



Studiengang

Photonik

Master of Engineering

Modulhandbuch



Stand vom September 2025

Für das Studienjahr 25/26

Studiengangssteckbrief	4
<i>Photonik - Matrix - Vollzeit</i>	5
<i>Photonik - Matrix - Teilzeit</i>	7
1. Semester	9
<i>Pflichtmodule</i>	9
Mathematische Methoden (MAM)	9
Messtechnik und Instrumentierung (MTI)	12
Mikrotechnologien (MIT)	15
Struktur der Materie (SDM)	18
Technische Optik 1 (TOP1)	21
Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)	25
2. Semester	28
<i>Pflichtmodule</i>	28
Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)	28
Lasertechnik (LTE)	31
Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)	34
Technische Optik 2 (TOP2)	38
<i>Wahlpflichtmodule - Importiert WP (5.0 CP)</i>	42
Wahlpflichtmodul 1 (WP1)	42
3. Semester	47
<i>Pflichtmodule</i>	47
Angewandte Photonik (AGP)	47
Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)	51
Lasermaterialbearbeitung (LMB)	54
Management (MGT)	57
Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)	61
<i>Wahlpflichtmodule - Importiert WP (4.0 CP)</i>	65

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)

65

4. Semester

70

Pflichtmodule

70

Masterarbeit

70

Studiengangssteckbrief



Der viersemestrige Masterstudiengang Photonik (Photonics) ist ein gemeinsamer Studiengang der Technischen Hochschule Wildau und der Technischen Hochschule Brandenburg. Dieser Studiengang wurde bis 2005 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als postgradualer Studiengang gefördert. Das akkreditierte Angebot auf dem Gebiet der Optischen Technologien schließt mit dem international anerkannten Titel „Master of Engineering“ (M.Eng.) ab.

Der Masterstudiengang ist als konsekutiver Studiengang konzipiert und soll den Hochschulabsolventen mit einer traditionellen ingenieur- und naturwissenschaftlichen Ausbildung die fachübergreifende Arbeit mit optischen Technologien vermitteln. Das Studienangebot soll helfen, die Nachfrage nach qualifizierten Mitarbeitern in den optischen Technologien zu befriedigen. Unterstützung erfährt das Konzept des Studienganges vom regionalen Kompetenznetz für Optische Technologien (Optec-Berlin-Brandenburg e.V. - OptecBB e.V.), in dem sich Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen der Region mit dem Ziel zusammengeschlossen haben, Forschung, Wissenschaft, Entwicklung und Ausbildung auf dem Gebiet der Optischen Technologien / Photonik zu fördern.

Die beteiligten Hochschulen bieten speziell auf den Masterabschluss zugeschnittene Veranstaltungen aus ihrem jeweiligen Spektrum von Lehrveranstaltungen an, welche in Form von Modulen vermittelt werden. Die Immatrikulation der Studierenden erfolgt an der TH Wildau. Während des Studiums besuchen sie Vorlesungen und Praktika der TH Wildau und der TH Brandenburg. Um das Angebot so aktuell wie möglich zu halten, arbeiten neben den Professoren der Hochschulen auch qualifizierte Fachleute anderer Hochschulen, aus der Industrie und regionalen Forschungsinstituten als Dozenten im Masterstudiengang Photonik mit.

Der Lernerfolg wird durch entsprechende Modulprüfungen erfasst. Die Note eines Moduls ergibt sich entsprechend dem Modulhandbuch entweder direkt als Note einer gemeinsamen Modulprüfung zu den Lehrgebieten des Moduls oder als gewichtetes Mittel der Prüfungsnoten der einzelnen Lehrgebiete des Moduls. Die Wichtung der Lehrgebiete zur Ermittlung der Modulnote wird als Quotient aus den ECTS-Punkten (CP) des Lehrgebietes geteilt durch die ECTS-Punkte des Moduls berechnet. Modulprüfungen (FMP) finden während der Prüfungszeit nach Abschluss der Lehrveranstaltungen eines Semesters und studienbegleitende Prüfungen (SMP) finden außerhalb der Prüfungszeit statt. Es können auch Prüfungen als Kombination beider Prüfungsformen durchgeführt werden (KMP).

Photonik - Matrix - Vollzeit

Modulname	PA	Sem.	CP	V	Ü	L	P	S	Ges.
-----------	----	------	----	---	---	---	---	---	------

Importiert P - Pflicht

Mathematische Methoden (MAM)	FMP	1	5	3	1	0	0	0	4
Messtechnik und Instrumentierung (MTI)	KMP	1	5	2	0	2	0	0	4
Mikrotechnologien (MIT)	KMP	1	7	4	0	2	0	0	6
Struktur der Materie (SDM)	FMP	1	4	4	0	0	0	0	4
Technische Optik 1 (TOP1)	KMP	1	5	3	0	1	0	0	4
Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)	FMP	1	4	4	0	0	0	0	4
Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)	SMP	2	5	0	0	0	4	0	4
Lasertechnik (LTE)	KMP	2	5	3	0	1	0	0	4
Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)	KMP	2	7	4	0	2	0	0	6
Technische Optik 2 (TOP2)	FMP	2	8	8	0	0	0	0	8
Angewandte Photonik (AGP)	FMP	3	6	6	0	0	0	0	6
Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)	SMP	3	5	0	0	0	4	0	4
Lasermaterialbearbeitung (LMB)	KMP	3	6	3	0	2	0	0	5
Management (MGT)	SMP	3	4	4	0	0	0	0	4
Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)	KMP	3	5	3	1	0	0	0	4
Masterarbeit	SMP	4	30	0	0	0	30	0	30

Importiert WP (5.0 CP) - Wahlpflicht

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)	KMP	2	5	3	0	1	0	0	4
--------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Importiert WP (4.0 CP) - Wahlpflicht

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)	SMP	3	4	2	0	2	0	0	4
--------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Weitere Studienleistungen

Photonik - Matrix - Vollzeit

Summe der Semesterwochenstunden				56	2	13	38	0	109
Summe der zu erreichende CP aus WPM			9						
Summe der CP aus PM			111						
Summe weitere Studienleistungen			0						
Gesamtsumme CP			120						

V - Vorlesung

PA - Prüfungsart

SPM - Spezialisierungsmodule

Ü - Übung

CP - Credit Points

SMP - Studienbegleitende Modulprüfung

L - Labor

PM - Pflichtmodule

KMP - Kombinierte Modulprüfung

P - Projekt

WPM - Wahlpflichtmodule

FMP - Feste Modulprüfung

* - Dieses Wahlpflichtfach steht in verschiedenen Semestern zur Verfügung

Photonik - Matrix - Teilzeit

Modulname	PA	Sem.	CP	V	Ü	L	P	S	Ges.
-----------	----	------	----	---	---	---	---	---	------

Importiert P - Pflicht

Mathematische Methoden (MAM)	FMP	1	5	3	1	0	0	0	4
Messtechnik und Instrumentierung (MTI)	KMP	1	5	2	0	2	0	0	4
Mikrotechnologien (MIT)	KMP	3	7	4	0	2	0	0	6
Struktur der Materie (SDM)	FMP	1	4	4	0	0	0	0	4
Technische Optik 1 (TOP1)	KMP	3	5	3	0	1	0	0	4
Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)	FMP	3	4	4	0	0	0	0	4
Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)	SMP	2	5	0	0	0	4	0	4
Lasertechnik (LTE)	KMP	2	5	3	0	1	0	0	4
Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)	KMP	4	7	4	0	2	0	0	6
Technische Optik 2 (TOP2)	FMP	4	8	8	0	0	0	0	8
Angewandte Photonik (AGP)	FMP	7	6	6	0	0	0	0	6
Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)	SMP	7	5	0	0	0	4	0	4
Lasermaterialbearbeitung (LMB)	KMP	5	6	3	0	2	0	0	5
Management (MGT)	SMP	7	4	4	0	0	0	0	4
Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)	KMP	5	5	3	1	0	0	0	4
Masterarbeit	SMP	8	30	0	0	0	30	0	30

Importiert WP (5.0 CP) - Wahlpflicht

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)	KMP	2	5	3	0	1	0	0	4
--------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Importiert WP (4.0 CP) - Wahlpflicht

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)	SMP	5	4	2	0	2	0	0	4
--------------------------	-----	---	---	---	---	---	---	---	---

Weitere Studienleistungen

Photonik - Matrix - Teilzeit

Summe der Semesterwochenstunden				56	2	13	38	0	109
Summe der zu erreichende CP aus WPM			9						
Summe der CP aus PM			111						
Summe weitere Studienleistungen			0						
Gesamtsumme CP			120						

V - Vorlesung

PA - Prüfungsart

SPM - Spezialisierungsmodule

Ü - Übung

CP - Credit Points

SMP - Studienbegleitende Modulprüfung

L - Labor

PM - Pflichtmodule

KMP - Kombinierte Modulprüfung

P - Projekt

WPM - Wahlpflichtmodule

FMP - Feste Modulprüfung

* - Dieses Wahlpflichtfach steht in verschiedenen Semestern zur Verfügung

Mathematische Methoden (MAM)

Modulname Mathematische Methoden (MAM)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Kirsten Harth		
Stand vom 2025-09-12	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 1 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 1 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlegende Kenntnisse der Mathematik auf Bachelor-Niveau Kenntnisse der linearen Algebra und Vektorrechnung, Lösen von einfachen gewöhnlichen Differenzialgleichungen erster und zweiter Ordnung.
Besondere Regelungen Zugeordnete Lehrveranstaltungen: Vektoranalysis (VAN) 1/1/0/0, Partielle Differentialgleichungen (PDG) 2/0/0/0 Lehrort: TH Brandenburg

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 88,5 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 1,5 Std.	Summe 150 Std.

Mathematische Methoden (MAM)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden sind vertraut mit der Differentialrechnung von Funktionen mehrerer Variablen, können Beispiele nennen und kennen charakteristische Begriffe und Berechnungsgrößen.
- Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis von skalaren Feldern und Vektorfeldern so-wie charakteristischer Berechnungsgrößen und können diese auch in Zylinder- und Kugelkoordinaten beschreiben und kennen die entsprechenden Koordinatentransformationen und deren Herleitungen.
- Die Studierenden kennen Berechnungsmethoden und theoretische Grundlagen für Integrale von Funktionen mehrerer Variablen, für Kurven- und Oberflächenintegrale sowie deren Zusammenhang über Integralsätze.
- Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die Klassifikation von partiellen Differenzialgleichungen sowie grundlegende Lösungsmethoden. Sie besitzen erste Grundkenntnisse der mathematischen Grundlagen der Methode der finiten Elemente (FEM).

Fertigkeiten

- Die Studierenden können Kurven (um-)parametrisieren, Kurven- und Oberflächenintegrale berechnen und die Ergebnisse bewerten.
- Die Studierenden können Gradienten skalarer Felder, sowie Divergenz und Rotation von Vektorfeldern ermitteln und mit den Resultaten physikalische Problemstellungen beurteilen.
- Die Studierenden können Integrale von Funktionen mehrerer Variablen berechnen, inklusive der Transformationsformel.
- Die Studierenden kennen Parametrisierungen und können Weg- und Oberflächenintegrale skalarer Funktionen und Vektorfelder berechnen. Sie können wichtige Integralsätze (insbes. Gauss) anwenden und kennen die Verbindung zu physikalischen Problemstellungen.
- Sie sind befähigt, partielle Differenzialgleichungen zu klassifizieren und ausgewählte Partielle Differentialgleichungen mit grundlegenden Methoden selbstständig zu lösen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Aufgabenstellungen im Team zu lösen und zu diskutieren.
- Die Studierenden sind befähigt, mathematische Aufgabenstellungen in Vortragssituationen an der Tafel gemeinsam mit anderen zu bearbeiten und zu diskutieren.

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, die gefundenen Lösungen kritisch zu bewerten und fortgeschrittene Nachschlagewerke als Hilfe zur Lösung eigenständig einzusetzen.

Mathematische Methoden (MAM)

Inhalt

1. Vektoranalysis:
Vektorfunktionen einer reellen Variablen, skalare Felder und Vektorfelder und deren Darstellungen in Zylinder- und Kugelkoordinaten, Gradient eines skalaren Feldes, Kurvenintegrale und Oberflächenintegrale, Divergenz und Rotation eines Vektorfeldes, Integralsätze nach Gauß und Stokes
2. Partielle Differenzialgleichungen:
Klassifikation partieller Differenzialgleichungen 2. Ordnung, spezielle physikalisch relevante partielle DGL, grundlegende Lösungsmethoden: Separation, Charakteristikenmethode, Beispielprobleme, Green'sche Funktion, essentielle mathematische Grundlagen der Methode der finiten Elemente

Pflichtliteratur

- Bronštejn, I., Semendjaev, K., Musiol, G. & Mühlig, H. (2016). Taschenbuch der Mathematik (10., überarbeitete Auflage). Haan-Gruiten : Verlag Europa-Lehrmittel.
- Scharf, R. (1992). Vektoranalysis für Ingenieurstudenten. Harri Deutsch.
- Springer Fachmedien Wiesbaden. (2016). Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium; Band 3: Vektoranalysis, Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik, Fehler- und Ausgleichsrechnung : mit 550 Abbildungen, zahlreichen Beispielen aus Naturwissenschaft und Technik sowie 295 Übungsaufgaben mit ausführlichen Lösungen (7., überarbeitete und erweiterte Auflage). Wiesbaden : Springer Vieweg.
- Perdigao do Carmo, M. (1998). Differentialgeometrie von Kurven und Flächen, 3. Aufl.. Vieweg Verlagsgesellschaft.
- Kay, D. (1988). Schaum's outline of theory and problems of tensor calculus. New York u.a. : McGraw-Hill.
- Burg, K. & Haf, H. (2009). Partielle Differentialgleichungen und funktionalanalytische Grundlagen (4., überarb. und erw. Aufl.). Wiesbaden : Vieweg + Teubner.
- T. Arens, F. Hettlich, C. Karpfinger, U. Kockelkorn, K. Lichtenegger, H. Stachel (2018). Mathematik. Springer (Heidelberg).

Literaturempfehlungen

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

Modulname Messtechnik und Instrumentierung (MTI)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Andreas Jechow		
Stand vom 2025-09-12	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 2 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 2 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlegende Kenntnisse in Experimentalphysik, Elektrotechnik und/oder Regelungstechnik auf Bachelor-Niveau. erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen Lehrveranstaltung: Vorlesung (Andreas Jechow, Tobias Piotrowski), Labor (Andreas Jechow, Tobias Piotrowski, Norbert Hoppe), Lehrort: TH Brandenburg

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 89,5 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 0,5 Std.	Summe 150 Std.

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der Messtechnik, die Erfassung und Darstellung von Messwerten, die Messmethoden, sowie Normale und Kalibrierung.
- Sie kennen und verstehen die Messunsicherheiten von Messergebnissen sowie deren Quantifizierung und können systematische und zufällige Fehler unterscheiden.
- Die Studierenden besitzen praxisorientierte Kenntnisse über die elektrische und physikalische Messtechnik.
- Sie kennen und verstehen den Unterschied zwischen Elementarsignalen und können diese in Standardsignale überführen.
- Die Studierenden besitzen praxisbezogene Kenntnisse über die Messung von nichtoptischen Parametern wie Temperatur, Druck, Füllstand und Durchfluss.
- Sie kennen und verstehen die wichtigsten Praktiken der Signalverarbeitung, der Identifikation und Beseitigung von Rausch- und Störquellen in Messsystemen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden können Messreihen numerisch auswerten und die Ergebnisse und Unsicherheiten visualisieren.
- Sie können Herstellerangaben zu Messgeräten und Sensoren bewerten und gezielt geeignete Systeme auswählen.
- Sie sind in der Lage, Rausch- und Störsignale in Messsystemen zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zu ihrer Minimierung durchzuführen.
- Die Studierenden können stark verrauschte Signale mittels geeigneter Techniken (z.B. Lock-In) erfolgreich messen.
- Die Studierenden können mögliche Lösungsansätze für komplexere Messaufgaben vergleichen und bewerten.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Aufgabenstellungen im Team zu diskutieren und zu lösen
- Sie sind in der Lage, in international besetzten Forschungsteams zu arbeiten.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, die zur Konzeption eines Messsystems notwendigen Informationen eigenverantwortlich zu beschaffen (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, etc.)
- Die Studierenden sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren und geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

Inhalt

1. Vorlesung:

- a) Grundlagen Messtechnik: Messmethoden, Messkette, Messumformer, Messsysteme statisch und dynamisch, Kennlinien, Standardsignale, SI Einheiten, Normale, Rückführbarkeit, Kalibrierung
- b) Messunsicherheiten: Angabe von Messunsicherheiten, Vertrauensintervalle, Richtigkeit und Präzision, korrekte Interpretation von Gerätedaten, Bestimmung von Messunsicherheiten nach GUM, Fortpflanzung von Messunsicherheiten, systematische und zufällige Messfehler, Auswertung von Messreihen, Ichikawa Diagramm
- c) Elektrische und physikalische Messtechnik
- d) Temperaturmessung: Temperaturskalen, Fixpunkte, Übersicht Temperatursensoren, Thermoelemente, Metallwiderstandsthermometer, Messbrücke, Halbleiterwiderstandsthermometer, NTC, PTC
- e) Druckmessung: Grundprinzip, Grundlegende Methodik, physikalische Prinzipien: resistiv, kapazitiv, piezoelektrisch, induktiv, mechanisch, Ausführungen: Rohrfederanometer, Dehnungsmessstreifen, Messbrücken, Auswahlkriterien, Fachbegriffe
- f) Füllstandsmessung: Grundprinzip, Grundlegende Methodik, physikalische Prinzipien: kommunizierende Röhren, kapazitiv, optisch, thermisch, Laufzeit
- g) Durchflussmessung: Grundprinzip, Grundlegende Methodik, physikalische Prinzipien: Wirkdruck, Volumenzähler, Wirbelfrequenzverfahren
- h) Signalverarbeitung: Elementarsignale, Faltung, Korrelation, Fouriertransformation, Filter, Signalstörungen, Rauschen, Lock-in Technik, Dithering, Analog-Digital-Wandlung, Abtasttheorem, Aliasing-Effekt

2. Laborpraktikum:

Es werden Laborversuche zur elektrischen und physikalischen Messtechnik angeboten:

- Temperaturmessung
- Dehnungsmessstreifen
- LabView
- Elektrische Messtechnik
- Schnelle Signale
- Signale auf Leitungen

Pflichtliteratur

- Hoffmann, J. (2015). *Taschenbuch der Messtechnik*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co.
- Niebuhr, J. & Lindner G. (2011). *Physikalische Messtechnik mit Sensoren*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Literaturempfehlungen

Mikrotechnologien (MIT)

Modulname Mikrotechnologien (MIT)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. rer. nat. Carolin Schmitz-Antoniak		
Stand vom 2023-10-26	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 7

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 6	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 2 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 3	SWS 6	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 2 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlegende Kenntnisse in der Experimentalphysik auf Bachelor-Niveau Erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen Zugeordnete Lehrveranstaltungen: Oberflächentechnik (OFT) 2/0/0/0, Mikrotechnologien (MIT) 2/0/2/0

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 90,0 Std.	Selbststudium 117,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 3,0 Std.	Summe 210 Std.

Mikrotechnologien (MIT)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen von Funktion und Anwendung verschiedener Mikrostrukturen, deren Kenngrößen und Limitierungen.
- Die Studierenden können die Vor- und Nachteile verschiedener mikrotechnologischer Verfahren und deren Anwendungsfelder erklären.
- Die Studierenden haben die nötigen Kenntnisse über physikalisch-technische Grundlagen, um passende Analysemethoden für verschiedene Fragestellungen auszuwählen und die Ergebnisse zu interpretieren.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, praxisrelevante Aufgabenstellungen im Team zu diskutieren, zu lösen und hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit zu bewerten.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbständigen Anwendung ihres Basiswissens in diesen Lehrgebieten, insbesondere bei der Anwendung dünner Filme in der Optik, der Materialstrukturierung, der Mikrobearbeitung und der Integration von Mikrosystemen im Bereich der Photonik und der optischen Technologien.
- Die Studierenden sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren, zu bewerten und geeignete Lösungsansätze zu vorschlagen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Aussagen im Team zu bewerten und kollegial zu diskutieren
- Die Studierenden sind in der Lage, Technologien und Funktionen ökonomisch und umweltbewusst zu bewerten

Selbständigkeit

- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, selbständig geeignete Materialien bzw. Materialkombinationen sowie adäquate Verarbeitungsverfahren auszuwählen, zu testen und in Prozesse zu implementieren.
- Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig Lösungsansätze im Internet zu recherchieren und zu bewerten.

Mikrotechnologien (MIT)

Inhalt

1. Oberflächentechnik
 - 1.1 Herstellung von dünnen Schichten, Mikro- und Nanosystemen: Top-down- und Bottom-up-Methoden inkl. verschiedene Abscheidetechniken (PVD, CVD, VLS), Lithografie, Ätzen, nass-chemische Synthese; Wachstumsmodelle
 - 1.2 Moderne Methoden der Oberflächenanalytik: Beugung niederenergetischer Elektronen (LEED), Augerelektronen-Spektroskopie (AES), Photoelektronenspektroskopie (UPS, XPS, ARPES), Röntgenabsorptions-Spektroskopie (XAS, XMCD, XLD), Elektronenmikroskopie (TEM, SEM), Rasterkraft- und Magnetkraftmikroskopie (AFM, MFM), Rastertunnelmikroskopie (STM)
2. Mikrotechnologien
 - 2.1 Werkstoffe in der Mikrosystemtechnik: Herstellung und Eigenschaften von Silizium-Wafern, Verbindungshalbleitern und amorphen Materialien
 - 2.2 Fertigungstechnik: Reinraumtechnik, Waferbearbeitung, Chipmontage, Drahtbonden, Lötten
3. Anwendungsbeispiele aus Mikro- und Nanoelektronik, Sensorik, Medizintechnik, Photonik
4. Praktikum

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Globisch, S. (2011). *Lehrbuch Mikrotechnologie : für Ausbildung, Studium und Weiterbildung*. München : Hanser.
- Mertz, K. (2001). *Praxishandbuch moderne Beschichtungen : Advanced surface coatings*. München [u.a.] : Hanser.

Struktur der Materie (SDM)

Modulname Struktur der Materie (SDM)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Andreas Jechow		
Stand vom 2025-09-12	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 4

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundlegende Kenntnisse in Experimentalphysik, Werkstoffkunde o.ä. und Optik auf Bachelor-Niveau.
Besondere Regelungen Zugeordnete Lehrveranstaltungen: Festkörperphysik (FKP) 2/0/0/0 (Dr. Andreas Jechow), Atom- und Kernphysik (AKP) 2/0/0/0 (Prof. Dr. T. Kern), Lehrort: TH Brandenburg

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 59,5 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 0,5 Std.	Summe 120 Std.

Struktur der Materie (SDM)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden kennen die Struktur und den Aufbau der Atome, Moleküle und Festkörper und zu atomaren und molekularen Bindungen.
- Sie erwerben tiefgreifende Kenntnisse über Besonderheiten der Mikrophysik, die Unterschiede zur klassischen Physik, sowie über die Methoden der Quanten- Atom- und Kernphysik.
- Sie erwerben spezialisiertes Wissen über Zusammenhänge zwischen mikroskopischen (atomaren/molekularen) und makroskopischen optischen Eigenschaften kondensierter Materie.
- Die Studierenden kennen Atom- und Molekülspektren, sowie die elektronischen, dielektrischen und optischen Eigenschaften von Festkörpern, insbesondere von Halbleitern und Halbleiterbauelementen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Erkenntnisse der Atomphysik, Quantenphysik und Festkörperphysik für Anwendungen in der Photonik zu nutzen.
- Sie können Methoden der Mikrophysik auf Problemstellungen der Optik und Photonik anwenden.
- Die Studierenden sind befähigt, selbständig innovative Lösungsansätze im Bereich der Physik zum Einsatz von Materialien zur Erzielung spezieller physikalischer und optischer Eigenschaften zu entwickeln.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind befähigt, in Forschungs- und Entwicklungsgruppen in der Materialentwicklung mitzuarbeiten

Selbständigkeit

- Die Studierenden haben die Kompetenz strategische Entscheidungen von Forschungs-/ Entwicklungskonzepten zu beurteilen und die Leitung komplexer, neuartiger materialspezifischer Entwicklungsaufgaben zu übernehmen sowie sich eigenständig Wissen zu erschließen.

Struktur der Materie (SDM)

Inhalt

1. Festkörperphysik:
 - a) Grundlagen Festkörper: Gitter und Kristalle, reziprokes Gitter, Brillouin Zone, Elementarzelle
 - b) Strukturbestimmung: Bragg Bedingung, Neutronenbeugung, Röntgenbeugung
 - c) Bindung im Festkörper: ionisch, kovalent, metallisch, tight binding model
 - d) Gitterschwingungen: Phononen, akustisch, optisch, Kristallimpuls, Zustandsdichte
 - e) Thermische Eigenschaften: Wärmekapazität, Boltzmann, Einstein, Debye, Supraleitung
 - f) Elektronen im Festkörper: klassische Theorie freier Elektronen im Metall, Quantentheorie freier Elektronen im Festkörper (Fermi-Verteilung und Fermi-Niveau, Zustandsdichte), Quantentheorie gebundener und näherungsweise freier Elektronen im Festkörper (Bändermodell, effektive Masse, Bewegung des Elektrons im periodischen Potential, Elektronenwechselwirkung im Festkörper)
 - g) Halbleiter: Halbleitende Festkörper, Elektronen und Löcher, direkt, indirekt, Eigenhalbleiter, Ladungsträgerstatistik in Halbleitern, Kontaktphänomene (Metall-Metall, Metall-Halbleiter, Schottky Kontakt), pn-Übergang, Dioden
 - f) Lichterzeugung im Halbleiter: LED, Diodenlaser; optische Bauelemente, dielektrische und optische Eigenschaften von Festkörpern (Polarisation, Oszillatormodelle, Dispersion), Nanophotonik
2. Atom und Kernphysik:
 - a) Einführende Experimente: schwarzer Strahler, Loschmidt'sche Zahl, Linienspektren, Rydberg-Formel und Photoeffekt
 - b) Phänomene der Mikrophysik: Unterschiede zur klassischen Vorstellung, Quanteneffekte und Grundlagen der Quantenmechanik
 - c) Bohr'sche Postulate, Anwendung auf Kastenpotential, Oszillator und H-Atom: de-Broglie-Wellenlänge und Quantifizierung des Bahndrehimpulses
 - d) Schrödinger-Gleichung für einfache Systeme: Kastenpotential, harmonischer Oszillator, H-Atom, Quantenzahlen und deren Bedeutung
 - e) Struktur der Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip, He Atom, Hund'sche Regeln, atomare Bindung und Molekülspektren
 - f) Kernphysik: Kernenergie, Bindungsenergie, Bethe-Weizsäcker-Formel, Zerfallstypen, Zerfallsprozesse und Charakteristiken, Kernreaktionen: u.a. Fusion und Spaltung, Q-Wert

Pflichtliteratur

- Beiser, A. (2003). Concepts of modern physics. McGraw-Hill.
- DeMille D. & Budker D. (2008) Atomic Physics: An Exploration Through Problems and Solutions. Oxford University Press.
- Simon S. (2013). The Oxford Solid State Basics. Oxford University Press.
- Kittel, C. (2006). Introduction to Solid State Physics. De Gruyter
- Ibach H. & Lüth H. (2009) Solid-State Physics: An Introduction to Principles of Materials Science. Springer

Literaturempfehlungen

Technische Optik 1 (TOP1)

Modulname Technische Optik 1 (TOP1)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. rer. nat. Martin Regehly		
Stand vom 2025-09-12	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 1 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 3	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 1 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Optik auf Bachelor-Niveau Analytische Geometrie, Lösen einfacher Differentialgleichungen, Grundkenntnisse der Physik auf Bachelorniveau
Besondere Regelungen Lehrveranstaltung: Vorlesung: 3/0/0/0 (Prof. Dr. M. Regehly) Labor: 0/0/1/0 (Dr. M. Hofmann)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 87,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 3,0 Std.	Summe 150 Std.

Technische Optik 1 (TOP1)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden verfügen über vertiefte Kenntnisse der Technischen Optik und Photonik.
- Sie sind mit den Methoden der geometrischen Optik vertraut und verfügen über umfassende Kenntnisse über die Strahlausbreitung in optischen Systemen.
- Sie sind mit der Beschreibung optischer Phänomene mit Hilfe der Wellenoptik vertraut.
- Sie kennen die mathematischen Methoden zur Beschreibung elektromagnetischer Wellen und können diese zur Lösung optischer Fragestellungen anwenden.

Fertigkeiten

- Die Studierenden besitzen die notwendigen Fertigkeiten in der Verwendung von Methoden und Modellen der technischen Optik sowie deren Anwendung auf komplexe Systeme der technischen Optik.
- Sie verfügen über die Kompetenz, neuartige ingenieurtechnische Fragestellungen mit Mitteln und Methoden der technischen Optik selbstständig zu lösen und die Methoden und Komponenten weiterzuentwickeln.
- Sie besitzen Fähigkeiten zum Entwurf und der Realisierung von komplexen optischen Systemen für unterschiedliche Anwendungsbereiche in Wissenschaft und Technik

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, konstruktiv und effizient mit anderen im Labor zusammenzuarbeiten und Aufgabenstellungen im Team zu diskutieren und zu lösen.

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, die zum Aufbau optischer Messsysteme notwendigen Informationen gezielt zu beschaffen und auszuwerten (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, etc.)
- Sie sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren und geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.

Technische Optik 1 (TOP1)

Inhalt

1. Vorlesungsteil:

Wiederholung: Licht, Optik, elektromagnetische Strahlung und Spektrum, Welle-Teilchen Dualismus

Modelle der Optik, paraxiale & geometrische Optik, Wellenoptik, Maxwellsche Optik, Quantenoptik

Geometrische Optik: Fermatsches Prinzip, Reflexionsgesetz, paraxiale Näherung, sphärische und asphärische Spiegel, Brechungsgesetz, Abbildungsgleichungen, brechende Elemente und einfache optische Systeme, Matrixen Optik, Strahltransfermatrixen, zusammengesetzte Systeme, Hauptebenen

Abbildungsfehler- und Korrekturen: Schärfefehler, Lagefehler, Farbfehler

Maxwellsche Optik: Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene, Dipol- und sphärische Wellen, Gaußbündel, Poynting-Vektor, Energiedichte, Bestrahlungsstärke

Interferenz, Kohärenz, Fabry-Perot und Ringresonatoren, Beugung, Gitterspektrometer

Polarisation, Jones Formalismus, Polarisationszustände, polarisierende Komponenten

Fresnelsche Gleichungen, dielektrische Schichten

Lichtwellenleiter, Moden, Dispersionsrelation

Radiometrie- und Fotometrie: Strahlungseinheiten und Umrechnungen

Lichttechnik: Lichtquellen, Photodetektoren

2. Laborpraktikum:

es können ausgewählte Versuche zu folgenden Themen durchgeführt werden:

- Fresnelsche Gesetze der Reflexion
- Öffnungs- und Farbfehler
- Radio- und Photometrie
- Fabry Perot Resonator
- Depolarisation eines Laserstrahls in einer Glasfaser
- Aufbau eines Projektionsmikroskop
- Laser bzw. spektroskopische Ellipsometrie
- Foucault'sches Schneidenverfahren
- Holographie
- neu angeschaffte Versuche (LIDAR, ...)

Technische Optik 1 (TOP1)

Pflichtliteratur

- Regehly M., Folienskript zur Vorlesung, TH Wildau 2025

Literaturempfehlungen

- Haferkorn, H. (2002). *Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen*. Wiley-VCH.
- Bergmann, L. & Schaefer, C. (2010). *Lehrbuch der Experimentalphysik: Optik*. De Gruyter.
- Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : WILEY-VCH.
- Hecht E., *Optik*, De Gruyter, 2018
- Löffler Mang M., Naumann H., Schröder G., *Handbuch Bauelemente der Optik*, Hanser. 2020
- Pedrotti F. et al., *Optik für Ingenieure*, Springer, 2007
- Litfin G., *Technische Optik in der Praxis*, Springer, 2005
- Gerhard C., *Tutorium Optik*, Springer Spektrum, 2020
- Gross H., *Handbook of Optical Systems*, Wiley-VCH, 2008

Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)

Modulname Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. rer. nat. Martin Regehly		
Stand vom 2025-09-15	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 4

Art des Studiums Vollzeit	Semester 1	SWS 4	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 3	SWS 4	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau
Besondere Regelungen Zugeordnete Lehrveranstaltungen: Klassische Mechanik (KME) 2/0/0/0 (Prof. Dr. M. Regehly), Elektrodynamik (EDY) 2/0/0/0 (Prof. Dr. M. Krikunova)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 57,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 3,0 Std.	Summe 120 Std.

Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden besitzen fundierte Kenntnisse der klassischen Mechanik und Elektrodynamik und deren Anwendung.
- Sie sind mit der klassischen Mechanik in den Formulierungen nach Newton, Lagrange und Hamilton vertraut.
- Die Studierenden können die Entwicklung der theoretischen Elektrodynamik von den Anfängen bis zu den Maxwell-Gleichungen nachvollziehen.
- Sie sind in der Lage, die aus der Elektrotechnik bekannten Gesetzmäßigkeiten in den Kontext der theoretischen Physik einzuordnen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden besitzen die Fertigkeit zur Berechnung/Modellierung von Problemstellungen der Mechanik und Elektrodynamik.
- Sie können Methoden der Mechanik/Elektrodynamik auf Problemstellungen der Optik und Photonik anwenden.
- Insbesondere sind sie in der Lage, die Kenntnisse für neuartige, komplexe, anwendungs- und grundlagenorientierte Problemstellungen zielführend einzusetzen sowie Stärken, Schwächen und Grenzen der verschiedenen Formalismen theoretisch und praktisch zu berücksichtigen.
- Die Studierenden besitzen die Kompetenz, theoretische und praktische Problemstellungen detailliert zu analysieren, geeignete Methoden und Techniken der theoretischen Physik zu deren Beschreibung auszuwählen und ggf. sachbezogen weiterzuentwickeln.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden können mathematisch-physikalische Aufgabenstellungen in Vortragssituationen gemeinsam oder im Kontext von Forschungsprojekten mit anderen bearbeiten.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind befähigt, komplexe Aufgabenstellungen aus den Gebieten der klassischen Physik zu abstrahieren und selbständig geeignete Lösungsansätze zu entwickeln.

Theoretische Grundlagen der Photonik 1 (TGP1)

Inhalt

1. Newton-Mechanik:

Punktmechanik, Bewegungsvektoren, kartesische, natürliche, Polar, Zylinder- und Kugelkoordinaten, Koordinatentransformationen, Newtonsche Axiome, Inertialsystem, Bewegungsgleichungen, Erhaltungsgrößen, Raketengleichung, Bewegung im Zentralpotential, Kepler-Problem, Der starre Körper; Lagrange-Mechanik: Zwangsbedingungen, generalisierte Koordinaten, Zwangskräfte, d'Alembert'sches Prinzip, Euler-Lagrange-Gleichung; Hamilton-Mechanik: Legendre-Transformation, Übergang zur Hamiltonfunktion, kanonische Transformationen, Poisson-Klammer, Vielteilchenprobleme, Verbindung zu Statistik und Thermodynamik sowie zur Quantenmechanik

2. Elektrodynamik:

Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Feld, Potenzial, Feldenergie, Felder einfacher Ladungsverteilungen: Dipol, Multipolentwicklung, Kondensator, Poisson-Gleichung, Randwertprobleme, Dielektrika: Dielektrizitätskonstante, Suszeptibilität, Polarisierbarkeit, Spiegelladungen, Elektrischer Strom: Kontinuitätsgleichung, Ohmsches Gesetz, Joulesches Gesetz; Magnetostatik: Oerstedt'sches Gesetz, Biot-Savart-Gesetz, Magnetisches Feld, Vektorpotenzial, Elektromagnetische Induktion, Lorentz-Kraft, Einteilung magnetischer Stoffe; Maxwell-Theorie: Maxwell-Gleichungen der Elektrodynamik, elektromagnetische Wellen: Ausbreitung, Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz

Pflichtliteratur

- Regehly M., Skript Theoretische Physik „Klassische Mechanik“, TH Wildau 2025
- Krikunova M., VL-Skript Theoretische Physik „Elektrodynamik“, TH Wildau 2025

Literaturempfehlungen

- Nolting, W. (2013). *Grundkurs theoretische Physik; 1: Klassische Mechanik* (10., aktualisierte Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Fließbach, T. (2009). *Mechanik* (6. Aufl.). Heidelberg [u.a.] : Spektrum Akad. Verl.
- Santra R., Einführung in die Theoretische Physik, Springer Spektrum, 2019
- Goldstein, H., Poole, C. & Safko, J. (2006). *Klassische Mechanik* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : WILEY-VCH.
- Wolfgang Demtröder (2017), Experimentalphysik2, Elektrizität und Optik
- Paul A. Tipler, Gene Mosca (2024), Physik für Studierende der Naturwissenschaften und Technik, Springer Spektrum
- Fließbach, T. (2022). *Elektrodynamik : Lehrbuch zur Theoretischen Physik II* (7. Auflage). Berlin : Springer Spektrum.
- Matthias Bartelmann, Björn Feuerbacher, Timm Krüger, Dieter Lüst, Anton Rebhan, Andreas Wipf (2018), Theoretische Physik 2 – Elektrodynamik, Springer Spektrum

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)

Modulname Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr. rer. nat. Mandy Hofmann		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 4 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 4 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse Optik/Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 0,0 Std.	Projektarbeit 89,5 Std.	Prüfung 0,5 Std.	Summe 150 Std.

Lernziele
Kenntnisse/Wissen
– Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten über ein begrenztes Teilgebiet der Photonik und der Optischen Technologien durch weitgehend selbstständige Bearbeitung einer Projektaufgabe mit begrenztem Zeitbudget – Sie erlangen die Fähigkeit, eigenständig wissenschaftlich zu arbeiten, Fachliteratur passend zu ihrem F&E-Projekt zu finden, kritisch zu bewerten und für Ihre Zwecke einzusetzen
Fertigkeiten
– Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Texte und Dokumentationen zu erstellen und Projektergebnisse adäquat zu präsentieren.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)

- Sie besitzen die Fertigkeiten, praktische Grundlagen des Projektmanagements anzuwenden und eine adäquate Präsentation und Dokumentation von Projekten zu erstellen
- Sie erwerben die Fähigkeit und Fertigkeit einen Ablaufplan für ein F&E-Projekt, einschließlich Meilensteinen und Entscheidungspunkten zu erstellen und diesen in einem geeigneten Kontext umzusetzen.
- Sie erwerben die Fertigkeit, F&E-Projekte unter Einsatz gängiger Medien zu präsentieren.
- Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse eigener Arbeit als wissenschaftliche Veröffentlichung und in kurzen, zusammenfassenden Zwischenberichten zu präsentieren
- Sie sind in der Lage über ihre Arbeit im Rahmen von wissenschaftlichen Vorträgen und Kolloquien vor Fachpublikum zu berichten

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Lösungen optischer / photonischer Problemstellungen eigenständig oder im Team zu erarbeiten
- Sie sind befähigt in einem Team zu arbeiten und erweitern somit ihre Managementkompetenz

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind kompetent in der selbstständigen Erarbeitung von Lösungen ingenieurwissenschaftlicher und technischer Problemstellungen in der Grundlagen- und angewandten Forschung im Bereich der Photonik und der optischen Technologien
- Sie erlangen die Fähigkeit, eigenständig wissenschaftlich zu arbeiten, Fachliteratur passend zu ihrem F&E-Projekt zu finden, kritisch zu bewerten und für Ihre Zwecke einzusetzen.
- Die Studierenden erwerben Kompetenz in der selbstständigen Erarbeitung von Lösungen ingenieurtechnischer Problemstellungen in der Grundlagen- und angewandten Forschung im Bereich der Photonik und der optischen Technologien sowie im Projektmanagement.
- Sie erlangen durch die Bearbeitung einer spezifischen physikalischen Fragestellung sowie die Präsentation und Verteidigung der Ergebnisse Kompetenz zum Wissenschafts- und Zeitmanagement
- Die Studierenden sind in der Lage, die für die Bearbeitung und Lösung des Themas der Projektaufgabe notwendigen Informationen im Wesentlichen selbstständig und gezielt zu beschaffen (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, Patentschriften, etc.)

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)

Inhalt

1. Eine F&E-Aufgabe im Bereich Photonik (linearer, nichtlinearer Optik/Elektrooptik, optische Technologien) wird selbstständig bearbeitet. Die Aufgabe umfasst die Konzepterstellung und praktische Realisierung. Das F&E-Projekt kann an der eigenen Hochschule, an anderen Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen oder in der Industrie durchgeführt werden. Das F&E-Projekt erstreckt sich über das gesamte 2. Fachsemester;
Am Ende des 2. Fachsemesters sind ein Bericht und eine Abschlusspräsentation anzufertigen. Diese werden jeweils als gleichberechtigter Teil der studienbegleitenden Prüfung bewertet.
2. Der zweite Abschnitt FP2 kann die Fortsetzung der Arbeiten des F&E-Projekts FP1 aus dem 2. Fachsemester beinhalten. Das F&E-Projekt FP2 wird im 3. Semester der Regelstudienzeit absolviert und mit einer schriftlichen Arbeit sowie einer Abschlussverteidigung (Vortrag) abgeschlossen. Schriftliche Arbeit und Vortrag werden bewertet.

Pflichtliteratur

- Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : WILEY-VCH.
- Menzel, R. (2001). *Photonics : linear and nonlinear interactions of laser light and matter*. Berlin [u.a.] : Springer.

Literaturempfehlungen

Lasertechnik (LTE)

Modulname Lasertechnik (LTE)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Justus Eichstädt		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 1 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 1 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen Lehrveranstaltung: Vorlesung (Prof. Dr. Justus Eichstädt), Labor (Prof. Dr. Justus Eichstädt, Steffen Henke), Lehrort: TH Brandenburg

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 88,5 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 1,5 Std.	Summe 150 Std.

Lasertechnik (LTE)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden können sowohl den grundlegenden Aufbau wie auch die grundlegende Funktion von Lasern erklären.
- Die Studierenden verfügen über vertiefende Kenntnisse im Aufbau von Lasergeräten und in Laserarchitekturen.
- Die Studierenden können die wichtigsten Gefährdungen, Normen und Schutzmaßnahmen zum Thema Lasersicherheit aufzählen.
- Die Studierenden sind in der Lage die Beziehungen zwischen den Teilfachgebieten der Technischen Optik und der Lasertechnik zu reflektieren.
- Sie sind in der Lage das Gelernte zu einem Gesamtüberblick über das Thema Lasertechnik zusammenzuführen.

Fertigkeiten

- Sie können die Eigenschaften eines Lasergerätes analysieren und beurteilen.
- Sie können die grundlegenden Begriffe und Berechnungen der Lasertechnik anwenden
- Die Studierenden können unterschiedliche Lasersysteme in Ihrem Aufbau und Ihrer Funktion vergleichen.
- Die Studierenden können Lasersysteme für entsprechende Anwendungen anhand Ihrer Eigenschaften und Parameter auswählen.
- Die Studierenden können die Sicherheit eines Lasergerätes nach den entsprechenden Kriterien und Normen prüfen und kritisch bewerten.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, eine fachübergreifende Diskussion zu führen.

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, die zur Inbetriebnahme eines Lasersystems notwendigen Informationen eigenständig zu beschaffen.
- Sie sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren und selbstständig geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.

Lasertechnik (LTE)

Inhalt

1. - Entwicklung der Lasertechnik: Historie, Entwicklungsrichtungen, Einteilung, Industriell, Bedeutung
- Grundlegende Eigenschaften von Licht: Modelle, Parameter, Eigenschaften, Spektrum, Radiometrie;
- Licht Materie Wechselwirkung: Absorption und Emission, optische Verstärkung, Linienform, Linienbreite, Linienverbreiterung;
- Grundlegender Aufbau eines Lasers: Historie, Aufbau, Moden, Gaußstrahl, Eigenschaften, Parameter;
- Optische Bauelemente der Lasertechnik: Spiegel, Modulatoren, Isolatoren;
- Pulsbetrieb: Relaxationsoszillationen, Gain-switching, Q-switching, Cavity Dumping, Modenkopplung, Pulskompression;
- Frequenzmodifikation: Selektion, Umsetzung, Abstimmung;
- Realisierung ausgewählter Lasertypen: Festkörperlaser, Halbleiterlaser, Gaslaser, Farbstofflaser;
- Laserarchitekturen: Master-Oszillator-Power-Amplifier, Chirped Pulse Amplification
- Charakterisierung von Laserstrahlung: Leistung, Strahlprofil, Pulsdauer;
- Anwendungen der Lasertechnik: Kommunikationstechnik, Messtechnik, Fertigungstechnik, Medizintechnik, Wissenschaft, Gebrauchsgüter;
- Grundlagen der Lasersicherheit: Biologische Wirkung von Laserstrahlung, Gefährdungen durch Laserstrahlung, rechtliche Grundlagen, Laserklassen, Schutzmaßnahmen für Lasereinrichtungen, Laserschutzbeauftragter, Gefährdungsbeurteilung
- Analyse der technischen Dokumentation von Lasergeräten, Aufbau industrieller Lasersysteme in der Praxis, Charakterisierung von Laserstrahlung, Einrichtung und Inbetriebnahme von Lasern

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Eichler, H. & Eichler, J. (2015). *Laser : Bauformen, Strahlführung, Anwendungen* (8., aktualisierte u. überarb. Aufl. 2015). Berlin : Springer.
- Graf T. 2015. *Laser: Grundlagen der Laserstrahlerzeugung*. 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Koechner W. 2006. *Solid-State Laser Engineering*. 6. Aufl. New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- Nolte S, Schreppe F, Dausinger F. 2016. *Ultrashort Pulse Laser Technology: Laser Sources and Applications*. Switzerland: Springer Cham.
- Renk K. 2017. *Basics of Laser Physics: For Students of Science and Engineering*. 2. Ed. Berlin: Springer Verlag.
- Sigrist MW. 2018. *Laser: Theorie, Typen und Anwendungen*. 8. Aufl. Berlin: Springer Verlag.

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

Modulname Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Andreas Jechow		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 7

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 6	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 2 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 4	SWS 6	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 2 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen Zugeordnete Lehrveranstaltungen: Optische Messtechnik (OMT) 2/0/2/0 (Prof.Dr. A. Jechow), Bildgebende Verfahren (BGV) 2/0/0/0 (Prof. Dr. A. Jechow), Lehrort: TH Brandenburg

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 90,0 Std.	Selbststudium 119,5 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 0,5 Std.	Summe 210 Std.

Lernziele Kenntnisse/Wissen
– Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen optischer Messverfahren und die wichtigsten Anwendungsbereiche optischer Messverfahren. – Sie kennen und verstehen die wichtigsten optischen Messmethoden für geometrische Größen (Weg, Abstand, Winkel) sowie Schwingungs- und Geschwindigkeitsmessung. – Die Studierenden erwerben anwendungsorientierte Kenntnisse über Methoden zur optischen 3D Objekterfassung. – Sie kennen und verstehen die wichtigsten interferometrischen und Wellenfront-Messmethoden und deren gerätetechnischen Aufbau.

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

- Sie kennen und verstehen die Limitierung der Auflösung von optischen Systemen und Verfahren zur Unterschreitung des Beugungslimits.
- Die Studierenden erwerben das Wissen über den Aufbau und die Funktionsweise moderner Digitalkameras sowie verschiedener wissenschaftlicher Spezialkameras.
- Sie kennen und verstehen die wichtigsten Anwendungen von wissenschaftlichen Kameras.
- Sie kennen und verstehen die Funktionsweise der wichtigsten modernen medizinischen Bildgebungsverfahren.

Fertigkeiten

- Die Studierenden können relativ komplexe optische Messsysteme aufbauen und justieren.
- Sie können optische Messverfahren für spezifische Messaufgaben identifizieren, spezifizieren und anwenden.
- Die Studierenden kennen und verstehen die wichtigsten Messmethoden auf der Basis optischer Abbildung und können diese anwenden.
- Sie können bildgebende Verfahren für spezifische Aufgabenstellungen analysieren sowie geeignete Verfahren identifizieren und spezifizieren.
- Die Studierenden erwerben praktische Fähigkeiten beim Aufbau und der Anwendung von bildgebenden Messverfahren.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Aufgabenstellungen im Team gemeinsam zu diskutieren und geeignete Lösungsansätze zu finden.
- Sie erwerben grundlegende Managementkompetenzen durch die Bearbeitung der Laborpraktika in kleineren Gruppen und die damit verbundene Teilung von Aufgaben und notwendigen Abstimmungen.
- Die Studierenden können in international besetzten F&E-Teams erfolgreich mitarbeiten.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind selbständig in der Lage, die für die Lösung von optischen Messaufgaben notwendigen Informationen gezielt zu beschaffen (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, etc.)
- Sie sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren und geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten
- Die Studierenden sind in der Lage, eigene Messaufbauten und deren Messergebnisse kritisch zu hinterfragen und zu bewerten.

Inhalt

1. Optische Messtechnik:
 - a) Einführung in die theoretischen und gerätetechnischen Grundlagen der optischen Messtechnik: Radiometrie und Photometrie, Optische Detektoren: thermische Detektoren, Quantendetektoren, Grundlagen optischer Gerätetechnik: Komponenten und Systeme
 - b) Übersicht über optische Messmethoden

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

- c) Lasertriangulation: Grundprinzip, Scheimpflugbedingung, Auflösungsgrenze, beeinflussende Faktoren, Anwendung, mehrdimensionaler Ansatz
 - d) Linien- und Streifenprojektion: Grundprinzip, sequentiell, single shot, hybrid, Binär-, Phasen und Farbcodierung, structured light, Moiré Technik, industrielle Anwendung, weitere Anwendungen
 - e) Interferometrie: Grundlagen, Haidinger und Newton Ringe, Abstandsmessungen, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und Messgenauigkeit, Winkelmessung, Fizeau Interferometer, Twyman-Green-Interferometer, Michelson Interferometer, Sagnac Interferometer, Mach Zehnder Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Weißlichtinterferometer, Optische Kohärenztomografie, Anwendung in der Augenoptik, "Optical Shop Testing", Geschwindigkeitsmessung, Laser-Doppler-Anemometer
 - f) Wellenfrontsensoren: interferometrische Verfahren, Hartmann Sensor, Shack Hartmann Sensor, Zernike Polynome, Anwendungen in Industrie, Umwelt und Augenoptik
 - g) Lasermesstechnik und -spektroskopie: Laser-Absorptionsspektroskopie, Doppler-freie Absorptionsspektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie, Cavity Ring-down-spectroscopy, Raman-Verfahren, Laser induced breakdown spectroscopy (LIBS) für Stoffanalyse
 - h) weitere Methoden: 3D Laserscanning, LIDAR, simple optische Sensoren
2. Bildgebende Verfahren:
- a) Definition, Struktur und Ordnungsschemata bildgebender Verfahren
 - b) Theoretische und praktische Grundlagen der Bildverarbeitung: Bildentstehung, Computer Vision, Machine Vision
 - c) Auflösungsvermögen optisch bildgebender Verfahren: Beugungsbegrenzung, Fraunhofer Beugung, Airy Disk, Rayleigh Kriterium, Abbe Kriterium, Limitierung durch Abbildungsfehler, Systemcharakterisierung über Punktspreizfunktion (PSF), Modulationstransferfunktion (MTF), beugungsbegrenzte MTF
 - d) Optische Bildgebung:ameratechnik und praktische Anwendung, Objektive, Abbildungsfehler
 - e) Bildsensoren und wissenschaftliche Bildgebung mit CCD und CMOS Kameras: Photodiode, MOS Kondensator, CCD und CMOS Funktionsprinzip, Architekturen, Front- und Rückseitenbelichtung, Rauschprozesse, Dynamikbereich und SNR, Farbsensoren, Bayer Pattern und Alternativen, Electron-Multiplying CCD, Intensified CCDs, Wissenschaftliche CMOS Kameras (sCMOS), High Speed Kameras
 - f) Mikroskopie: Dunkelfeld, Hellfeld, Fluoreszenzmikroskopie, Techniken und Komponenten, Immersionsoptiken, konfokale Mikroskope, Lichtschnittverfahren, Laser Scanning Verfahren, Methoden zur Überwindung der Beugungsgrenze, 4Pi, Stimulated Emission Depletion (STED), Multi-Photonen Absorptionsverfahren
 - g) Bildgebende Verfahren in der Medizin: Magnetresonanztomographie (MRT), Aufbau und Funktionsweise, Kernspin, Larmor-Frequenz, wechselwirkende Spins, Blochsche Gleichungen, 3D Bildgebung, Frequenz- und Phasenkodierung, Computertomographie (CT), Aufbau und Funktion, Erzeugung, Detektion der Röntgenstrahlung, Strahlenexposition, Absorption und Hounsfield Skala, Projektionen, Radontransformation, 2D Fouriertransformation, 3D-Darstellungen, Sonographie, Erzeugung und Detektion von Ultraschall, Messköpfe, Ausbreitung im Medium, Reflexion, Absorption, Streuung, Echo-Impuls-Verfahren, Auflösungsvermögen, Scanmodes, Doppler-Sonografie, 3D Sonografie
3. Laborteil:
- Es werden 7 Laborversuche zu verschiedenen Themen aus der Optischen Messtechnik und den

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

bildgebenden Verfahren durchgeführt:

- Laservibrometrie
- Wellenfrontsensorik mittels Shack-Hartmann-Sensor
- Modulationstraferfunktion
- Diffraktive Optiken
- Charakterisierung von Lichtquellen
- Dynamisches Verhalten von Halbleiterlichtquellen
- Lasertriangulation

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Pedrotti F. & Pedrotti L. (1993). Introduction to Optics. Springer.
- Donges A. & Noll R. (2015). Laser Measurement Technology, Fundamentals and Applications. Springer.
- Yoshizawa T. (2008) Handbook of Optical Metrology, Principles and Applications. Taylor & Francis
- Teubner U. & Brückner H. (2019) Optical Imaging and Photography. De Gruyter
- Maier, A. et al. (2018). Medical Imaging Systems. SpringerOpen

Technische Optik 2 (TOP2)

Modulname Technische Optik 2 (TOP2)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Maria Krikunova		
Stand vom 2025-09-14	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 8

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 8	V / Ü / L / P / S 8 / 0 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 4	SWS 8	V / Ü / L / P / S 8 / 0 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen zugeordnete Lehrveranstaltungen: Optische Technologien / Spektroskopie (OTS) 4/0/0/0 (Prof. Dr. M. Krikunova), Optische Materialien (OMG) 2/0/0/0 (Prof. Dr. M. Regehly), Halbleitertechnologien (HLT) 2/0/0/0 (Prof. Dr. A. Mai)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 120,0 Std.	Selbststudium 115,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 5,0 Std.	Summe 240 Std.

Technische Optik 2 (TOP2)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden verstehen den Einsatz von diversen optischen Komponenten in optischen Geräten
- Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über die Eigenschaften von optischen Materialien und sind in der Lage geeignete Materialien für optische Systeme auszuwählen
- Die Studierenden sind in der Lage die Einsatzmöglichkeiten verschiedener spektroskopischer Verfahren bei Problemstellungen einzuschätzen
- Sie beherrschen die Grundlagen der Halbleitertechnologien und kennen die wichtigsten Verfahren und neuer Entwicklungen in diesem Bereich
- Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse in den Bereichen der Photonik und Lasertechnologien, der Mikroelektronik, der Mikrosystemtechnik, den Materialwissenschaften und verwandter Fachrichtungen

Fertigkeiten

- Die Studierenden können abschätzende Berechnungen und Modellrechnungen im Anwendungsfall durchführen
- Sie sind in der Lage optische Aufbauten zur Lösung von physikalischer und technischer Problemstellungen in Industrie und Forschung zu planen und weiterzuentwickeln
- Die Studierenden kennen die Einsatzgebiete von verschiedenen spektroskopischen Techniken
- Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen in den Materialwissenschaften und den jeweiligen Technologiefeldern, mit den erworbenen, vertieften ingenieurtechnischen Spezialkenntnissen zu lösen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage Problemstellungen im Bereich optischer Technologien und Spektroskopie mit anderen zu diskutieren und Lösungen zu entwickeln und Erlangen somit Managementkompetenz im Bereich Versuchsplanung und Laborbetriebführung
- Sie sind in der Lage eigenständig geeignete Lösungsstrategien für physikalisch/technischer Problemstellungen auszuwählen und diese allein oder im Team umzusetzen.

Selbständigkeit

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbständigen, innovativen Anwendung ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten in der jeweiligen Vertiefungsrichtung.
- Sie erlangen durch eigenverantwortliche und auf die Lehrinhalte bezogene Kurzvorträge (project oriented lectures - POL) die Fähigkeit ingenieurtechnische Inhalte darzustellen und weiter zu vermitteln
- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, selbständig ingenieurtechnische Fragestellungen aus der Analyse vorgegebener Problemstellungen in der jeweiligen Vertiefungsrichtung zu extrahieren und in entsprechende Lösungsstrategien umzusetzen.

Technische Optik 2 (TOP2)

Inhalt

1. „Optische Technologien / Spektroskopie“

Eigenschaften des Lichtes: Mechanismen der Lichtentstehung, Licht als elektromagnetische Welle, das Spektrum, Natürliche Linienbreite und Verbreiterungsmechanismen;

Grundbegriffe der Optik: Absorption, Transmission, Reflexion, Dispersion, Brechung, Streuung, Interferenz, Beugung;

Laser als spektroskopische Lichtquelle: Kurzpulslaser und Pulsverstärkungstechniken – OPCPA, nichtlineare optische Effekte – SHG, THG, Freie-Elektronen-Laser, Kohärenz einer Lichtquelle;

Optische Komponenten: optische Schichten, Spiegeln, Linsen, Beugungsgitter, Prismen,

Polarisatoren und Verzögerungsplatten, optische Fasern, Einsatz der optischen Komponenten in verschiedenen spektralen Bereichen;

Spektroskopische Systeme und Geräte: Spektrometer, Interferometer, Ellipsometer;

Spektroskopische Methoden und Techniken: das Pump-Probe Prinzip, Femto-chemie,

Vermessung von kurzen Laser-Pulsen – Auto- und Kross-Korrelation Techniken, FROG,

Spektroskopie von laserinduzierten Plasmen, Einführung in die Attosekunden-Spektroskopie.

2. „Optische Materialien/Optischer Gerätebau“

Optische Koeffizienten (komplexer Brechungsindex und Permittivität); Kristalline Isolatoren und Halbleiter, Gläser, Metalle, molekulare Materialien, dotierte Gläser; Charakteristika der Optik von Festkörpern, Mikroskopische Modelle, Dispersionstheorie, Kramers-Kronig-Relationen, Kristallsymmetrie, Doppelbrechung; optisch aktive Materialien; elektrooptische Effekte, Phasenschieber, Polarisatoren; Elektronische Bänder, Vibronische Bänder; Zustandsdichte; Delokalisierte Zustände und kollektive Anregungen; direkte und indirekte Halbleiter, Absorption und Lumineszenz, Quantenbeschränkte Strukturen (2D-, 1D- und 0D-Materialien).

3. „Halbleitertechnologien“

Die Studierenden erlangen Wissen über Materialien, Verfahren und Diagnostik zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen. Die Studierenden können so detaillierte Kenntnisse zu folgenden Prozessen und Verfahren anwenden: Wafer-Substratherstellung (Halbleiterkristall; Miller-Indizes; Czochalski-Verfahren; Floating-Zone; Substrat-Arten: Si-Bulk, Silicon-on-Insulator - SOI, SiGe-Strukturen); Prozessschritte zur Fertigung eines integrierten Schaltkreises / integrated circuit - IC (Fotolithographie, Lichtquellen - von der Hg-Lampe zum extremen Ultraviolett / EUV ($\lambda=13,5\text{nm}$); Maskenherstellung, Reaktives-Ionenätzen / reactive ion etching - RIE, z.B. BOSCH-Prozess, Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP), Arten der chemischen Gasphasenabscheidung (CVD, LPCVD, PECVD,...); physikalische Gasphasenabscheidung (PVD); Metrologie, z.B. CD-REM, Defektinspektionsverfahren; Ionenimplantation; Ausheilungsverfahren, z.B. Rapid-Thermal-Anneal (RTA)); Die Studierenden erlangen Wissen über den Prozessablauf eines integrierten elektrooptischen Schaltkreises (FEOL; WG - Wave Guide; GC - Grating-Coupler; PD - Photodiodes; BEOL-Metallisierung); Die Studierende sind befähigt das Wissen über Ausbeuteerhöhung, Zuverlässigkeit und Qualifikation von HL-Technologien anzuwenden; Die Studierenden können die Physik von Bauelementen (CMOS, Halbleiterdetektoren) erklären und Maßnahmen zur Leistungsverbesserung beschreiben; Die Studierenden erlangen Wissen über neueste Entwicklungen in den Halbleiter-Technologien (More-than-Moore Technologien), Siliziumphotonik (EPIC-Technologien; Materialien), 2D Elektronik

Technische Optik 2 (TOP2)

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Doering, R. & Nishi, Y. (2008). *Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology*. CRC Press.
- Giebel, T. (2002). *Grundlagen der CMOS-Technologie*. Teubner.
- Widmann, D. & Mader, H. (1996). *Technologie hochintegrierter Schaltungen (Halbleiter-Elektronik)*. Springer.
- Hilleringmann, U. (2014). *Silizium-Halbleitertechnologie: Grundlagen mikroelektronischer Integrationstechnik*. Springer Vieweg.
- Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : WILEY-VCH.
- Schmidt, W. (1994). *Optische Spektroskopie*. Weinheim [u.a.]: VCH.
- Demtröder, W. (1999). *Elektrizität und Optik [Experimentalphysik/2]*.
- Demtröder, W. (2000). *Laserspektroskopie*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Niedrig, H. & Eichler, H. (2004). *Lehrbuch der Experimentalphysik : zum Gebrauch bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium; 3: Optik : Wellen- und Teilchenoptik* (10. Aufl.). Berlin [u.a.] : de Gruyter.
- Hecht, E. (2001). *Optik*. München [u.a.]: Oldenbourg.
- Kassing, R. & Blügel, S. (2005). *Lehrbuch der Experimentalphysik : zum Gebrauch bei akademischen Vorlesungen und zum Selbststudium; 6: Festkörper* (2., überarb. Aufl.). Berlin [u.a.] : de Gruyter.
- Ibach, H. & Lüth, H. (2009). *Festkörperphysik : Einführung in die Grundlagen ; mit 104 Übungen* (7. Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Gersten, J. & Smith, F. (2001). *The physics and chemistry of materials*. New York, NY [u.a.] : Wiley.
- Heavens, O. (1991). *Optical properties of thin solid films* (Reissue). New York : Dover.
- Litfin, G. (2005). *Technische Optik in der Praxis : mit 20 Tabellen* (3., aktualisierte und erw. Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Meschede, D. (2005). *Optik, Licht und Laser* (2., überarb. und erw. Aufl.). Wiesbaden : Teubner.
- Schröder, G. & Treiber, H. (2014). *Technische Optik (Kamprath-Reihe)*. Vogel Business Media.
- Harke, A. (2010). *Amorphous silicon for the application in integrated optics* (1. Aufl.). München : Verl. Dr. Hut.
- Fox, M. (2012). *Optische Eigenschaften von Festkörpern*. München : Oldenbourg.

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)

Modulname Wahlpflichtmodul 1 (WP1)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr. rer. nat. Mandy Hofmann		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Wahlpflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 1 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 2	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 1 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen Die Studierenden haben im Semester mindestens eines der im Modul WP1 angebotenen Wahlpflichtfächer aus Brandenburg und eines aus Wildau zu belegen. Fakultativ sind mehr Fächer möglich. Die tatsächlich angebotenen Fächer sind dem gültigen Wahlpflichtkatalog zu entnehmen mögliche Lehrveranstaltungen: 1. Lehrort: TH Brandenburg: Bio-und Umweltphotonik (BUP) 2/0/0/0 (Prof. Dr. A. Jechow), Augenoptik und Ophthalmotechnik (AOT) 2/0/0/0 (Prof. Dr. J. Eichstädt); 2. Lehrort: TH Wildau: Modellierung optischer Systeme 1 (MO1) 1/0/1/0 (Dr. J. Bauer), Optik-Simulation in der Praxis (OSP) 1/0/1/0 (Dr. M. Hofmann), Optik und Photonik an Großgeräten (OPG) 1/0/1/0 (Prof. Dr. C. Schmitz-Antoniak und Prof. Dr. M. Krikunova)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 88,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 150 Std.

Lernziele Kenntnisse/Wissen
Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der Grundlagen der Biophotonik und der optischen Messtechnik in der Umwelt .

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)

- Sie können die anatomischen Bestandteile des Auges aufzählen, können unterschiedliche Modelle zur Optik des Auges vergleichen, können die wichtigsten physiologischen Funktionen des Auges erklären, können die grundlegenden Begriffe und Berechnungen der Augenoptik anwenden.
- Die Studierenden erhalten vertiefte Kenntnisse zur physikalischen Basis der Berechnung und Optimierung optischer Systeme und entwickeln ein vertieftes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise optischer Systeme.
- Sie erlernen Methodiken zur Analyse von gegebenen Abbildungsaufgaben und erlangen Kompetenzen in der Auswahl geeigneter optischer Systeme für gegebene Abbildungsfälle sowie Kenntnisse über grundlegende Mechanismen optischer Abbildungsfehler.
- Die Studierenden erlangen Kenntnisse über die Herstellung optischer Gläser sowie über Herstellungsverfahren optischer Komponenten und optomechanischer Systeme inklusive der einschlägigen Normen, Spezifikationen und Toleranzangaben.

Fertigkeiten

- Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme in der Medizin-, Umwelt- und Agrartechnik anzuwenden.
- Sie können die Zusammenhänge zwischen den Fachgebieten Optik und Augenoptik erkennen und entsprechend strukturieren, können die Korrektur einer Ametropie anhand von Qualitätskriterien beurteilen.
- Die Studierenden erlangen Fertigkeiten, um als potentielle Entwickler und Anwender von Spezialoptiken und Optikkomponenten, die entwickelten Optiken in komplexen Anlagen sicher einzusetzen und zu bedienen
- Sie erwerben Fertigkeiten und Kenntnisse bei der Anwendung unterschiedlicher optischer Design-, Analyse- und Optimierungs-Programme, z.B. ZEMAX; WinLens;...
- Die Studierenden erlangen Kompetenzen in einer fachspezifischen Projektbearbeitung im Optikdesign mit dem Ziel der Entwicklung von Fähigkeiten der Präsentation dieser Ergebnisse in deutscher oder englischer Sprache im Rahmen der Prüfung.
- Sie erlernen die Auslegung einfacher optischer Systeme in Theorie und Praxis.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Aufgabenstellungen im Team zu diskutieren und zu lösen.
- Sie vertiefen ihre Interaktionskompetenzen, Managementkompetenz und Teamarbeitskultur in der Arbeit in kleinen Projektteams.
- Die Studierenden werden für etwaige zukünftige Managementtätigkeiten mit Personalverantwortung in der Fertigungsplanung und im Qualitätsmanagement sensibilisiert.

Selbständigkeit

- Die Studierenden entwickeln eigenständig Lösungsansätze für gegebene Abbildungsfälle.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbständigen, innovativen Anwendung optometrischer Systeme und erwerben die Kompetenz, selbständig ingenieurtechnische Fragestellungen aus der Analyse vorgegebener Problemstellungen zu extrahieren, welche mit Hilfe der optischen Gerätetechnik gelöst werden können.

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)

- Sie sind in der Lage, die zur Inbetriebnahme eines optometrischen Messgerätes notwendigen Informationen gezielt zu beschaffen (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, etc.).
- Sie sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren und selbstständig geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.
- Die Studierenden erlangen die Fähigkeit zum selbstständigen Durchrechnen und Bewerten optischer Systeme, erhalten hierfür grundlegende Software und erwerben ingenieurtechnische Kompetenzen in der Entwicklung und Anwendung neuartiger Entwicklungsumgebungen und optischer Systeme.
- Sie erlangen Kompetenzen in der Problemanalyse und -lösung auf Basis des Prinzips des problembasierten Lernens und setzen sich konstruktiv-kritisch mit selbst erarbeiteten Lösungen auseinander.

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)

Inhalt

1. „Bio-und Umweltphotonik“:
Einführung und Abgrenzung der Themen Biophotonik und Umweltphotonik, Licht Materie Wechselwirkung im biologischen Kontext, Interaktion von Licht und Gewebe, Turbide Medien, lichtinduzierte zelluläre Prozesse, lichtinduzierte makroskopische Prozesse, Photobiomodulation, photochemische Prozesse, photodynamische Therapie, thermische Prozesse, Photoablation, Photodisruption, Anwendungen in der Dermatologie, Augenheilkunde, Optogenetik, Licht in der Natur, Biolumineszenz, Chemolumineszenz, atmosphärische Prozesse, Licht und Ökologie, Kurzübersicht optische Fernerkundung, Lichtverschmutzung
2. „Augenoptik und Ophthalmotechnik“:
Anatomie des Auges (Schutzmechanismen, Bewegungsapparat, Orbita, Bulbus Oculi, dioptrischer Apparat, Sehbahn); Physiologie des Auges (Transmission, Refraktion, Ametropien, Akkommodation, Sehschärfe, Adaptation, Gesichtsfeld, Farbsehen, Binokularsehen); Optometrische Methoden (Skiaskopie, Refraktionsbestimmung, Aberrometrie, Keratografie, Pachymetrie, Perimetrie, Funduskopie, Tonometrie); Korrektur der Ametropien (Brillenkorrektur, Kontaktlinsenkorrektur, refraktive Chirurgie, Intraokularlinsen)
3. „Modellierung optischer Systeme“:
Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse in der Anwendung industriegängiger Optiks simulationssoftware innerhalb verschiedener Fachgebiete. Dazu zählen die Strahldurchrechnung optischer Systeme, einschließlich paraxialer Abbildungen, sowie die Einführung in das Optikdesign, die Bildfehleranalyse und die Optimierung optischer Systeme. Weitere Schwerpunkte sind die Optikkonstruktion, Toleranzrechnungen, die Bewertung sowie die Korrektur optischer Systeme.
Zudem entwickeln die Studierenden ihre Präsentationskompetenzen in deutscher oder englischer Sprache durch die Vorstellung eines fachspezifischen Projekts.
4. „Optiksimulation in der Praxis“:
Optische Abbildungsmodelle, Analyse von Abbildungsfällen, Bestimmung konjugierter Parameter, Auswahl geeigneter optischer Systeme für gegebene Abbildungsfälle, Entstehung und Minimierung von Abbildungsfehlern, Einfluss von Fertigungsfehlern sowie Form- und Lagetoleranzen in optischen Komponenten und Systemen auf die optische Abbildung, Einfluss der Glas-Wahl auf die Abbildungsleistung optischer Systeme, Achromasie-Bedingung, Auslegung von achromatischen Doublets; CAOS-Design: am Beispiel Einzellinse, Doublett und Triplett; Optimierungen; Toleranzanalysen
5. „Optik und Photonik an Großgeräten“:
a) Moderne Strahlungsquellen: Synchrotron, Freie-Elektronen-Laser, PW-Laser-Anlagen, Ultrakurze XUV-Pulse durch Erzeugung von Hohen Harmonischen
b) Forschungs- und Entwicklungsarbeit mit modernen Strahlungsquellen: Entwicklung von Großgeräteinfrastruktur, Aufbau und Funktionsweise von ausgewählten Geräten
c) Praktischer Teil: Projekte zur Messdatenverarbeitung und/oder Simulation

Wahlpflichtmodul 1 (WP1)

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Keiser G. (2016) Biophotonics. Springer.
- Niemz M. (2019) Laser-Tissue Interactions. Springer
- Prasad P. (2003) Introduction to Biophotonics. Wiley
- P. Dewitt, D. (1989). *[(Theory and Practice of Radiation Thermometry)] [Edited by David P. Dewitt] published on (February, 1989).* John Wiley and Sons Ltd.
- Wolfe, W. & Infrared Information and Analysis Center (Ann Arbor, M. (1993). *The infrared handbook* (rev. ed., 4. print.). Washington, DC : Naval Research, Dep. of the Navy.
- Budzier, H., Gerlach, G., (2011) Thermal Infrared Sensors - Theory, Optimisation and Practice, Wiley
- Schuster, N. & Kolobrodov, V. (2004). *Infrarotthermographie* (2., überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : Wiley.
- Herrmann, K. (1990). *Wissensspeicher Infrarottechnik : mit 74 Tabellen* (1. Aufl.). Leipzig : Fachbuchverl. Leipzig.
- Dereniak, E. & Boreman, G. (1996). *Infrared detectors and systems*. New York u.a. : Wiley.
- Kingston, R. (1979). *Detection of optical and infrared radiation* (2. printing). Berlin [u.a.] : Springer.
- Günzler, H. & Heise, H. (1996). IR-Spektroskopie. Weinheim [u.a.]: VCH.
- Pedrotti, F. (2008). *Optik für Ingenieure : Grundlagen* (4., bearb. Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Gross, H. (2005). *Handbook of Optical Systems: Volume 1: Fundamentals of Technical Optics (Gross/Optical Systems V1-V6 Special Prices Unitl 6v St Publi)*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Bauer, J. (2016). *Vorlesungsskript "Modellierung optischer Systeme"*. TH Wildau.
- Haferkorn, H. & Richter, W. (1996). *Synthese optischer Systeme*. . J. A. Barth.
- Haferkorn, H. (2002). *Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen*. Wiley- VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Haferkorn, H. (1986). *Bewertung optischer Systeme*. Berlin : Dt. Verl. d. Wiss.
- Methling, D. (2013). *Bestimmen von Sehhilfen*. Georg Thieme Verlag.
- Dietze, H. (2015). *Die optometrische Untersuchung*. Georg Thieme Verlag.
- Lippert, H. (2000). *Lehrbuch Anatomie*. Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH.
- Klinke, R. & Bauer, C. (2003). *Lehrbuch der Physiologie : 55 Tabellen* (4., korrigierte Aufl.). Stuttgart [u.a.] : Thieme.
- Stahl, K. & Miosga, G. (1986). *Infrarottechnik : Grundlagen, Strahlungssender und Detektoren, Infrarotbildaufnahme und -wiedergabe, Fernmeßverfahren ; mit 41 Tab.* (2., stark bearb. Aufl.). Heidelberg : Hüthig.

Angewandte Photonik (AGP)

Modulname Angewandte Photonik (AGP)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. rer. nat. Martin Regehly		
Stand vom 2025-09-14	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart FMP	CP nach ECTS 6

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 6	V / Ü / L / P / S 6 / 0 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 7	SWS 6	V / Ü / L / P / S 6 / 0 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen zugeordnete Lehrveranstaltungen: Höchstfrequenzelektronik (HFE) 2/0/0/0 (Prof. Dr. A Mai), Nichtlineare Optik (NLO) 2/0/0/0 (Prof. Dr. M. Regehly), Optische Bauelemente (OBE) 2/0/0/0 Prof. Dr. M. Regehly)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 90,0 Std.	Selbststudium 87,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 3,0 Std.	Summe 180 Std.

Lernziele
Kenntnisse/Wissen
– Die Studierenden erlangen Kenntnissen zu Technologien und Entwicklungen für Anwendungen im Gebiet der drahtlosen und Breitbandkommunikation. – - Sie erlangen Einblick in die historischen und aktuellen Entwicklungen fort-geschrittener Halbleitertechnologien für Hochfrequenzanwendungen und im Speziellen SiGe-BiCMOS und Si-Photonic (ePIC) Technologien. – - Die Studierenden sind befähigt Kenntnisse zur Funktionsweise von Hochfrequenzbauelementen anzuwenden und physikalische Abhängigkeiten und Effekte zwischen Bauelementen zu

Angewandte Photonik (AGP)

analysieren.

- Sie erwerben vertiefte Kenntnisse der mathematischen Grundlagen nicht-linearer optischer Phänomene und Materialien unter Berücksichtigung neuester Ergebnisse der Materialforschung.
- Sie erwerben die Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Modelle für die Beschreibung nichtlinearer optischer Phänomene.
- Die Studierenden besitzen umfangreiche Kenntnisse, um eine geeignete Auswahl der einzusetzenden optischen Materialien und Detektoren der nichtlinearen Optik zu treffen.
- Die Studierenden kennen die aktuellen optischen Bauelemente und sind auf dem aktuellen Stand neuerer Entwicklungen.
- Sie verfügen über Kompetenz im Einsatz photonischer Bauelemente in den Informations- und Kommunikationstechnologien, der Sensorik, Mechatronik, Robotik, Quantentechnologien, künstlichen Intelligenz und in verwandten Gebieten.

Fertigkeiten

- Die Studierenden besitzen die notwendigen Fertigkeiten in der Verwendung von Methoden und Modellen der angewandten Photonik sowie deren Anwendung auf komplexe Systeme der technischen Optik.
- Sie verfügen über die Kompetenz, neuartige ingenieurtechnische Fragestellungen mit Mitteln und Methoden der angewandten Photonik selbstständig zu lösen und die Methoden und Komponenten weiterzuentwickeln.
- Sie besitzen Fertigkeiten zum Aufbau von komplexen photonischen Bauelementen und Systemen für unterschiedliche Anwendungsbereiche in Wissenschaft und Technik.

Soziale Kompetenz

- - Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Problemstellungen aus den Gebieten der Optik, Photonik, der Sensorik sowie der optischen Informations- und Kommunikationstechnik selbstständig und im Team zu analysieren, Lösungsstrategien zu entwickeln und diese effizient umzusetzen.

Selbstständigkeit

- - Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig und im Team geeignete Methoden der Halbleitertechnologien sowie der linearen und nichtlinearen Optik zur Lösung von Problemstellungen der Höchstfrequenzelektronik, der integrierten Optik, der Photonik und verwandter Gebiete auszuwählen und effizient einzusetzen.

Angewandte Photonik (AGP)

Inhalt

1. „Höchstfrequenzelektronik“:

Die Studierenden erlangen Wissen im Bereich Hochfrequenzelektronik zu folgenden Fachgebieten: Anwendungsgebiete für Hochfrequenz- und integrierter Photoniktechnologien und Bauelemente; Technologien (Verbundhalbleiter und Si); Detaillierte Betrachtung Si-basierter Hochfrequenzbauelemente: Skalierter CMOS vs. SiGe-Heterobipolar-Transistor (physikalische Prinzipien, Funktionsweise, komplementäre Bauelemente, Prozessgrenzen), passive Hochfrequenzelemente, Charakterisierung (Kleinsignalersatzschaltbilder (KSE); Z-, Y- und S-Parameter), Modulationsverfahren, Integrierte Modulatoren insbesondere Photonische Modulatoren. Die Studierenden erlangen Kenntnisse zu aktuellen Anwendungsfeldern (Radar, 5G/6G, Imaging, optische Kommunikation etc.) der Hochfrequenzelektronik und sind befähigt Technologien und Bauelemente-Konzepte anwendungs-spezifisch zu beurteilen.

2. Nichtlineare Optik:

Theoretische Grundlagen der nichtlinearen Polarisation: Anharmonische Potenziale (Kristallgitter), Schwingungsamplituden, klassische anharmonische Schwingungen für 3-Wellen-Mischprozesse; elektromagnetische Wellen im nichtlinearen optischen Medium: Fourier-Darstellung von elektromagnetischen Wellen, Lichtausbreitung im nichtlinearen Medium, Näherungslösungen für langsam veränderliche Amplituden und Lichtimpulse (Gruppengeschwindigkeit); Quantenelektrodynamik: optisch-parametrischer Prozess, stimulierte Raman-Streuung, optisch nichtlineare Materialien, nichtlineare Suszeptibilitäten 2. und 3. Ordnung (isotrope Medien, anisotrope Kristalle, Grenzflächen); Suszeptibilitäts-Tensoren, klassische Modellierung der 2. Harmonischen, Phasenanpassung der Wellen: Energie- und Impulserhaltung der Wellen, Verfahren der Phasenanpassung im optisch einachsigen Kristall, Kritische und unkritische Phasenanpassung; Bildung der Summen- und Differenzfrequenz, parametrische optische Verstärkung, Parametrische Down-Konversion zur Erzeugung von verschränkten Photonen, OPO-OPA-Systeme, Vierwellenmischung: THG, Optischer Kerr-Effekt, photorefraktive Prozesse, Selbst-Wechselwirkungseffekte: Selbstfokussierung, Selbstphasenmodulation und Selbstfrequenzverbreiterung, räumliche Solitonen; stimulierte Lichtstreuung: Raman-Effekt, Brillouin-Streuung

3. Optische Bauelemente:

Optische Verbindungen: brechend, beugend, integrierte Funktionsprinzipien, Isolatoren, Router, Koppler, Multi- und Demultiplexer, Zirkulatoren, Bistabile Systeme: Prinzipien der optischen Bistabilität, bistabile Bauelemente, dispersive und dissipative Systeme, Mach-Zehnder, Fabry Perot und hybride Realisierungen; Optisch integrierte Wellenleiter: Materialsysteme, Streifen-, Rippenleiter, Bragg Gitter, Photonische Kristalle, Ein-/Auskoppler, Taper, Koppler, Splitter, Anwendungen; Faseroptik: Stufen- und Gradientenindex, Mono-, Multimode-, Mehrkernfasern, Modendispersion; Chirped, geneigte, Superstruktur Faser Bragg Gitter und Applikationen, Modulatoren basierend auf Franz-Keldysh, Quantum confined Stark effect, thermo-optisch, Pockels- und Kerreffekt, Free Carrier Plasma Dispersion, Bauformen, Geschwindigkeiten und Anwendungen; Optische Datenverarbeitung: 4F Fourier Prozessor, photonisches CNOT Quantengatter, integrierte photonische Signalprozessoren, optische neuronale Computer: Bausteine für Matrixmultiplikation und nichtlineare Funktionen, Photonic Tensor Cores; optisch analoge Computer

Angewandte Photonik (AGP)

Pflichtliteratur

- Saleh, B., Teich M. (2008), Grundlagen der Photonik, Wiley VCH

Literaturempfehlungen

- Hartnagel H. L., Quay R., Rohde U. L., Rudolph M. (2023), Fundamentals of RF and Microwave Techniques and Technologies, Springer
- Giebel, T. (2002). Grundlagen der CMOS-Technologie. – Teubner.
- Werner, B. (2013). *Mikrowellentechnik: Kompakte Grundlagen Für Das Studium*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Kittel C., Hunklinger S. (2013), Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg
- Menzel, R. (2001), Photonics: linear and nonlinear interactions of laser light and matter, Springer
- Lembrikov, B. (2019), Nonlinear Optics – Novel Results in Theory and Applications, Intech Open
- Chrostowski L. (2015), Hochberg M., Silicon photonics design: from devices to systems, Cambridge University Press
- Saleh, B. & Teich, M. (2020). *Optik und Photonik* (Dritte, vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Weinheim, Germany : WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Midwinter J. (2012), Photonics in switching, Academic Press
- Gibbs, H. (1985). *Optical bistability : controlling light with light*. Orlando, Fla. [u.a.] : Acad. Pr.
- Anurag, S. (2015), Guided Wave Optics: Selected Topics. Viva Books.
- Jia-Ming L. (2009), Photonic devices, Cambridge University Press

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)

Modulname Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr. rer. nat. Mandy Hofmann		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 4	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 4 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 7	SWS 4	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 4 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse Optik/Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 0,0 Std.	Projektarbeit 89,5 Std.	Prüfung 0,5 Std.	Summe 150 Std.

Lernziele
Kenntnisse/Wissen
– Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten über ein begrenztes Teilgebiet der Photonik und der Optischen Technologien durch weitgehend selbstständige Bearbeitung einer Projektaufgabe mit begrenztem Zeitbudget. – Sie erlangen die Fähigkeit, eigenständig wissenschaftlich zu arbeiten, Fachliteratur passend zu ihrem F&E-Projekt zu finden, kritisch zu bewerten und für Ihre Zwecke einzusetzen.
Fertigkeiten
– Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Texte und Dokumentationen zu erstellen und Projektergebnisse adäquat zu präsentieren.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)

- Sie besitzen die Fertigkeiten, praktische Grundlagen des Projektmanagements anzuwenden und eine adäquate Präsentation und Dokumentation von Projekten zu erstellen.
- Sie erwerben die Fähigkeit und Fertigkeit einen Ablaufplan für ein F&E-Projekt, einschließlich Meilensteinen und Entscheidungspunkten zu erstellen und diesen in einem geeigneten Kontext umzusetzen.
- Sie erwerben die Fertigkeit, F&E-Projekte unter Einsatz gängiger Medien zu präsentieren.
- Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse eigener Arbeit als wissenschaftliche Veröffentlichung und in kurzen, zusammenfassenden Zwischenberichten zu präsentieren.
- Sie sind in der Lage über ihre Arbeit im Rahmen von wissenschaftlichen Vorträgen und Kolloquien vor Fachpublikum zu berichten.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, Lösungen optischer / photonischer Problemstellungen eigenständig oder im Team zu erarbeiten.
- Sie sind befähigt in einem Team zu arbeiten und erweitern somit ihre Managementkompetenz .

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind kompetent in der selbstständigen Erarbeitung von Lösungen ingenieurwissenschaftlicher und technischer Problemstellungen in der Grundlagen- und angewandten Forschung im Bereich der Photonik und der optischen Technologien.
- Sie erlangen die Fähigkeit, eigenständig wissenschaftlich zu arbeiten, Fachliteratur passend zu ihrem F&E-Projekt zu finden, kritisch zu bewerten und für Ihre Zwecke einzusetzen.
- Die Studierenden erwerben Kompetenz in der selbstständigen Erarbeitung von Lösungen ingenieurtechnischer Problemstellungen in der Grundlagen- und angewandten Forschung im Bereich der Photonik und der optischen Technologien sowie im Projektmanagement.
- Sie erlangen durch die Bearbeitung einer spezifischen physikalischen Fragestellung sowie die Präsentation und Verteidigung der Ergebnisse Kompetenz zum Wissenschafts- und Zeitmanagement.
- Die Studierenden sind in der Lage, die für die Bearbeitung und Lösung des Themas der Projektaufgabe notwendigen Informationen im Wesentlichen selbstständig und gezielt zu beschaffen (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, Patentschriften, etc.)

Inhalt

1. Eine F&E-Aufgabe im Bereich Photonik (linearer, nichtlinearer Optik/Elektrooptik, optische Technologien) wird im Rahmen von FP2 selbstständig bearbeitet. Die Aufgabe umfasst die Konzepterstellung und praktische Realisierung. Das F&E-Projekt kann an der eigenen Hochschule, an anderen Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen oder in der Industrie durchgeführt werden.

FP2 kann die Fortsetzung der Arbeiten des F&E-Projekts FP1 aus dem 2. Fachsemester darstellen. Das F&E-Projekt FP2 wird im 3. Semester der Regelstudienzeit absolviert und mit einer schriftlichen Arbeit sowie einer Abschlussverteidigung (Vortrag) abgeschlossen. Bericht und Vortrag werden bewertet.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)

Pflichtliteratur

- Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik* (2., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : WILEY-VCH.
- Menzel, R. (2001). *Photonics : linear and nonlinear interactions of laser light and matter*. Berlin [u.a.] : Springer.

Literaturempfehlungen

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Modulname Lasermaterialbearbeitung (LMB)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Justus Eichstädt		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 6

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 5	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 2 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 5	SWS 5	V / Ü / L / P / S 3 / 0 / 2 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau, Erfolgreicher Abschluss der Module des 1. und 2. Fachsemesters erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss	
Besondere Regelungen Lehrveranstaltung: Vorlesung: 3/0/0/0 (Prof. Dr. J. Eichstädt), Labor: 0/0/2/0 (Prof. Dr. J. Eichstädt, Steffen Henke), Lehrort: TH Brandenburg	

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 75,0 Std.	Selbststudium 103,5 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 1,5 Std.	Summe 180 Std.

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden können den Aufbau von Laseranlagen erklären.
- Die Studierenden verfügen über vertiefende Kenntnisse der Bauelemente und Baugruppen moderner Laseranlagen.
- Die Studierenden können die Lasermateriewechselwirkung anhand wissenschaftlicher Daten beurteilen und einordnen.
- Die Studierenden sind in der Lage die Beziehungen zwischen den Teilfachgebieten der Fertigungstechnik, Lasertechnik und Lasermaterialbearbeitung zu reflektieren.
- Sie sind in der Lage das Gelernte zu einem Gesamtüberblick über das Thema Lasermaterialbearbeitung zusammenzuführen.

Fertigkeiten

- Sie können die Eigenschaften einer Laseranlage analysieren und beurteilen.
- Die Studierenden können Laserstrahlquellen und Laseranlagen für entsprechende Anwendungen anhand Ihrer Eigenschaften und Parameter auswählen.
- Sie können die grundlegenden Begriffe und Berechnungen der Lasermaterialbearbeitung in der Praxis anwenden.
- Die Studierenden können die Sicherheit einer Laseranlage nach den entsprechenden Kriterien und Normen prüfen und kritisch bewerten.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, eine fachübergreifende Diskussion zu führen.

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, die zur Inbetriebnahme einer Laseranlage notwendigen Informationen gezielt zu beschaffen.
- Die Studierenden sind in der Lage, neuartige Aufgabenstellungen systematisch zu analysieren und selbstständig geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Inhalt

1. - Entwicklungen der Lasermaterialbearbeitung: Historie, moderne Entwicklungen, Einteilung, Bedeutung
- Grundlagen der Fertigungstechnik: Begriffsbestimmung, Einordnung, Fertigungshauptgruppen, Fertigungsverfahren, Fertigungsmittel
- Lasertechnik für die Lasermaterialbearbeitung: Grundbegriffe, Entwicklungen, Laserstrahlquellen, Laserparameter;
- Laseranlagentechnik: Grundaufbau/-funktionen, Anlagenkonzepte, Berechnungen an Laseranlagen, Punkt- und maskengestützte Verfahren, Strahlformung, Strahlführung, Handhabungssysteme, Zerstörschwellen von optischen Komponenten, Anlagensteuerung und Programmierung, Anlagenrealisierung, Bestrahlungssimulationen;
- Lasermateriewechselwirkung: Prozessdiagramme, Einkopplung, Erwärmung, Umwandlung, laser-induzierte Materialmodifikationen, Fluenzdiagramme, N-on-N-Experimente
- Verfahren der Lasermaterialbearbeitung: Einteilung, Verfahren, Parameter, Technik und Fehler von Laserverfahren, wie Laserschweißen, Laserbohren, Laserschneiden, Laserabtragen/-strukturieren und additiver Laserverfahren
- Grundlagen der Lasersicherheit: Biologische Wirkung von Laserstrahlung, Gefährdungen durch Laserstrahlung, rechtliche Grundlagen, Laserklassen, Schutzmaßnahmen für Lasereinrichtungen, Laserschutzbeauftragter, Gefährdungsbeurteilung
- Handhabung von Laseranlagen zur Materialbearbeitung, Programmierung von Laseranlagen, Durchführung von Bestrahlungen, Charakterisierung von Bestrahlungsversuchen, Auswertung von Bearbeitungsergebnissen

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Bäuerle D. 2011. Laser Processing and Chemistry. 4. Aufl. Berlin: Springer Verlag.
- Bliedtner, J., Müller, H. & Barz, A. (2013). *Lasermaterialbearbeitung : Grundlagen, Verfahren, Anwendungen, Beispiele ; mit 110 Tabellen sowie einer DVD*. München : Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl.
- Eichler, H. & Eichler, J. (2015). *Laser : Bauformen, Strahlführung, Anwendungen* (8., aktualisierte u. überarb. Aufl. 2015). Berlin : Springer.
- Hügel, H. & Graf, T. (2009). *Laser in der Fertigung : Strahlquellen, Systeme, Fertigungsverfahren* (2., neu bearb. Aufl.). Wiesbaden : Vieweg + Teubner.
- König, W. & Klocke, F. (2007). *Fertigungsverfahren; 3: Abtragen, Generieren, Lasermaterialbearbeitung* (4., neu bearb. Aufl.). Düsseldorf : VDI-Verl.
- Nolte S, Schreppe F, Dausinger F. 2016. Ultrashort Pulse Laser Technology: Laser Sources and Applications. Switzerland: Springer Cham.
- Poprawe, R. (2005). *Lasertechnik für die Fertigung : Grundlagen, Perspektiven und Beispiele für den innovativen Ingenieur ; mit 26 Tabellen*. Berlin [u.a.] : Springer.

Management (MGT)

Modulname Management (MGT)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr.-Ing. Thomas Masurat		
Stand vom 2025-07-31	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 4

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 4	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 7	SWS 4	V / Ü / L / P / S 4 / 0 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse betriebswirtschaftlicher Fächer auf Bachelorniveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss
Besondere Regelungen zugeordnete Lehrveranstaltungen: Unternehmensführung (UNF) 2/0/0/0 (Dr. H. Steinert), Projektmanagement/Patentrecht 2/0/0/0 (Prof. Dr. T. Masurat)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 60,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 0,0 Std.	Summe 120 Std.

Management (MGT)

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden verstehen die Strukturen und Prozesse in einem Wirtschaftsunternehmen
- Sie kennen und verstehen den Begriff "Projekt", "Geschäftsziel" und "Projektziel"
- Die Studierenden kennen und verstehen die wichtigsten Projekttypen und können neue Aufgabenstellungen entsprechend typisieren
- Sie kennen und verstehen die wichtigsten Methoden und Hilfsmittel der Projektkontrolle, Projektsteuerung und Projektdokumentation

Fertigkeiten

- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die eigenen Aktivitäten in ihrem jeweiligen Arbeitsbereich in den Gesamtzusammenhang einzuordnen, und erwerben die Kompetenz, die Anforderungen ihres Fachbereichs gegenüber der Unternehmensleitung zu vertreten.
- Sie kennen die wichtigsten Methoden der Projektplanung und -strukturierung und können diese Kenntnisse auf weniger komplexe Projektaufgaben zielgerichtet anwenden
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Softwaretools für die Projektplanung und Durchführung und können diese zielgerichtet einsetzen

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden lernen die Arbeitsmethodik der Wirtschaftswissenschaften kennen und anwenden, so dass sie zur konstruktiven Teamarbeit in interdisziplinären Arbeitsgruppen befähigt werden bzw. Basiskompetenz für die Leitung derartiger Teams erhalten.
- Sie kennen die wichtigsten Methoden zum kreativen Finden von Lösungswegen für Projektaufgaben im Team und können diese anwenden
- Sie kennen die wichtigsten Methoden zur Schätzung von Aufwänden im Team und können diese anwenden

Selbständigkeit

- Sie erwerben die Kompetenz, unternehmerische Entscheidungen z.B. zu Investitionen in Forschungsprojekte vorzubereiten bzw. selbst zu treffen.

Management (MGT)

Inhalt

1. „Unternehmensführung“:

Das Wirtschaftsunternehmen: Zielsystem, Organisation, Planung, Steuerung; Unternehmensplanung und Strategieentwicklung: Der Strategiebegriff, Prognose, Risiko und Frühwarnung, Strategische Grundprinzipien; Werkzeuge der strategischen Unternehmensführung: SWOT-Analyse, Modell der wettbewerblichen Differenzierung, Markt-/Produktmatrix, Portfolio-Analyse, von der Planung zur Umsetzung; Führung und Motivation: Führungsstile im Wandel, einfache Management-by-Konzeptionen, zielorientierte Management-Modelle, Führung im Team; aktuelle Herausforderungen der Unternehmensführung

2. „Projektmanagement/Patentrecht“:

- Projektmanagement: Projekttypen, allgemeine Grundsätze des Projektmanagements, Definition von Geschäfts- und Produktzielen, Projektorganisation im Unternehmen mit Verantwortlichkeiten
- Projektplanung: Genereller Projektablauf mit Meilensteinen, Erstellen eines Angebots, Vertragsgestaltung nach Erhalt eines Auftrags, Erstellen eines Projektstammblaatts und Pflichtenhefts, Durchführung einer Projektplanung mit Strukturplan, Ablaufplan/Netzplan, Aufwands-schätzung u. Kapazitätsplan, Terminplan/Meilensteinplan und Kostenplan, Demonstration einer Projektplanung anhand der Konstruktion und Herstellung einer Produktionslinie für elektro-mechanische Komponenten mit Hilfe der Software Excel und Microsoft Projekt;
- Projektdurchführung: Erstellen einer Meilenstein-Trend-Analyse, Terminverfolgung und -anpassung, Aufwandsverfolgung und -anpassung, Kostenverfolgung und -anpassung, Meilensteinverfolgung, Projektänderungsplanung mit Änderungskosten, Fortführung der Demonstration für die Produktionslinie unter Verwendung der oben angegebenen Software;
- Projektdokumentation: Durchführung eines F&E-Projekts mit Planungen und deren Dokumentation, Projektverfolgung und Dokumentation, Berichtswesen
- Patentrecht

Management (MGT)

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen

- Hemmrich, A., Harrant, H. & Wojtusiak, H. (2007). *Projektmanagement : In 7 Schritten zum Erfolg* (2. Aufl.). München : Hanser.
- Schelle, H. (2008). *Projektmanagement: Die besten Projekte, die erfolgreichsten Methoden..* Juristischer Verlag.
- Olfert, K. (2004). *Kompakt-Training Projektmanagement* (4., verb. und erw. Aufl.). Ludwigshafen (Rhein) : Kiehl.
- Litke, H. & Kunow, I. & Schulz-Wimmer, H. (2009). *Projektmanagement. Planegg bei München: Haufe.*
- Hauer, G. & Ultsch, M. (2010). *Unternehmensführung kompakt.* München : Oldenbourg.
- Hinterhuber, H. (2015). *Strategische Unternehmensführung : das Gesamtmodell für nachhaltige Wertsteigerung* (9., völlig neu bearb. Aufl.). Berlin : Schmidt.
- Rahn, H. (2008). *Unternehmensführung* (7., vollkommen überarbeitete Auflage). Ludwigshafen (Rhein) : Kiehl.
- Steinmann, H., Schreyögg, G. & Koch, J. (2013). *Management : Grundlagen der Unternehmensführung ; Konzepte, Funktionen, Fallstudien* (7., vollst. überarb. Aufl.). Wiesbaden : Springer Gabler.
- Drucker, P. (2007). *Management challenges for the 21st century* (Classic Drucker coll. ed., [rev. ed.]). Amsterdam [u.a.] : Elsevier [u.a.].

Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)

Modulname Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Prof. Dr. Kirsten Harth		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart KMP	CP nach ECTS 5

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 1 / 0 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 5	SWS 4	V / Ü / L / P / S 3 / 1 / 0 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelororniveau Analysis (Differential- und Integralrechnung für Funktionen mit mehreren Veränderlichen, einfache Differentialgleichungen lösen), Stochastik (Kombinatorik, Verteilungsfunktionen), Grundlagen der Linearen Algebra, homogene lineare Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung
Besondere Regelungen zugeordnete Lehrveranstaltungen: Statistische Physik, Thermodynamik (SPT) 1/1/0/0 (Prof. Dr. K. Harth), Quantenmechanik (QME) 2/0/0/0 (Prof. Dr. A. Jechow) Lehrort: TH Brandenburg

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 87,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 3,0 Std.	Summe 150 Std.

Lernziele Kenntnisse/Wissen
– Die Studierenden besitzen fundierte Kenntnisse der klassischen Thermodynamik, deren Hauptsätze und Anwendungen. – Die Studierenden erlernen die kinetische Gastheorie, die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung und Anwendung in der Laserkühlung. – Es werden die wichtigsten Strahlungsgesetze (Stefan Boltzmann, Planck) erlernt. – Die Studierenden besitzen Kenntnisse zu thermodynamischen Potentialen und deren

Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)

Transformationen.

- Sie besitzen Kenntnisse der statistischen Thermodynamik sowie Anwendungen der mikrokanonischen und kanonischen Gesamtheit.
- Sie können die Entwicklung von der Einteilchen-Quantenmechanik zur Mehrteilchen-Quantenmechanik nachvollziehen.
- Die Studierenden besitzen fundierte Kenntnisse über die Grundlagen der Quantentheorie.
- Die können die Grenzen der nichtrelativistischen Quantentheorie kritisch reflektieren und besitzen einen Überblick über weiterführende Themen (z.B. zweite Quantisierung).
- Die Studierenden können die zeitunabhängige Schrödinger-Gleichung für grundlegende Potentialverläufe lösen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden werden befähigt, die Thermodynamik in Experimenten und Entwicklungen im Bereich der Photonik gewinnbringend einzusetzen.
- Sie sind in der Lage, statistische Gesetzmäßigkeiten zur Modellbildung und Datenauswertung im Bereich der Photonik nutzbringend anzuwenden.
- Die Studierenden können die gewonnenen Kenntnisse der Quantenstatistik zur Herleitung von Gesetzmäßigkeiten der Festkörperphysik mit ihren zahlreichen Anwendungen in der Photonik verwenden.
- Sie sind in der Lage, bekannte experimentelle Befunde (z.B. Phasenübergänge, Diffusion, Entstehung von Unordnung) in den Kontext der theoretischen Physik einzuordnen.
- Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Befunde aus der Atom- und Molekülphysik in den Kontext theoretischer Modellbildungen einzuordnen.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden erlangen die soziale Kompetenz, mathematisch-physikalische Aufgabenstellungen gemeinsam zielgerichtet zu bearbeiten.
- Sie sind in der Lage, eigenständig und im Team grundlegende oder angewandte wissenschaftlich-technische Problemstellungen eigenständig zu analysieren und mit Hilfe quantenmechanischer Methoden zu bearbeiten und zu lösen.

Selbständigkeit

- Die Studierenden sind befähigt, komplexe Aufgabenstellungen aus den Gebieten der statistischen Physik, Thermodynamik, Optik und Photonik zu abstrahieren und selbständig geeignete Lösungsansätze zu entwickeln.

Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)

Inhalt

1. „Statistische Physik, Thermodynamik“

Thermodynamische Systeme, Gleichgewicht, Arbeit, kinetische Gastheorie, Gleichverteilungssatz, Zustandsgleichung ideales- und reales Gas, Hauptsätze der TD, Entropie, Kreisprozesse, Wirkungsgrad, Legendre-Transformationen, Makro- und Mikrozustände, Phasenraum, Dichtefunktion, Ergodenhypothese, thermodynamische Ensembles, statistische Grundlagen physikalischer Messgrößen, Maxwell Verteilung, Thermodynamische Potentiale, Gibbs-Helmholtz Gleichung, Phasenübergänge, Clausius-Clapeyron-Gleichung, Osmose

2. „Quantenmechanik“

- a) Experimentelle Phänomene, die zur Entwicklung der Quantenmechanik führten: Schwarzer Strahler und Planck'sches Strahlungsgesetz, Atomspektren und Bohr-Modell, Photoelektrischer Effekt, Compton-Effekt;
- b) Grundlagen der Quantenmechanik: Materiewellen, Grenzen der Anwendbarkeit der Quantenmechanik;
- c) Mathematischer Apparat der Quantenmechanik: Darstellung mechanischer Größen durch Operatoren, Grundlagen der Darstellungstheorie, Schrödinger-Gleichung, Dichtematrix, unitäre Transformationen, Änderung eines Zustandes mit der Zeit (Änderung mechanischer Größen mit der Zeit), Störungstheorie, zweite Quantisierung;
- d) Bewegung von Teilchen im Potenzialfeld: Harmonischer Oszillator, Mehrkörperproblem, Coulomb-Potential, Wasserstoffatom, Born-Oppenheimer-Näherung, Heliumatom;
- e) Anwendungen in der Atom- und Molekülphysik: Tunneleffekt, Emission/Absorption/Streuung von Licht, quantenmechanische Übergänge, Pauli-Prinzip, mechanisches und magnetisches Moment des Elektrons (Spin), Spin-Bahn-Kopplung, Teilchensysteme, Molekülbildung

Pflichtliteratur

Theoretische Grundlagen der Photonik 2 (TGP2)

Literaturempfehlungen

- Gribbin, J. (2010). *Auf der Suche nach Schrödingers Katze: Quantenphysik und Wirklichkeit*. Piper Taschenbuch.
- Feynman, R. (2010). *QED - Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie*. Piper Taschenbuch.
- Blochinzew, I. (2000). *Grundlagen der Quantenmechanik. Studienausgabe*. Deutsch Harri GmbH.
- Nolting, W. (2004). *Grundkurs theoretische Physik; 5,1: Quantenmechanik; 1, Grundlagen : 130 Aufgaben mit vollständigen Lösungen* (6. Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Nolting, W. (1994). *Quantenmechanik ; 2, Methoden und Anwendungen [Grundkurs theoretische Physik/5,2]*.
- (1989). *The Feynman lectures on physics; 3: Quantum mechanics* (Commemorative issue). Reading, Mass. [u.a.] : Addison-Wesley.
- Sommerfeld, A. (1962). *Thermodynamik und Statistik*. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G.
- Fließbach, T. (2010). *Statistische Physik* (5. Aufl.). Heidelberg : Spektrum Akad. Verl.
- Windisch, H. (2014). *Thermodynamik: Ein Lehrbuch für Ingenieure*. De Gruyter Oldenbourg.
- Schmelzer, J. & Ulbricht, H. & Mahnke, R. (1994). *Aufgabensammlung zur klassischen theoretischen Physik*. Wiesbaden: Aula-Verl..
- Nolting, W. (2014). *Grundkurs theoretische Physik; 6: Statistische Physik* (7. Aufl.). Berlin [u.a.] : Springer.
- Nickel, U. (2010). *Lehrbuch der Thermodynamik : eine verständliche Einführung ([Neufassung])*. Erlangen : PhysChem-Verl.
- Schwabl, F. (2006). *Statistische Mechanik : mit 26 Tabellen und 186 Aufgaben* (dritte, aktualisierte Auflage). Berlin : Springer.

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)

Modulname Wahlpflichtmodul 2 (WP2)		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr. rer. nat. Mandy Hofmann		
Stand vom 2025-09-11	Sprache Deutsch	
Art der Lehrveranstaltung Wahlpflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 4

Art des Studiums Vollzeit	Semester 3	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 2 / 0 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 5	SWS 4	V / Ü / L / P / S 2 / 0 / 2 / 0 / 0

Empfohlene Voraussetzungen grundlegende Kenntnisse in der Experimentalphysik auf Bachelor-Niveau, Grundlagen der Mikro- und Halbleitertechnologien, Grundlagen der Werkstoffkunde, Grundkenntnisse der Physik/Optik/Photonik/Festkörperphysik auf Bachelor-Niveau erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss • Grundkenntnisse in Programmierung und im Umgang mit Software • Bereitschaft zur sozialen Interaktion und Präsentation von Lösungen • Lernbereitschaft und -fähigkeit
Besondere Regelungen Die Studierenden haben im Semester mindestens eines der im Modul WP1 angebotenen Wahlpflichtfächer aus Brandenburg und eines aus Wildau zu belegen. Fakultativ sind mehr Fächer möglich. Die tatsächlich angebotenen Fächer sind dem gültigen Wahlpflichtkatalog zu entnehmen mögliche Lehrveranstaltungen: 1. Lehrort: TH Brandenburg: Programmieren in Python (PIP) 1/0/1/0 (J. Muluem), Optische Kommunikationstechnik (OK) 2/0/0/0 (Prof. Dr. Eichstädt), Angewandte Quantenoptik (QO) 2/0/0/0 (Prof. Dr. A. Jechow) 2. Lehrort: TH Wildau: Halbleiterdetektoren (HLD) 2/0/0/0 (Dr.-Ing. F. Heinrich), Optische Fasern (OPF) 2/0/0/0 (Dr. Ksianzou), Modellierung optischer Systeme 2 (MO2) 1/0/1/0 (Dr.-Ing. J. Bauer)

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 60,0 Std.	Selbststudium 58,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 2,0 Std.	Summe 120 Std.

Lernziele Kenntnisse/Wissen

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der Quantenoptik und sind in der Lage vertiefte Kenntnisse der Quantenmechanik für photonische Fragestellungen anzuwenden.
- Sie können beispielhaft Lösungen bei der Probenpräparation und Informationsinterpretation entwickeln
- Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen gängiger Halbleiterdetektoren und sind in der Lage physikalisch/technische Daten der Detektoren wie Empfindlichkeit, Zeitverhalten und Rauschverhalten als Funktion der Detektor-Materialien und Aufbauten zu verstehen und abzuleiten
- Sie lernen unterschiedliche Typen optischer Fasern und die jeweiligen Anwendungsgebiete kennen, erlangen Kenntnisse über die Wirkprinzipien zur Lichtführung in Wellenleitern, erlangen Kompetenzen in der Auswahl geeigneter optischer Fasern für gegebene Aufgabenstellungen
- Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise optischer Systeme und erhalten vertiefende Kenntnisse zur physikalischen Basis der Berechnung und Optimierung optischer Systeme

Fertigkeiten

- Die Studierenden entwickeln Lösungen in der System-bezogenen Umsetzung der Lerninhalte, indem sie die erworbenen theoretischen Kenntnisse und praktischen Fertigkeiten kombinieren und ausgewählte komplexe Aufgabenstellungen lösen, z.B. Entwurf, Fertigung, Montage und Test von Mikrosystemen für die Optik, Aktorik oder Sensorik
- Sie sollen aktuelle Ergebnisse aus der Photonik-Forschung und deren Anwendungen diskutieren und bewerten. Die Studierenden beurteilen sowohl vermittelte Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung als auch deren mögliche praktische Anwendungen
- Die Studierenden verfügen über Fähigkeiten zur Konzipierung komplexer Prozesse und Analysen, wie sie in der Mikrosystemtechnik, der Optoelektronik, Photonik oder Sensorik auftreten und entwickeln anhand von Fallbeispielen Fertigkeiten zur Lösung praktischer Probleme
- Sie erwerben Fertigkeiten, unterschiedliche Analyseansätze zu planen und die bestehenden Alternativen zu vergleichen.
- Die Studierenden sind befähigt zur selbstständigen Analyse verschiedener Einsatzfelder, zur selbstständigen Auswahl geeigneter Systeme, und zur Integration von Halbleiterdetektoren in physikalische, chemische, biologisch/medizinische Messaufbauten in Forschung und Industrie
- Sie werden mit den Technologien zur Herstellung optischer Fasern vertraut gemacht und sind in der Lage, optische Übertragungssysteme unter Nutzung optischer Fasern zu entwerfen.
- Die Studierenden erlangen Fertigkeiten, um als potentielle Entwickler und Anwender von Spezialoptiken und Optikkomponenten, die entwickelten Optiken in komplexen Anlagen sicher einzusetzen und zu bedienen
- Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit photonische Systeme in den Quantentechnologien anzuwenden.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage Problemlösungen für verschiedene technisch-wissenschaftliche Problemstellungen selbstständig und im Team zu entwickeln

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)

- Sie sind in der Lage, Aufgabenstellungen im Team zu diskutieren und zu lösen, somit wird ihre Teamfähigkeit und Managementkompetenz gefördert

Selbstständigkeit

- Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zur selbständigen Anwendung ihres Basiswissens in diesen Lehrgebieten, insbesondere bei der Anwendung von Materialien, Design-, Modellierungs-, Fertigungs-, Analyse- und Prüfverfahren
- Sie sind in der Lage, selbständig geeignete Methoden in der Optik, der Materialstrukturierung, der Mikrobearbeitung und der Integration von Mikrosystemen im Bereich der Photonik und der optischen Technologien anzuwenden
- Die Studierenden sind befähigt für forschungsorientierte Aufgaben, selbstständig geeignete Methoden der Mikrosystemtechnik und Elektronenstrahlanalytik in ihrem Tätigkeitsfeld anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren
- Sie sind in der Lage strategische Entscheidungen von Forschungs-/ Entwicklungskonzepten zu beurteilen und die Leitung komplexer, neuartiger Entwicklungsaufgaben im Bereich photonischer Mikrosysteme zu übernehmen sowie sich eigenständig Wissen zu erschließen
- Die Studierenden erlangen die Fähigkeit zum selbstständigen Berechnen und Bewerten optischer Systeme, erhalten hierfür grundlegende Software und erwerben ingenieurtechnische Kompetenzen in der Entwicklung und Anwendung neuartiger Entwicklungsumgebungen und optischer Systeme sowie bei der Anwendung neuer Materialien und Prozesse zur Fertigung optischer / photonischer Komponenten und Systeme.

Inhalt

1. "Angewandte Quantenoptik"

Einleitung und Historisches, Welle Teilchen Dualismus, Verschränkung, spukhafte Fernwirkung; Theoretische Grundlagen der Quantenoptik, Quantisierung des Feldes, Hilbertraum, Zustände, Observablen, Erzeuger und Vernichter Operatoren, Photonenstatistik, kohärent und gequetschte Zustände, nichtklassisches Licht; Komponenten der Quantenoptik, verschiedene Einzelphotonendetektoren, Interferometer, nichtlineare Kristalle, Imaging Systems; Bahnbrechende Experimente und Anwendungen, Quantenteleportation, Quanteninformation und Quantenkryptographie, Laserkühlung, gespeicherte Ionen, Bose-Einstein Kondensation, Quantum Imaging, Quantum Metrology

2. "Programmieren in Python":

- Installation und Nutzung verschiedener Python-Pakete.
- Einführung in Python und seine Rolle in der Photonik und Datenanalyse.
- Grundlagen der Programmierung in Python: Variablen, Schleifen, Bedingungen, Funktionen.
- Daten einlesen, verarbeiten und darstellen mit Python.
- Datenstrukturen: Listen, Tupel, „Dictionaries“
- Fehlerbehandlung und Ausnahmen
- Anwendung von Data Science-Techniken mit Python.
- Objektorientierte Programmierung mit Python (Klassen, Objekte, Vererbung und Polymorphismus)
- Soziale Kompetenz: Präsentation von Lösungen, Vorträge und Quellcode.

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)

- Ableiten von Übungen aus Vorträgen und praktische Umsetzung.

3. "Optische Kommunikationstechnik":

Historie, Einordnung und Grundlagen der optischen Kommunikationstechnik, Sender, Empfänger, Verstärker, faseroptische Übertragung, Kommunikationsbänder, Materialien, Systemkonfigurationen, Multiplexverfahren, transatlantische Kommunikation, Architekturen optischer Netzwerke, optische Satellitenkommunikation, Laser Communication Terminals

4. „Modellierung optischer Systeme 2“:

Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in folgenden Fachgebieten: Der wellenoptischen Theorie der Abbildung, der Modellierung und Bewertung optischer Systeme auf Basis wellenoptischer Simulationen sowie der Berechnung diffraktiver Elemente und deren Einsatz in der optischen Abbildung.

Zudem entwickeln sie Kompetenzen in der eigenständigen Programmierung wellenoptischer Abbildungen sowie in der Bearbeitung fachspezifischer Projekte im wellenoptischen Optikdesign. Ziel ist dabei auch der Erwerb von Präsentationsfähigkeiten zur Darstellung der Projektergebnisse in deutscher oder englischer Sprache.

5. „Halbleiterdetektoren“:

Physikalische Grundlagen von Halbleiterdetektoren: Kristall- und Energieband-Strukturen von Halbleitermaterialien, direkte und indirekte Halbleiter, Dotierung, Mobilität von Ladungsträgern, Rekombination, Grenzschichten, Zeitverhalten; Technische Realisierungen: Anwendungen von Halbleiterdetektoren in der Forschung, Industrie und in der Consumer-Elektronik (MOS-, CMOS-, CCD-Detektoren), Eigenschaften: Empfindlichkeit der Detektoren, Frequenzverhalten, Effizienz, Signal-zu-Rauschverhältnis, spektrale Bandbreite, Quantenausbeute; Organische Halbleiter und Detektoren; lichtemittierende Halbleiter (LED und OLED); quantenbeschränkte Halbleiter (2D-, 1D- und 0D-Systeme)

6. „Optische Fasern“:

Materialien für optische Fasern (Gläser, Polymere, Kristalle), Dispersionstheorie, Materialeigenschaften; Lichtleitfasertypen (Stufenindexfasern, Gradientenindex-Fasern, Mono- und Multimodefasern, photonische Fasern, Doppelkernfasern, Multikernfasern, einkristalline Fasern); Bedingungen zur Einkopplung und zum Transport von Licht in optischen Fasern, Faserverluste, Faserdämpfung, Faserdispersion; Herstellungsverfahren für optische Fasern (Chemische Gasphasenabscheidung, Kollabieren, Faserziehen, Micro Pulling Down, Ionenaustauschverfahren); Wellenleiter (planare Wellenleiter, Streifenwellenleiter, vergrabene Strukturen); Faserlaser, Faserverstärker; Faser-Sensorik

Pflichtliteratur

Wahlpflichtmodul 2 (WP2)

Literaturempfehlungen

- Wagemann, H. (2010). *Photovoltaik: Solarstrahlung und Halbleitereigenschaften, Solarzellenkonzepte und Aufgaben*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Timmermann, C. (1981). *Lichtwellenleiter : Wellenausbreitung in Glasfasern und Hohlleitern ; mit 40 gelösten Aufgaben*. Braunschweig [u.a.] : Vieweg.
- Schlachetzki, A. (1999). *Polymeroptische Fasern*. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss..
- Borrelli, N. (2004). *Microoptics Technology: Fabrication and Applications of Lens Arrays and Devices (Optical Science and Engineering) by Nicholas F. Borrelli (2004-11-30*. Marcel Dekker Inc.
- Gerlach, G. & Dötzel, W. (2005). *Einführung in die Mikrosystemtechnik*. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- Menz, W., Mohr, J. & Paul, O. (2005). *Mikrosystemtechnik für Ingenieure* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl.). Weinheim : Wiley-VCH.
- Schwesinger, N., Dehne, C. & Adler, F. (2009). *Lehrbuch Mikrosystemtechnik : Anwendungen, Grundlagen, Materialien und Herstellung von Mikrosystemen*. München : Oldenbourg.
- Dr. Schweigert, K. (2010). *Stuttgart: RayTracing VBA Programm*. Kostenlos downloads www.s-line.de/homepages/schweigert/RayTrace/raytrace.htm.
- (2008). *Vorlesungsskripte von Dr. Richter (TU Ilmenau): Grundlagen der Technischen Optik, Technische Optik I, Technische Optik II, Anwendungen der Technischen Optik, Theorie der Abbildung und Grundlagen von Lens Design*. UniCopy Büro- und Kopiertechnik Service, unicopy@t-online.de.
- Haferkorn, H. (1986). *Bewertung optischer Systeme*. Berlin : Dt. Verl. d. Wiss.
- Haferkorn, H. (2002). *Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Haferkorn, H. & Richter, W. (1996). *Synthese optischer Systeme*. J. A. Barth, Leipzig.
- Gross, H. (2005). *Handbook of Optical Systems: Volume 1: Fundamentals of Technical Optics (Gross/Optical Systems V1-V6 Special Prices Unitl 6v St Publi)*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Hofmann, C. (1980). *Die optische Abbildung, Band 38 von Technisch-physikalische Monographien*. Verlag Geest & Portig.
- Bauer, J. (2016). *Vorlesungsskript "Modellierung optischer Systeme"*. TH Wildau.
- (2008). *ZEMAX, User Manual*.
- Loudon R. (2000) *The Quantum Theory of Light*. Oxford Science
- Walls D.F. & Milburn G.J. (2007) *Quantum Optics*. Springer
- Bachor H. (2019) *A Guide to Experiments in Quantum Optics*. Wiley

Masterarbeit

Modulname Masterarbeit		
Studiengang Photonik	Abschluss Master of Engineering	
Modulverantwortliche Dr. rer. nat. Mandy Hofmann & Prof. Dr. rer. nat. Martin Regehly		
Stand vom 2025-09-13	Sprache Deutsch, Englisch	
Art der Lehrveranstaltung Pflicht	Prüfungsart SMP	CP nach ECTS 30

Art des Studiums Vollzeit	Semester 4	SWS 30	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 30 / 0
Art des Studiums Teilzeit	Semester 8	SWS 30	V / Ü / L / P / S 0 / 0 / 0 / 30 / 0

Empfohlene Voraussetzungen erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss, alle Prüfungsleistungen laut Studien- und Prüfungsordnung
Besondere Regelungen Die Studierenden reichen jeweils einen Themenvorschlag für ihre Abschlussarbeit ein, der vom betreuenden Hochschullehrer und vom Prüfungsausschuss genehmigt werden muss. Die Themenstellung kann durch einen Hochschullehrer oder durch ein Unternehmen erfolgen, mit dem die Hochschule kooperiert. Studierende können auch eigene Themenvorschläge machen, wenn Sie einen Hochschullehrer für die Betreuung finden. In jedem Fall muss die Themenstellung ein hinreichendes wissenschaftliches Niveau aufweisen und der Umfang der Arbeit den vorgesehenen ECTS-Punkte entsprechen.

Aufschlüsselung des Workload				
Präsenz 450,0 Std.	Selbststudium 450,0 Std.	Projektarbeit 0,0 Std.	Prüfung 0,0 Std.	Summe 900 Std.

Masterarbeit

Lernziele

Kenntnisse/Wissen

- Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse auf Masterniveau auf einem Teilgebiet der Optischen Technologien und Photonik im Rahmen der Bearbeitung einer umfangreichen Masterthesis.
- Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Ergebnisse kritisch zu hinterfragen.

Fertigkeiten

- Die Studierenden erwerben vertiefte Fertigkeiten auf Masterniveau auf einem Teilgebiet der Optischen Technologien und Photonik im Rahmen der Bearbeitung einer umfangreichen Masterthesis.
- Sie sind in der Lage, die notwendigen Teilaufgaben zur erfolgreichen Bearbeitung der Masterthesis zu definieren, die voraussichtlichen Arbeitsaufwände abzuschätzen und einen Zeitplan aufzustellen.
- Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse eigener Arbeit als wissenschaftliche Veröffentlichung und in kurzen, zusammenfassenden Zwischenberichten zu präsentieren und sind in der Lage über ihre Arbeit im Rahmen von wissenschaftlichen Vorträgen und Kolloquien vor Fachpublikum zu berichten.

Soziale Kompetenz

- Die Studierenden sind in der Lage, in international und multikulturell zusammengesetzten Forschungs- und Entwicklungsteams mit anderen Wissenschaftlern harmonisch und zielgerichtet zusammenzuarbeiten.

Selbstständigkeit

- Die Studierenden sind in der Lage, die für die Bearbeitung und Lösung des Themas der Masterarbeit notwendigen Informationen selbstständig und gezielt zu beschaffen (Internet, Datenblätter, Fachliteratur, Patentschriften, etc.)
- Sie sind in der Lage, auf der Basis ihres erworbenen Wissens und ihrer erworbenen Fähigkeiten neuartige Aufgabenstellungen zu analysieren und geeignete Lösungsansätze zu formulieren

Inhalt

1. Die jeweilige Themenstellung ist von den Studierenden selbstständig und nach wissenschaftlichen Maßstäben zu bearbeiten.
Dazu gehört die sorgfältige Literaturrecherche, die Erarbeitung erforderlicher Grundlagen, die eingehende Analyse der Problematik, die Entwicklung von Lösungsansätzen unter Berücksichtigung möglicher Alternativen, die Ausarbeitung der Lösung und die ausführliche, schriftliche wissenschaftliche Darstellung.
2. In Vorbereitung der Masterprüfung erarbeiten die Studierenden einen Kolloquiums-Vortrag, welcher die wesentlichen Aspekte der während der Masterarbeitsphase geleisteten Forschungs- und Entwicklungsarbeit darstellt. Weiterhin bereiten sich die Studierenden auf die mündliche Masterprüfung vor.

Masterarbeit

Pflichtliteratur

Literaturempfehlungen