

# Lehrveranstaltung

## LMK - Lichtmikroskopie

---

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

### ^ Allgemeine Informationen

<b>Langname</b>	Lichtmikroskopie
<b>Anerkennende LModule</b>	<a href="#">LMK_BaET</a> , <a href="#">LMK_BaET</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>	Mathematik: Vektorrechnung komplexe Zahlen  Physik / Optik: geometrische Optik 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 Mikroskop enthalten sind, der Auflicht- und Durchlicht Strahlengang in einem Mikroskop mit Köhler'scher Beleuchtung, der Einbauort von Ringblende und Phasenring in einem Zernike Phasenmikroskop oder der Grund für die Richtungssensitivität in einem Mikroskop mit Differentiellen Interferen Kontrast.

Auf nächster Kompetenzstufe werden Fertigkeiten geprüft. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die erforderlichen technischen Schlüsselparameter von Bauteilen in Mikroskopen berechnet werden, entweder auf der Basis von vorgegebenen Anwendungs-Spezifikationen oder auf der Basis von anderen, bereits verbauten Komponenten. Ebenso kann geprüft werden, ob die Einrichtung der Köhlerschen Beleuchtung begründet(!) in allen Schritten beschrieben werden kann.

Die höchste prüfbare Kompetenzstufe betrifft die Methodenkompetenz. Deren Ausprägung kann überprüft werden, indem ein Anwendungsfall geschildert wird: Eine Aufgabe könnte sein, den Krümmungsradius einer Linsenoberfläche mit einem Mikroskop zu bestimmen. Hier ist die Auswahl des richtigen Mikroskopes entscheidend und auch der Messvorgang und die Auswertung bedürfen einer gut entwickelten Methodenkompetenz. Eine weitere Aufgabe könnte sein, die Phasenverschiebung zwischen zwei Objektstrukturen quantitativ auszumessen.

### **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 Mikroskop enthalten sind, der Auflicht- und Durchlicht Strahlengang in einem Mikroskop mit Köhler'scher Beleuchtung, der Einbauort von Ringblende und Phasenring in einem Zernike Phasenmikroskop oder der Grund für die Richtungssensitivität in einem Mikroskop mit Differentiellen Interferen Kontrast.

Auf nächster Kompetenzstufe werden Fertigkeiten geprüft. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die erforderlichen technischen Schlüsselparameter von Bauteilen in Mikroskopen berechnet werden, entweder auf der Basis von vorgegebenen Anwendungs-Spezifikationen oder auf der Basis von anderen, bereits verbauten Komponenten. Ebenso kann geprüft werden, ob die Einrichtung der Köhlerschen Beleuchtung begründet(!) in allen Schritten beschrieben werden kann.

Die höchste prüfbare Kompetenzstufe betrifft die Methodenkompetenz. Deren Ausprägung kann überprüft werden, indem ein Anwendungsfall geschildert wird: Eine Aufgabe könnte sein, den Krümmungsradius einer Linsenoberfläche mit einem Mikroskop zu bestimmen. Hier ist die Auswahl des richtigen Mikroskopes entscheidend und auch der Messvorgang und die Auswertung bedürfen einer gut entwickelten Methodenkompetenz. Eine weitere Aufgabe könnte sein, die Phasenverschiebung zwischen zwei Objektstrukturen quantitativ auszumessen.

## ^ Vorlesung

### **Lernziele**

---

#### **Kenntnisse**

Schärfentiefe

geometrisch-optische, gegenstandsseitig

Nah- und Fernpunkt

hyperfokale Distanz

wellenenoptische, bildseitig

Amplituden- und Phasenobjekte

Lambert-Beersches Gesetz

Optische Dichte

Phase, Brechzahl und optischer Weg

Abbe'sche Theorie der Bildentstehung

Relative Phasenlage der Beugungsordnungen

bei Amplitudenobjekten

bei Phasenobjekten

Phasenmikroskop

mit Phasenplättchen

Lage und Größe der nullten Beugungsordnung

räumliche Kohärenz

Beugungsartefakte

nach Zernike

Lage und Größe der nullten Beugungsordnung

räumliche Inkohärenz

Babinet'sches Prinzip

Beugungsartefakte

Kontrastfunktion

Dämpfung im Phasenring

Kohärenz

Sichtbarkeit von Interferenz

zeitliche Kohärenz

Länge von Wellenpaketen

spektrale Zusammensetzung von Wellenpaketen

Zeitversatz beim Eintreffen von Amplituden-geteilten Wellenpaketen

zeitlicher schneller Wechsel von Interferenzmustern

Kohärenzzeit

räumliche Kohärenz

ortsgeteilte Wellenpakete

Phasenverschiebung zwischen ortsgeteilten Wellenpaketen in Abhängigkeit von

der Quellpunktlage

räumliche Überlagerung von Interferenzmustern

räumliche Kohärenzlänge

Interferometer

Michelson

Kompensationsplatte

zweites Interferenzbild

Mach-Zehnder

Phasensprünge bei Reflexion

Komplementarität der Interferenzbilder

Kontrast bei ungleicher Teilung

Eindeutigkeit von Interferenzmustern

Weißlichtinterferometer

Interferenzfarben und Kontrastfunktion

Interferenzmikroskop

nach Linnik

abgegliche Objektiv

nach Michelson

Objektiv mit großem Arbeitsabstand

nach Mirau

Schwarzschild Optiken

Differentieller Interferenzkontrast  
Doppelbrechung  
Modifikation des Huygen'schen Prinzips  
Indikatrix  
Wollaston-, Nomarski- und Smith Prismen  
Aufspaltung unter der Auflösungsgrenze  
Interferenzfarben  
Basisgangunterschied und Lambda Platte  
Kohärenzbedingungen im DIC  
zeitlich  
räumlich  
Polarisation  
Transmissions-Interferenzmikroskope  
Leitz'sches Mach-Zehnder Interferenzmikroskop  
Interphako Mikroskop

---

## Fertigkeiten

Schärfentiefen berechnen

optische Dichten, Dynamik von Bildern und Absorptionskoeffizienten ineinander umrechnen

Phasensprünge an Grenzflächen bestimmen

Lage und Größen von Phasenringen und Ringblenden in Zernike Phasenmikroskopen berechnen

Stärke von Beugungsordnungen berechnen und daraus Kontraste ermitteln

zeitliche Kohärenz aus spektraler Bandbreite in Wellenlängen und Frequenzen abschätzen

räumliche Kohärenz aus Quellgröße und Entfernung abschätzen

Strahlengänge von den verschiedenen Interferenzmikroskopen zeichnen und erläutern

Bei den verschiedenen Interferenzmikroskopen die Kohärenzanforderungen berechnen

Aus Interferogrammen Geometrien berechnen

Farben bei Weißlichtinterferenz vorhersagen

Konstruktionsprinzipien verschiedener Mikroskope erläutern und miteinander vergleichen

## Aufwand Präsenzlehre

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

# Separate Prüfung

keine

## ^ Praktikum

### Lernziele

---

#### Fertigkeiten

Köhlersche Beleuchtung einstellen

Längen- und Winkelabgleich in Interferometern durchführen

Objekte für die Mikroskopie präparieren

Mikroskope aufbauen und justieren und bedienen, insbesondere

Hellfeld

Dunkelfeld

Auflicht

Durchlicht

Zernike Phasenkontrast

Linnik Interferenzkontrast

Differentieller Interferenzkontrast

bei gegebenem Objekt geeignetes Mikroskopisches Verfahren auswählen

Optische Artefakte sicher erkennen und von Bildstrukturen unterscheiden

Bildqualität beurteilen

Quantitative Analysen mit Mikroskopen durchführen, insbesondere

Längen

Höhen

Oberflächentopografien

an einem Bild erkennen, welches mikroskopische Verfahren benutzt wurde

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.