompetenzen (K.21) zur präzisen Darstellung technisch komplexer Zusammenhänge (K.13) werden durch verpflichtende schriftliche Vorbereitung und Ausarbeitung geschult. Die durchzuführende Fehleranalyse und -diskussion sowie Spiegelung an erwartbaren Ergebnissen, vermittelt Bewertungskompetenzen (K.14).</p> <p>Feste Zeitvorgaben und Termine für Vorbereitung, Ausarbeitung, Protokoll-Abgabe und ggf. Überarbeitung befördern die Selbstorganisation (K.20).</p> <p>Womit:</p> <p>Der Dozent vermittelt neben Wissen und Fertigkeiten in einer Vorlesung mit integrierten kurzen Übungsteilen die Kompetenz, verschiedene Eigenschaften von Lasern, Laserlicht und der Laserlicht-Materiewechselwirkung auf physikalischen Zusammenhänge zurückführen zu können. Weiterhin wird ein Praktikum durchgeführt, welches projektartigen Charakter hat: Neben einer schriftlichen Vorbereitung sind Laser selber aufzubauen und mit eigenen optischen Aufbauten zu charakterisieren. Zu jedem</p>

Versuch ist eine schriftliche Ausarbeitung erforderlich.

Wozu:

Kompetenzen im Verständnis, des Entwurfes, der Entwicklung, der Analyse und der Überprüfung von Lasersystemen sind essentiell für Personen, die im Bereich der Optischen Technologien bzw. Photonik tätig sein wollen. Dies betrifft HF 1, HF 2 und HF 3 gleichermaßen. Laseranlagen sind wissenschaftlich, technisch komplexe und teure Investitionsgüter, deren Projektierung, Anschaffung und Betreuung typischerweise in Gruppen stattfindet und die erheblichen Einfluss auf Planungs- und Fertigungsprozesse in den anwendenden Betrieben hat. HF 4

## Kompetenzen

<b>Kompetenz</b>	<b>Ausprägung</b>
Finden sinnvoller Systemgrenzen	diese Kompetenz wird vermittelt
Abstrahieren	diese Kompetenz wird vermittelt
Naturwissenschaftliche Phänomene in Realweltproblemen erkennen und erklären	diese Kompetenz wird vermittelt
Erkennen, Verstehen und analysieren technischer Zusammenhänge	diese Kompetenz wird vermittelt
MINT Modelle nutzen	diese Kompetenz wird vermittelt
Technische Systeme analysieren	diese Kompetenz wird vermittelt
MINT-Grundwissen benennen und anwenden	diese Kompetenz wird vermittelt
Technische Systeme simulieren	diese Kompetenz wird vermittelt

---

Technische Systeme entwerfen	diese Kompetenz wird vermittelt
------------------------------	---------------------------------

---

Informationen beschaffen und auswerten	diese Kompetenz wird vermittelt
--	---------------------------------

---

Technische Zusammenhänge darstellen und erläutern	diese Kompetenz wird vermittelt
---	---------------------------------

---

Technische Systeme prüfen	diese Kompetenz wird vermittelt
---------------------------	---------------------------------

---

Sich selbst organisieren und reflektieren	diese Kompetenz wird vermittelt
---	---------------------------------

---

Technische Systeme realisieren	diese Kompetenz wird vermittelt
--------------------------------	---------------------------------

---

Arbeitsergebnisse bewerten	diese Kompetenz wird vermittelt
----------------------------	---------------------------------

---

Komplexe technische Aufgaben im Team bearbeiten	diese Kompetenz wird vermittelt
---	---------------------------------

---

Sprachliche und interkulturelle Fähigkeiten anwenden	diese Kompetenz wird vermittelt
--	---------------------------------

---

## – Vorlesung

**Typ**

Vorlesung

**Separate Prüfung**

Nein

## Exemplarische inhaltliche Operationalisierung

### Operationalisierung von Vorlesungen

- Verschiedene Typen von Lasern, ihr Aufbau und ihre charakteristischen Eigenschaften
- Gaslaser, Flüssigkeitslaser (Farbstofflaser), Festkörperlaser, Diodenlaser
- Faserlaser, Stablaser, Scheibenlaser
- cw-Laser, Puls laser, Kurzpuls laser und Ultrakurpuls laser
- IR, VIS und UV Laser
- CO<sub>2</sub> Laser, Nd:YAG Laser, frquenzverdoppelte ND:YAG Laser, Argon-Laser, verschiedene Excimer Laser, Titan:Saphir Laser, verschiedene Diodenlasern und Pumplaser-Dioden

- verschiedene Eigenschaften von Laserstrahlung
- laterale Moden
- axiale Moden
- Beugungsmaßzahl, Strahlqualität und Strahlparameterprodukt
- Beugungs- und Abbildungsverhalten

- verschiedene Aspekte der Materialbearbeitung
- Tempern, Härten, Schmelzen, Löten, Schweißen, Bohren, Verdampfen, Sublimieren, Coulomb-Explosion-

- Gängige Einsatzfelder von Lasern in der Industrie

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
- Physik der Laserlicht-Material Wechselwirkung
- Beugungstheorie

Im Detail sollen folgende Fertigkeiten vermittelt werden:

- Erforderliche Wellenlänge, Pulseigenschaften, Leistung, Strahlqualität, Spotgröße für einen Anwendungsfall bestimmen können
- Durchgang von Laserstrahlung durch Optiken mit Strahltransfermatrizen berechnen können

Oberstes Kompetenzniveau ist die Expertise:

- bei einem konkreten Anwendungsszenario beurteilen, ob Einsatz von Lasern möglich und wirtschaftlich ist
- Im Falle einer gewünschten Laserlösung für ein Problem, Systemkomponenten auswählen können, Aufbauten konzeptionieren können, Lösungen Dritter analysieren und bewerten können,

### Operationalisierung von Präsenzübungen

- Berechnung von Pulsspitzenleistung, mittlerer Leistung, Intensität, Lichtdruck und Feldstärke eines Femtosekundenlasers bei Angabe von Pulsenergie, Pulsdauer und Repetitionsrate. Abschätzung ob bei der Materialbearbeitung mit diesem Laser Röntgenstrahlung entsteht.
- Berechnung der Anzahl axialer Moden eines Lasers bei bekannten Resonatordaten und der Verstärkungsbandbreite des Mediums
- Berechnung der Fokuslage eines Gaußschen Strahls bei bekannter Rayleighlänge und gegebener Brennweite und Taillenlage
- Berechnung eines Etalons zur Einengung der Emissionsbandbreite, um der Kohärenzanforderung eines holografischen Aufbaus zu genügen

## – Praktikum

<b>Typ</b>	Praktikum
<b>Separate Prüfung</b>	Ja
<b>Exemplarische inhaltliche Operationalisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Laser aufbauen, justieren und zünden.</li><li>- Transversale Moden messen und Strahlqualität sowie Beugungsmaßzahl berechnen</li><li>- Axiale Moden messen. Bestimmung des freien Spektralbereichs, der spektralen Breite einer Mode, der Verstärkungsbandbreite eines Lasers, dessen Kohärenzlänge</li><li>- Diodengepumpte Festkörperlaser aufbauen</li><li>- Einheit zur Frequenzverdopplung aufbauen und in Betrieb nehmen</li></ul>

### Separate Prüfung

<b>Benotet</b>	Nein
<b>Frequenz</b>	undefined
<b>Voraussetzung für Teilnahme an Modulprüfung</b>	Ja
<b>Konzept</b>	<p>Kenntnisse:</p> <p>Vor Antritt des Praktikums sind zu Hause ausgearbeitete Aufgaben vorzulegen. Die Grundideen zum Versuch werden vor dessen Durchführung im Gespräch erfragt.</p> <p>Fertigkeiten:</p> <p>Die Strategie den Laser zu justieren oder den optischen Aufbau zu errichten und zu justieren muss erläutert werden und wird in der Folge auch begleitet.</p> <p>Das Versuchsprotokoll wird überprüft auf sprachliche Fähigkeiten, insbesondere Wissenschaftlichkeit und Präzision im Ausdruck und Verständnis der Sachzusammenhänge.</p> <p>Methoden :</p> <p>Die Auswertungen, vor allem die geforderten Interpretationen der Ergebnisse, erfordern immer ein gewisses Maß an Methodenkompetenz und können so überprüft werden.</p>