

# Lehrveranstaltungshandbuch TO

Technische Optik

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

## – Allgemeine Informationen

**Langname** Technische Optik

**Anerkennende LModule** TO\_BaET, TO\_BaOPT

**Verantwortlich** Prof. Dr. Stefan Altmeyer  
Professor Fakultät IME

**Gültig ab** Sommersemester 2022

**Niveau** Bachelor

**Semester im Jahr** Sommersemester

**Dauer** Semester

**Stunden im Selbststudium** 78

**ECTS** 5

**Dozenten** Prof. Dr. Stefan Altmeyer  
Professor Fakultät IME

**Voraussetzungen** Mathematik:  
Differentialrechnung  
Integralrechnung

Physik / Optik:  
Grundkenntnisse  
geometrische Optik  
Grundkenntnisse  
Wellenoptik

**Unterrichtssprache** deutsch

**separate Abschlussprüfung** Ja

## Literatur

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

Hecht: Optik (Oldenbourg)

## Abschlussprüfung

## Details

Regelfall ist die Klausur.

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. Das sind beispielsweise die Vorzeichenkonvention, die Form der Abbildungsgleichung bei unterschiedlichen Lichtrichtungen, die Definition des Hauptstrahles oder die normgerechte Kennzeichnung von Optik-Komponenten.

Auf nächster Kompetenzstufe werden Fertigkeiten geprüft. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Skizzen von optischen Strahlengängen gezeichnet werden müssen, wobei die qualitativ richtige Lage von funktionalen Ebenen wichtig ist. Weiterhin können Berechnungen durchgeführt werden, z.B. zum Auflösungsvermögen optischer Systeme, der Bildhebung bei Systemen mit verschiedenen Brechzahlen oder Gesamtbrennweite mehrlinsiger Systeme.

Die höchste prüfbare Kompetenzstufe betrifft die Methodenkompetenz. Deren Ausprägung kann überprüft werden, indem ein Anwendungsfall geschildert wird:

Aufgaben können sein, ein Mikroskop mit eigener Lichtquelle auszulegen zu lassen, wobei entweder einige Zielparameter oder Basiskomponenten als gegeben angesehen werden. In einer geführten Diskussion - oder geführten Rechnung im Falle einer Klausur - kann dabei sehr genau festgestellt werden, ob die zugrundeliegenden Prinzipien sicher und proaktiv angewandt werden, ob Querschlüsse gezogen werden können und ob in einer Zusammenschau mit hinreichendem Überblick gedacht und agiert wird.

---

**Mindeststandard**

Mindestens 50 % der Fragen richtig beantwortet

---

**Prüfungstyp**

Klausur

## – Vorlesung

### Lernziele

**Zieltyp**

**Beschreibung**

---

### Besondere Voraussetzungen

keine

**Begleitmaterial**

Skript als  
herunterladbare Datei

---

**Separate Prüfung**

Nein

Kenntnisse

Vergrößerung  
Abbildungsmaßstab  
Winkelvergrößerung  
Lupenvergrößerung  
Axiale Vergrößerung

Kardinalen und Punkte  
Knotenpunkte und Brennpunkte in  
optischen Systemen, die  
unsymmetrisch in der Brechzahl  
sind  
Gezielte Verlagerung von  
Hauptebenen  
Teleobjektiv  
Objektiv zur Laser  
Materialbearbeitung

Mehrlinsige optische Systeme  
Analytische Berechnung eines  
Zweilinsers  
Fokusglied einer Kamera  
Vorsatzlinsen für Makroaufnahmen  
Berechnung durch wiederholte  
Zusammenfassung von Zweilinsern

Bildhebung  
Fotografie unter Wasser  
Mikroskopie Spezialobjektive zur  
Verwendung mit Deckglas  
Abbildungsfehler planparalleler  
Glasplatten

Fermatsches Prinzip  
Herleitung des Brechungsgesetzes  
Erklärung der Wirkungsweise einer  
Linse  
Herleitung des Sinussatzes

Apertur und Blendenzahl  
Apertur  
einer Glasfaser  
eines abbildenden optischen  
Systems  
Blendenzahl  
gravierte Blende  
effektive Blende  
Zusammenhang von Apertur und  
(effektiver) Blendenzahl  
Gegenstandsseitige und bildseitige  
Aperturen und Blendenzahlen  
Bildhelligkeit und Belichtungszeit

Beugung an der Kreisblende  
mathematische Beschreibung  
Auflösungskriterien  
Rayleigh Kriterium  
Sparrow Kriterium  
Größe des Airy-Scheibchens  
Kleinster auflösbarer Abstand  
im Gegenstand und im Bild  
ausgedrückt in Blendenzahlen und  
in Aperturen

Förderliche Vergrößerung und  
leere Vergrößerung  
Anwendungsbeispiele: optische  
Lithographie, Mikroskop,  
CD/DVD/blu-ray pickup

Linsen  
abbildende Linsen: Glas- und  
Kunststoff Linsen  
Feldlinsen: Eignung von  
Fresnellinsen, Staubfreiheit

körperliche Blenden und deren  
Bilder  
Aperturblenden und Feldblenden  
Pupillen und Luken  
Hauptstrahlen  
Komplementäre Rolle der Blenden  
in Beleuchtungs- und  
Abbildungsstrahlengängen  
Konstruktionsprinzipien von  
optischen Geräten mit eigener  
Lichtquelle. Bsp:  
Overheadprojektor, Beamer,  
Mikroskop

Mikroskope  
einstufig und zweistufig  
mit und ohne Feldlinse  
Auflicht und Durchlicht  
Köhlersche Beleuchtung  
Verflochtene Strahlengänge

Falls im Semester genug Zeit ist:

Abbesche Theorie der  
Bildentstehung  
Zerlegung eines Gegenstandes in  
Gitter (Fourier Zerlegung)  
Beugungsordnungen: Anzahl und  
relative Phasenlage  
Grenzauflösung  
Kontrast  
off-axis Beleuchtung  
Realisierung  
Auflösungssteigerung  
Kontrastminderung  
Konstruktionsprinzip einer  
Lithografieanlage

---

Fertigkeiten

Mehrlinsige Optische Systeme analysieren, deren Grundeigenschaften paraxial berechnen

Konstruktionsprinzip zur Verlagerung von Hauptebenen anwenden

Aperturen und Blendenzahlen gegenstands- und bildseitig ineinander umrechnen

Gegenstands- und bildseitiges Auflösungsvermögen optischer Geräte berechnen

Bildhebungen berechnen können.

Auflösungsverminderung durch winkelabhängige Bildhebung an hoch geöffneten Systemen berechnen können.

Strahlengänge für optische Systeme mit eigener Beleuchtung entwerfen

Konstruktionsprinzipien verschiedener Mikroskope auf andere optische Geräte übertragen können

Kontraste für on- und off-axis Systeme berechnen

### Aufwand Präsenzlehre

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

## – Praktikum

### Lernziele

Zieltyp	Beschreibung
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aufbau und Justage eines astronomischen oder terrestrischen Fernrohrs.</li><li>- Bestimmung der Brennweite eines Objektivs nach Abbe, Bessel oder der Umschlagmethode.</li><li>- Bestimmung der Hauptebenen nach Abbe oder nach der Methode der Extrapolation des Abbildungsmaßstabes.</li><li>- Bestimmung der Grenzauflösung an einem Mikroskop nach Köhler.</li><li>- Quantitative Bestimmung der Bildhelligkeit an einem Mikroskop in Abhängigkeit von Abbildungsmaßstab und Apertur.</li><li>- Beobachtung von Objekt und Beugungsbild in einem Diffraktionsapparat. Gezielte Beeinflussung des Bildes durch Eingriff in die Fourier-Ebene, zum Beispiel räumliche Frequenzverdopplung.</li><li>- Wissenschaftlichen Bericht verfassen Aufgabenbestellung beschreiben Lösungsansatz darstellen Versuchsaufbau erläutern Verarbeitung der Messdaten darlegen Fehlerrechnung durchführen Ergebnis präsentieren und kritisch diskutieren</li></ul>

### 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.