



Modulhandbuch

**Master-Studiengang (M. Eng.)
Photonik**

Technische Hochschule Wildau

**in Kooperation mit der
Technischen Hochschule Brandenburg**

Wildau, Mai 2017

Steckbrief



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 und eröffnet den Zugang zum höheren öffentlichen Dienst in Deutschland.

Der Masterstudiengang ist als konsekutiver Studiengang konzipiert und soll den Hochschulabsolventen traditioneller ingenieur- und naturwissenschaftlicher Ausbildung die fachübergreifende Arbeit mit optischen Technologien vermitteln und wird der sich abzeichnenden Nachfrage nach qualifizierten Mitarbeitern in der Industrie gerecht. 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.

Der Lernerfolg wird durch entsprechende Prüfungen und die zugehörige Modulnote erfasst. Diese ergibt sich entsprechend 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).

Anlage: Studienplan

Masterstudiengang PHOTONIK (M. Eng.)	SWS	CP	V Ü L P	PF	SWS im Semester			
					1.	2.	3.	4.
Pflicht- und Wahlpflichtmodule								
M01 Struktur der Materie (SDM)	4	4	4 0 0 0	FMP	4			
Atom- u. Kernphysik (AKP)								
Festkörperphysik (FKP)								
M02 Messtechnik u. Instrumentierung (MTI)	4	5	2 0 2 0	KMP	4			
M03 Mathematische Methoden (MAM)	4	4	4 0 0 0	SMP	4			
Vektoranalysis (VAN)								
Partielle Differentialgleichungen (PDG)								
M04 Projektmanagement (PJM)	2	2	2 0 0 0	SMP	2			
M05 Opt. Technologien/Spektroskopie (OTS)	4	4	4 0 0 0	KMP	4			
Optische Technologien (OPT)								
Spektroskopie (SPK)								
M06 Mikrotechnologien (MIT)	6	6	5 0 1 0	SMP	6			
Mikrotechnologien (MIT)								
Oberflächentechnik (OFT)								
M07 Technische Optik (TOP)	4	5	3 0 1 0	KMP	4			
M08 Lasertechnik (LTE)	4	4	3 1 0 0	FMP		4		
M09 Wahlpflichtfach 1 (WP1)	2	2	2 0 0 0	SMP		2		
WP1_1 Infrarottechnik (IRT)								
WP1_2 Augenoptik (AOP)								
M10 Opt. Mess- und Analyseverfahren (OMA)	6	7	4 0 2 0	KMP		6		
Optische Messtechnik (OMT)								
Bildgebende Verfahren (BGV)								
M11 F&E-Projekt 1 (FP1)	2	2	0 0 0 2	SMP		2		
M12 Opt. Materialien / Opt. Gerätebau (OMG)	2	2	2 0 0 0	FMP		2		
M13 Halbleitertechnologien (HLT)	2	2	2 0 0 0	FMP		2		
M14 Klass. Mechanik, Elektrodynamik (KME)	8	9	8 0 0 0	FMP		8		
Klassische Mechanik (KME)								
Elektrodynamik (EDY)								
M15 Wahlpflichtfach 2 (WP2)	2	2	2 0 0 0	SMP		2		
WP2_1 Modellierung optischer Systeme 1 (MO1)								
WP2_2 Optik-Simulation in der Praxis (OSP)								
WP2_3 Fertigung optischer Systeme (FOS)								
M16 Statist. Mechanik, Thermodynamik (SMT)	4	5	4 0 0 0	FMP			4	
M17 Quantenmechanik QME)	2	3	2 0 0 0	SMP			2	
M18 Lasermaterialbearbeitung (LMB)	4	5	3 0 1 0	KMP			4	
M19 Wahlpflichtfach 3 (WP3)	2	2	1,5 0,5 0 0	SMP			2	
WP3_1 (lt. Plan d. WPF) Mikrosystemtechnik (MST)								
WP3_2 (lt. Plan d. WPF) Elektronenmikroskopie (ELM)								
WP3_3 (lt. Plan d. WPF) z.B. Moderne Themen der Photonik (MTP)								
M20 Höchstfrequenzelektronik (HFE)	2	3	1 0 1 0	SMP			2	
M21 Angewandte Photonik (AGP)	4	5	4 0 0 0	FMP			4	
Nichtlineare Optik (NLO)								
Optische Bauelemente (OBE)								
M22 Wahlpflichtfach 4 (WP4)	2	2	2 0 0 0	SMP			2	
WP4_1 Modellierung optischer Systeme 2 (MO2)								
WP4_2 Halbleiterdetektoren (HLD)								
WP4_3 Optische Fasern (OPF)								
M23 Unternehmensführung (UNF)	2	2	2 0 0 0	SMP			2	
M24 F&E-Projekt 2 (FP2)	2	3	0 0 0 2	SMP			2	
M25 Masterarbeit einschl. Master-Prüfung	30	30	0 0 30 0	SMP				30
Summe der Semesterwochenstunden	110				28	28	24	30
Summe CP		120			30	30	30	30

Abkürzungen: SWS Semesterwochenstunden | CP Credit Points | V Vorlesung | Ü Übung | L Labor | P Projekt, PF Prüfungsform | FMP Modulprüfung zu einem festgelegten Termin innerhalb der Prüfungsperiode | SMP studienbegleitende Prüfung im Verlaufe des Semesters | KMP Kombination der Prüfungsformen FMP und SMP |

Liste der Wahlpflichtfächer

M09 Wahlpflichtfach 1 (WP1)

WP1_1 Infrarottechnik (IRT)
WP1_2 Augenoptik (AOP)

M15 Wahlpflichtfach 2 (WP2)

WP2_1 Modellierung optischer Systeme 1 (MO1)
WP2_2 Optik-Simulation in der Praxis (OSP)
WP2_3 Fertigung optischer Systeme (FOS)

M19 Wahlpflichtfach 3 (WP3)

WP3_1 (lt. Plan d. WPF) z.B. Mikrosystemtechnik (MST)
WP3_2 (lt. Plan d. WPF) z.B. Elektronenmikroskopie (ELM)
WP3_3 (lt. Plan d. WPF) z.B. Moderne Themen der Photonik (MTP)

M22 Wahlpflichtfach 4

WP4_1 Modellierung optischer Systeme 2 (MO2)
WP4_2 Halbleiterdetektoren (HLD)
WP4_3 Optische Fasern (OPF)

Struktur der Materie (SDM)

Modul: Struktur der Materie (SDM)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus-Peter Möllmann & Prof. Dr. Thomas Kern	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 4/0/0/0	CP nach ECTS: 4.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse und Fertigkeiten der Experimentalphysik		
Empfohlene Voraussetzungen: Messtechnik, Werkstoffkunde und Elektrotechnik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Festkörperphysik (FKP) 2/0/0/0 (Möllmann), Atom- und Kernphysik (AKP) 2/0/0/0 (Kern) Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	59.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	1.0
Gesamt:	120

Struktur der Materie (SDM)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über den Aufbau der Materie unter Berücksichtigung neuester Ergebnisse der Materialforschung als Grundlage für innovative Denkansätze in Forschung, Entwicklung und Produktion. • Die Studierenden besitzen das notwendige theoretische Rüstzeug für die weitergehende Behandlung elektrischer und optischer Eigenschaften kondensierter Materie im Studienverlauf. • Sie erwerben spezialisierte Kenntnisse über Zusammenhänge zwischen atomaren / molekularen Eigenschaften und die makroskopischen und optischen Eigenschaften kondensierter Materie. • Die Studierenden Erwerben Kenntnisse über die Struktur und Aufbau der Atome, atomare Bindung und Molekülspektren, Struktur der Atomkerne, Molekülaufbau, elektronische, dielektrische und optische Eigenschaften von Festkörpern, insbesondere von Halbleitern und Halbleiterbauelementen. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Festkörperphysik, kennen die elektronischen Eigenschaften in Festkörpern. • Erwerb vertiefter Kenntnisse über Besonderheiten der Mikrophysik, Unterschiede zur klassischen Physik, Methoden und Verfahren der Quantenphysik, Methoden und Ergebnisse der Kernphysik, Aufbau der Atome, Atombindung und Anregungsspektren. 	60%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Sie besitzen die Fähigkeit, selbst innovative Lösungsansätze zum Einsatz von Materialien zur Erzielung spezieller physikalischer und chemischer Eigenschaften zu entwickeln. • Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftlich-technische Problemstellungen zu analysieren und Lösungsansätze kritisch zu hinterfragen. 	30%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die Kompetenz, in Forschungs- und Entwicklungsgruppen in der Materialentwicklung mitzuarbeiten, strategische Entscheidungen von Forschungs-/ Entwicklungskonzepten zu beurteilen und die Leitung komplexer, neuartiger materialspezifischer Entwicklungsaufgaben zu übernehmen. 	

Struktur der Materie (SDM)

Inhalt:

1. Elektronen im Festkörper
 - 1.1. klassische Theorie freier Elektronen im Metall
 - 1.2. Quantentheorie freier Elektronen im Festkörper (Fermiverteilung und Fermienergie, Zustandsdichte)
 - 1.3. Quantentheorie gebundener und näherungsweise freier Elektronen im Festkörper (Bändermodell, effektive Masse, Bewegung des Elektrons im periodischen Potential, Elektronenwechselwirkung im Festkörper)
 - 1.4. experimentelle Bestimmung von Ladungsträgerkonzentration und -beweglichkeit mittels Hall-Effekt (Effekte im starken Magnetfeld)
2. Halbleiter
 - 2.1. Halbleitende Festkörper
 - 2.2. Elektronen und Löcher im Halbleiter
 - 2.3. Eigenhalbleiter (temperaturabhängige Eigenleitungskonzentration)
 - 2.4. Ladungsträgerstatistik in Halbleitern mit Akzeptoren und Donatoren
 - 2.5. Kontaktphänomene (Metall-Metall-Kontakt, Metall-Halbleiter-Kontakt, Raumladungen, Schottky-Kontakt, Seebeck- und Peltier-Effekt, pn-Übergang)
 - 2.6. Halbleiteroberflächen
 - 2.7. pn-Übergang
 - 2.8. dielektrische und optische Eigenschaften von Festkörpern (Polarisation, Oszillatormodelle, Dispersion)
3. Atom und Kernphysik
 - 3.1. Phänomene der Mikrophysik
 - 3.2. Unterschiede zur klassischen Vorstellung
 - 3.3. Quanteneffekte und Grundlagen der Quantenmechanik
 - 3.3.1. Lösen der Schrödingergleichung für einfache Systeme (Potentialkasten, harmonischer Oszillator, H-Atom)
 - 3.3.2. Struktur der Mehrelektronensysteme
 - 3.3.3. atomare Bindung und Molekülspektren
4. Kernphysik
 - 4.1. Kernenergie
 - 4.2. Zerfallstypen

Struktur der Materie (SDM)

Prüfungsform:

Mündliche Prüfung (100%)

Zusätzliche Regelungen:

gemeinsame mündliche Modulprüfung für FKP und AKP

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

Alonso, M. & Finn, E. (1998). *Quantenphysik und statistische Physik*. München [u.a.]: Oldenbourg.

Christman, J. (1995). *Festkörperphysik*. München u.a.: Oldenbourg.

Kittel, C. (2006). *Einführung in die Festkörperphysik*. München [u.a.]: Oldenbourg.

Guinier, A. & Jullien, R. (1992). *Die physikalischen Eigenschaften von Festkörpern*. München [u.a.]: Hanser.

Beiser, A. (2003). *Concepts of modern physics*. New York [u.a.]: McGraw-Hill.

Rudden, M. & Wilson, J. (1995). *Elementare Festkörperphysik und Halbleiterelektronik*. Spektrum Akademischer Verlag.

Feynman, R. & Leighton, R. & Sands, M. (2007). *Feynman Vorlesungen über Physik 3: Quantenmechanik, Definitive Edition, 5. verbesserte Auflage*. Oldenbourg.

Herzog, P. & Kopitzki, K. (2007). *Einführung in die Festkörperphysik*. Vieweg+Teubner.

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

Modul: Messtechnik und Instrumentierung (MTI)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Franz Eckhard Endruschat	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 2/0/2/0	CP nach ECTS: 5.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-17
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in „Physikalischer Technik“ bzw. „Mikrosystemtechnik und optischen Technologien“ oder in vergleichbaren Bachelor-Abschlüssen		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	87.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	150

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden werden im Bereich Identifizierung und Beseitigung von Störsignalen in Messsystemen geschult. 	30%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erlangen die Fertigkeit zur richtigen Interpretation von Rauschkenngößen. Die Studierenden werden befähigt zur richtigen Interpretation der Kenngrößen von Messverstärkern und digitalen Messdatenerfassungssystemen. Die Studierenden erwerben die Fertigkeit zur problemorientierten Selektion einer optimalen Messdatenerfassungshardware. 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	20%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erlangen die Fähigkeit zur selbstständigen systematischen Planung, Integration und Programmierung komplexer Messsysteme. Die Studierenden erwerben die Kompetenz in der Bewertung und im Vergleich möglicher Lösungsansätze. 	

Inhalt:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Vertiefung elektronische Messtechnik <ol style="list-style-type: none"> 1.1. die wichtigsten Rauschphänomene und ihre Auswirkung 1.2. Rauschkenngößen von elektronischen Bauteilen und Systemen 1.3. korrekte Interpretation von Rauschkenngößen in Datenblättern 1.4. Berechnung von Rauschpegeln 1.5. Digitalisierungsrauschen 1.6. Messmethoden für kleinste und verrauschte Signale <ol style="list-style-type: none"> 1.6.1. Filterung 1.6.2. Chopperverstärker 1.6.3. Lock-In-Verstärker 1.6.4. Boxcar-Averager

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

1.6.5. Signal Averaging

2. Systematische Planung

2.1. Aufbau und Inbetriebnahme komplexer und vernetzter Messsysteme

2.2. Programmierung von Messsystemen mit aktueller Software zur Laborautomatisierung

3. Messverstärker und ihre korrekte Anwendung

3.1. Schmalbandverstärker

3.2. Chopper-Verstärker

3.3. Lock-In-Verstärker

3.4. Boxcar-Averager

3.5. Signal-Averager

4. Spezielle Messsysteme für schnelle Signale

4.1. Sampling-oszilloskop

4.2. Streak-Kamera

4.3. Korrelatoren

5. Laborteil (spezifische Aufgabenstellungen werden zu Beginn des Semesters ausgegeben)

5.1. Bearbeitung einer anspruchsvollen Messaufgabe durch kleine Studierendengruppen (max. 6 Studierende, weitgehend selbständig als Projekt)

5.2. Einsatz eines Messdatenerfassungs- und Analyseprogramms

5.3. Anfertigung eines Versuchsberichtes und einer Präsentation (Abschlusskolloquium)

Prüfungsform:

Klausur (100%)

Zusätzliche Regelungen:

Klausur (90 - 180 min), Labor (Protokoll und Testat): Schein

Messtechnik und Instrumentierung (MTI)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

- (2015). *Taschenbuch der Messtechnik*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. **Schrüfer, E. & M. Reindl, L. & Zagar, B.** (2014). *Elektrische Messtechnik: Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. **Unger, H.** (1992). *Optische Nachrichtentechnik. Band 2: Komponenten, Systeme, Meßtechnik*. Hüthig.
- Parthier, R.** (2007). *Messtechnik: Grundlagen und Anwendungen der elektrischen Messtechnik für alle technischen Fachrichtungen und Wirtschaftsingenieure (Studium Technik)*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Schiek, B.** (2013). *Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik*. Springer.
- (2010). *Messtechnik und Messdatenerfassung (Oldenbourg Lehrbücher für Ingenieure)*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Pfeiffer, W. & Schoen, D.** (2000). *Übungen zur Elektrischen Messtechnik*. VDE VERLAG. **Frederik, B.** (2009). *Optische korrelationsbasierte Messtechnik: Einsatzmöglichkeiten zufälliger Punktemuster*. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften.
- Felderhoff, R.** (2006). *Elektrische und elektronische Messtechnik: Grundlagen, Verfahren, Geräte und Systeme*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.
- Heyne, G.** (1999). *Elektronische Meßtechnik: Eine Einführung für angehende Wissenschaftler: Eine Einführung für angehende Wissenschaftler*. Oldenbourg

Mathematische Methoden (MAM)

Modul: Mathematische Methoden (MAM)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jürgen Socolowsky & Dr. Josef Esser	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 4/0/0/0	CP nach ECTS: 4.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: Grundlegende Kenntnisse der Mathematik auf Bachelor-Niveau		
Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse der linearen Algebra und Vektorrechnung, Lösen von einfachen gewöhnlichen Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Vektoranalysis (VAN) 1/1/0/0 (Esser), Partielle Differentialgleichungen (PDG) 2/0/0/0 (Socolowsky) Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	57.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	120

Mathematische Methoden (MAM)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind mit Methoden der höheren Mathematik zur Lösung von Problemen der Vektoranalysis vertraut. Die Studierenden besitzen ein tieferes Verständnis der theoretischen Grundlagen der Methode der finiten Elemente (FEM). 	30%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden besitzen Fertigkeiten, mit den Methoden der Vektoranalysis Probleme aus Wissenschaft und Technik zu lösen, insbesondere im Bereich der Mechanik und Elektrostatik/ -dynamik. Sie besitzen Fertigkeiten, partielle Differentialgleichungen zu lösen, einschließlich der Nutzung der Fourier-Methode. Die Studierenden besitzen die Kompetenz, selbständig mathematische Formulierungen für ingenieurtechnische Probleme zu entwickeln, in Form partieller Differentialgleichungen darzustellen, geeignete Lösungsansätze zu finden und durch Anwendung analytischer bzw. numerischer Verfahren die Problemstellungen zu lösen. Sie sind in der Lage, die gefundenen Lösungen auf der Grundlage von Fehlerabschätzungen kritisch zu bewerten und Parameterräume einschließlich möglicher Fehlerbereiche für die gefundenen Lösungen anzugeben. 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	20%
Selbstständigkeit	

Mathematische Methoden (MAM)

Inhalt:

1. Vektoranalysis
 - 1.1. Vektorfunktionen einer skalaren Variablen
 - 1.2. Skalare Felder und Vektorfelder
 - 1.3. Darstellungen in Zylinder- und Kugelkoordinaten
 - 1.4. Der Gradient eines skalaren Feldes
 - 1.5. Kurvenintegrale und Oberflächenintegrale
 - 1.6. Die Divergenz und die Rotation eines Vektorfeldes
 - 1.7. Integralsätze nach Gauß und Stokes
 - 1.8. Bestimmung eines Vektorfeldes aus seinen Quellen und Wirbeln
2. Partielle Differentialgleichungen
 - 2.1. Klassifikation partieller Differentialgleichungen 2. Ordnung
 - 2.2. hyperbolische Gleichungen - die schwingende Saite
 - 2.2.1. Existenzbeweis mit der Fourier-Methode
 - 2.2.2. Unität mit der Energieintegralmethode
 - 2.3. Laplace-Gleichung und Dirichlet-Problem auf dem Kreis
 - 2.4. Lösbarkeit der Wärmeleitungsgleichung mittels Fourier-Methode
 - 2.5. Einige einfache Beispiele zu Navier-Stokes-Gleichungen
 - 2.6. Numerik partieller Differentialgleichungen
 - 2.6.1. mathematische Grundlagen der Methode der finiten Elemente
 - 2.6.2. Anwendung auf die Poisson-Gleichung

Prüfungsform:

Klausur (100%)

Mathematische Methoden (MAM)

Pflichtliteratur:

Burg, K. (2009). *Partielle Differentialgleichungen und funktionalanalytische Grundlagen: Höhere Mathematik für Ingenieure, Naturwissenschaftler und Mathematiker*. Vieweg+Teubner Verlag.

Schark, R. (1992). *Vektoranalysis für Ingenieurstudenten*. Harri Deutsch.

N. Bronstein, I. & Mühlig, H. & Musiol, G. & A. Semendjajew, K. (2016). *Taschenbuch der Mathematik*. Europa-Lehrmittel.

Empfohlene Literatur:

Papula, L. (2016). *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 3: Vektoranalysis, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Statistik, Fehler- und Ausgleichsrechnung*. 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.

Projektmanagement (PJM)

Modul: Projektmanagement (PJM)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Peter Wetzel	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse betriebswirtschaftlicher Fächer auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	28.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	2.0
Gesamt:	60.0

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen die Grundsätze des Projektmanagements und dessen organisatorische Voraussetzungen. Sie erwerben die Kompetenz der Projektleitung und wissen um die Möglichkeit von Korrekturmaßnahmen. 	60%

Projektmanagement (PJM)

Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Sie erlangen die Fertigkeiten, selbständig Angebotsgestaltungen und Auftragsannahmen durchzuführen. • Sie erlangen die Fähigkeit, eine konkrete Projektplanung bezüglich Termine, Personalkapazität und Kosten zu entwerfen. 	30%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Sie können eine Dokumentation erstellen und Abnahmekriterien definieren. 	

Projektmanagement (PJM)

Inhalt:

1. Projektmanagement
 - 1.1. Projekttypen
 - 1.2. allgemeine Grundsätze des Projektmanagements
 - 1.3. Definition von Geschäfts- und Produktzielen
 - 1.4. Projektorganisation im Unternehmen mit Verantwortlichkeiten
2. Projektplanung
 - 2.1. Genereller Projektablauf mit Meilensteinen
 - 2.2. Erstellen eines Angebots
 - 2.3. Vertragsgestaltung nach Erhalt eines Auftrags
 - 2.4. Erstellen eines Projektstamtblatts und Pflichtenhefts
 - 2.5. Durchführung einer Projektplanung mit Strukturplan, Ablaufplan/Netzplan, Aufwandsschätzung u. Kapazitätsplan, Terminplan/Meilensteinplan und Kostenplan
 - 2.6. Demonstration einer Projektplanung anhand der Konstruktion und Herstellung einer Produktionslinie für elektro-mechanische Komponenten mit Hilfe der Software Excel und Microsoft Projekt
3. Projektdurchführung
 - 3.1. Erstellen einer Meilenstein-Trend-Analyse, Terminverfolgung und -anpassung, Aufwandsverfolgung und -anpassung, Kostenverfolgung und -anpassung, Meilensteinverfolgung, Projektänderungsplanung mit Änderungskosten
 - 3.2. Fortführung der Demonstration für die Produktionslinie unter Verwendung der oben angegebenen Software
4. Projektdokumentation
 - 4.1. Durchführung eines F&E-Projekts mit Planungen und deren Dokumentation
 - 4.2. Projektverfolgung und Dokumentation
 - 4.3. Berichtswesen
 - 4.4. Abnahmekriterien, spez. Maschinenfähigkeit

Prüfungsform:

Klausur (100%)

Projektmanagement (PJM)

Pflichtliteratur:
Empfohlene Literatur:
<p>Litke, H. (2007). <i>Projektmanagement: Methoden, Techniken, Verhaltensweisen (Print-on-Demand)</i>. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.</p> <p>Klaus, O. (2016). <i>Kompakt-Training Projektmanagement (Kompakt-Training Praktische Betriebswirtschaft)</i>. NWB Verlag.</p> <p>Schelle, H. (2008). <i>Projektmanagement: Die besten Projekte, die erfolgreichsten Methoden</i>. Juristischer Verlag.</p> <p>Hemrich, A. & Harrant, H. (2015). <i>Projektmanagement: In 7 Schritten zum Erfolg</i>. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.</p>

Optische Technologien / Spektroskopie (OTS)

Modul: Optische Technologien / Spektroskopie (OTS)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. Friedhelm Heinrich & Dr. Patrick Steglich	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 4/0/0/0	CP nach ECTS: 4.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in „Physikalischer Technik“ bzw. „Mikrosystemtechnik und optischen Technologien“ oder in vergleichbaren Bachelor-Abschlüssen		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Optische Technologien (OPT) 2/0/0/0 (Steglich); Spektroskopie (SPK) 2/0/0/0 (Heinrich) Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	57.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	120

Optische Technologien / Spektroskopie (OTS)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
<p>Kenntnisse/Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erwerb grundlegender Kenntnisse der Methoden der Spektroskopie, Instrumentierung, Fertigkeit zur Nutzung spektroskopischer Systeme, Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung spektroskopischer Methoden auf physikalisch/chemische, biologische und technische Problemstellungen in Forschung und Industrie, Kompetenz zur kritischen Bewertung der Einsatzmöglichkeiten verschiedener spektroskopischer Verfahren bei neuartigen Problemstellungen, Kompetenz zur Weiterentwicklung spektroskopischer Techniken. • Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse der Methoden der Spektroskopie, Instrumentierung und Anwendungen. • Erwerb grundlegender Kenntnisse und Fertigkeiten zum Umgang mit gängigen optischen Technologien. 	60%
<p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur sicheren Anwendung optischer Technologien bei komplexen physikalischen und technischen Problemstellungen in Industrie und Forschung. • Die Studierenden erlangen die Kompetenz zur kritischen Bewertung der Einsatzmöglichkeiten verschiedener spektroskopischer Verfahren bei neuartigen Problemstellungen, Kompetenz zur Weiterentwicklung spektroskopischer Techniken. 	30%
Personale Kompetenzen	
<p>Soziale Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Kompetenz in technologieorientiert arbeitenden Gruppen an der Entwicklung bzw. Umsetzung neuer Technologien mitzuwirken, strategische Entscheidungen von Forschungs-/Entwicklungskonzepten zu beurteilen und die Leitung komplexer, neuartiger technologieorientierter Entwicklungsaufgaben zu übernehmen. 	10%
<p>Selbstständigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Verfahren und Methoden der optischen Technologien und der Spektroskopie selbständig und innovativ anzuwenden. • Kompetenz zu selbständiger Auswahl und zielgerichtetem Einsatz optischer Technologien in der Praxis bei neuartigen Problemstellungen sowie zur Weiterentwicklung optischer Technologien. • Die Studierenden erlangen die Fähigkeit zur selbstständigen Anwendung spektroskopischer Methoden auf physikalisch/chemische, biologische und technische Problemstellungen in Forschung und Industrie 	

Optische Technologien / Spektroskopie (OTS)

Inhalt:

1. Optische Technologien
 - 1.1. Grundlagen
 - 1.1.1. Grundlagen Interferenz und Beugung
 - 1.1.2. Phasenverschiebung und optische Weglänge
 - 1.1.3. Interferenz von zwei Punktquellen
 - 1.1.4. Beugung am Spalt
 - 1.1.5. Doppelspalt
 - 1.2. Interferometer
 - 1.2.1. Zweistrahlinterferometer
 - 1.2.2. Mach-Zehnder Interferometer
 - 1.2.3. Michelson Interferometer
 - 1.2.4. Zweistrahlinterferenz in einer dünnen Schicht
 - 1.2.5. Vielstrahlinterferometer
 - 1.2.6. Vielstrahlinterferenz in einer dünnen Schicht
 - 1.2.7. Fabry-Perot Interferometer
 - 1.2.8. Bragg-Spiegel (Periodische Mehrschichtsysteme, Dielektrische Spiegel)
 - 1.2.9. Ringresonatoren
 - 1.3. Optische Gitter
 - 1.3.1. Transmissions-Amplituden-Gitter
 - 1.3.2. Transmissions-Phasen-Gitter
 - 1.3.3. Reflexions-Phasen-Gitter
 - 1.3.4. Blaze-Gitter (Echelette-Gitter)
 - 1.3.5. Littrow-Gitter
 - 1.3.6. Spalteinfluss bei einem realen Gitter
 - 1.3.7. Spektrale Zerlegung von Weißlicht
 - 1.3.8. Auflösungsvermögen
 - 1.4. Prismen
 - 1.4.1. Ablenkwindeldispersion
 - 1.4.2. Spektrale Zerlegung von Weißlicht

Optische Technologien / Spektroskopie (OTS)

- 1.4.3. Auflösungsvermögen
- 1.5. Polarisatoren
 - 1.5.1. Polarisationsarten (linear, zirkular, elliptisch)
 - 1.5.2. Erzeugung von polarisiertem Licht durch Reflexion (Brewsterwinkel) und Absorption (Anisotrope Medien)
- 1.6. Einführung in die Faseroptik
 - 1.6.1. Planare Wellenleiter
 - 1.6.2. Monomode- und Multimode-Fasern
2. Spektroskopie
 - 2.1. für Wissenschaft und Technik bedeutende Spektralapparate und Einsatzgebiete
 - 2.1.1. Aufbau und Wirkungsweise von Spektrographen
 - 2.1.2. Prismenspektrographen
 - 2.1.3. Gitterspektrographen
 - 2.1.4. Fabry-Perot-Interferometer
 - 2.1.5. Fourier-Transform-Spektrometer
 - 2.2. Grundlegende Struktur von Elementlinien
 - 2.2.1. Linienbreiten und Verbreiterungsmechanismen
 - 2.2.2. Spektroskopische Grundlagen der Atomphysik: stationäre Niveaus, Orbitale, Besetzungsregeln, Auswahlregeln, Notation
 - 2.2.3. Identifikation von Spektren
 - 2.2.4. Umgang mit entsprechenden Datenbanken
 - 2.3. Grundlagen der Molekülspektroskopie und Anwendungen
 - 2.3.1. Grundlagen der Molekülphysik
 - 2.3.2. Rotation, Vibration, elektronische Anregung
 - 2.3.3. Born-Oppenheimer-Näherung
 - 2.3.4. Franck-Condon-Prinzip
 - 2.3.5. Einfache Ansätze der Störungsrechnung
 - 2.4. Methoden / Arten
 - 2.4.1. Mikrowellenspektroskopie
 - 2.4.2. Infrarotspektroskopie
 - 2.4.3. Laser induzierte Fluoreszenz

Optische Technologien / Spektroskopie (OTS)

2.4.4. Optische Emissionsspektroskopie

2.4.5. Absorptionsspektroskopie

2.4.6. Raman-Spektroskopie

Prüfungsform:

Klausur

Zusätzliche Regelungen:
Klausur (120 - 180 min)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

Mayer-Kuckuk, T. (1997). *Atomphysik*. Stuttgart: Teubner.

Woodgate, G. (1984). *Elementare Struktur der Atome*. Oldenbourg R. Verlag GmbH.

Banwell, C. & MacCash, E. (1999). *Molekülspektroskopie*. München [u.a.]: Oldenbourg.

Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik*. Weinheim: WILEY-VCH.

Schmidt, W. (2000). *Optische Spektroskopie*. Weinheim [u.a.]: Wiley-VCH.

Demtröder, W. (2013). *Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik*. Springer Lehrbuch.

Demtröder, W. (2014). *Laserspektroskopie 1: Grundlagen (German Edition)*. Springer Spektrum.

Bergmann, L. & Schäfer, C. (2010). *Lehrbuch der Experimentalphysik 3: Optik: Wellen- und Teilchenoptik*. De Gruyter.

Hecht, E. (2009). *Optik*. München: Oldenbourg.

Mikrotechnologien (MIT)

Modul: Mikrotechnologien (MIT)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Ute Geißler & Prof. Dr. Asta Richter	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 6	davon V/Ü/L/P: 5/0/1/0	CP nach ECTS: 6.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in der Experimentalphysik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Oberflächentechnik (OFT) 2/0/0/0 (Richter), Mikrotechnologien (MIT) 3/0/1/0 (Geißler) Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	90.0
Vor- und Nachbereitung:	87.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	180

Mikrotechnologien (MIT)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
<p>Kenntnisse/Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erlangen Kompetenz im Basiswissen und im grundlegenden Verständnis der optischen Eigenschaften dünner Filme. • Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Werkstoff-Forschung, der Anwendung dünner Filme in der Optik und der wichtigsten Beschichtungstechnologien und -verfahren mit ihren Besonderheiten. • Werkstoffseitig erlangen sie Erfahrungen in der Herstellung von Mikrobauteilen aus Kunststoff sowie aus Metall, also Werkstoffen, die auch von KMU bearbeitet werden können. • Die Studierenden erlangen Kompetenz in der Systemintegration, d.h. dem Zusammenfügen verschiedener Bauteile zu einem Modul (mechanische Systemintegration) sowie in der Integration verschiedener Funktionen (funktionale Systemintegration). 	50%
<p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erlangen Fähigkeiten zur Planung des Einsatzes von Materialien in der optischen Beschichtungstechnologie mit ihren spezifischen Eigenschaften. • Anhand von Fallbeispielen werden Fertigkeiten zur Lösung praktischer Probleme vermittelt. Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Technologien werden dargestellt • Die Studierenden erwerben Fertigkeiten in alternativen Technologien, Mikrosystemen und Mikrostrukturtechniken. • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Verfahren und Konzepte der Mikrosystemtechnik sicher auf neue Problemstellungen anzuwenden. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
<p>Selbstständigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 erwerben die Kompetenz, selbständig geeignete Materialien bzw. Materialkombinationen sowie adäquate Verarbeitungsverfahren auszuwählen, zu testen und in zu entwickelnde technologische Prozesse zu implementieren. 	

Mikrotechnologien (MIT)

Inhalt:

1. Oberflächentechnologien für die Gesellschaft
 - 1.1. Bedeutung der Technologien für das Medium Licht
 - 1.2. Entwicklungstendenzen bei den optischen Systemen
 - 1.3. Innovative Anwendungen von Licht für Mensch, Produktion und Umwelt
2. Mit den Optischen Technologien vernetzte Handlungsfelder
 - 2.1. Spektrum der elektromagnetischen Wellen
 - 2.2. Reflexion und Brechung des Lichts, Interferenz/Fresnelsche Formeln
 - 2.3. Anwendungen bei der Beschichtung
 - 2.4. dünne Schichten für die Optik - Eigenschaften und Anwendungsfelder Morphologie dünner Schichten
3. Verfahren zur Erzeugung dünner Schichten für die Optik
 - 3.1. PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition)
 - 3.2. Kathodenzerstäubung (Sputtering)
 - 3.3. Aufdampfen im Hochvakuum
 - 3.4. VacuumArc-Aufdampfen
 - 3.5. CVD-Verfahren (Chemical Vapour Deposition) mit Thermischen CVD-Verfahren, Plasma-CVD-Verfahren; Hybrid-Verfahren
4. Analytik von dünnen Schichten
 - 4.1. Schichtdickenmessung (ex- und in-situ)
 - 4.2. x-ray reflectometry (XRR)
 - 4.3. Kristallstruktur (Rocking-Kurve)
 - 4.4. chem. Zusammensetzung
 - 4.5. Spannungen in dünnen Filmen
 - 4.6. laterale Strukturierung
 - 4.7. Rasterelektronenmikroskopie (REM)
 - 4.8. Rasterkraftmikroskopie (AFM)
 - 4.9. Nanoindentation
 - 4.10. Rauheit
5. Technische Anwendungen
 - 5.1. dünne Schichten (reflexionsmindernd, reflexionssteigernd, zur Wärmedämmung)
 - 5.2. Filterschichten und dielektrischen Vielschichtsystemen

Mikrotechnologien (MIT)

- 5.3. phototrope Schichten auf Glas und Kunststoff für Informationsspeicherung und in der Displaytechnik
- 5.4. dünne Schichten in der Mikro- und Nanoelektronik
- 5.5. Beschichtung von Architekturglas und Glas im Automobilbau
- 5.6. Nanostrukturen
 - 5.6.1. Nanodrähte (Herstellung)
 - 5.6.2. Ätzstrukturen
 - 5.6.3. epitaktisches Wachstum
6. Mikrosystemtechnik als eine der Schlüsseltechnologien für das 21. Jahrhundert
 - 6.1. Automobilbranche (Sensorik und Aktorik)
 - 6.2. Medizintechnik (minimal invasive Medikamentierung und Analytik)
 - 6.3. Applikationen in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)
7. klassische Herstellungsroutinen der MST und Mikroelektronik
 - 7.1. die wichtigsten eingesetzten Grundwerkstoffe, incl. Silizium, Metalle und Kunststoffe
 - 7.2. alternative Technologien zur Verwirklichung von „LOW-COST“-Konzepten für die mittelständische Industrie
 - 7.3. Mikrofräsen, Mikroerodieren, Mikrospritzgießen und Kunststoffheißprägen
8. komplette Prozesskette, um ein kostengünstiges Massenprodukt aus Kunststoff zu fertigen
 - 8.1. von der Idee über die Konstruktion (CAD) und den Werkzeugbau (CAM)
 - 8.2. Mikrofräsen
 - 8.3. Mikrospritzgießen
9. Technologien der Aufbau- und Verbindungstechnik
 - 9.1. Löten (Wellen-, Reflow-, Kondensationslöten)
 - 9.2. Mikroschweißen
 - 9.3. Kunststoffschweißen
 - 9.4. Kleben, anisotropes Kleben
 - 9.5. anodisches Bonden
 - 9.6. Wafer Bonden
 - 9.7. Drahtbonden

Mikrotechnologien (MIT)

Prüfungsform:

Klausur (66%)
Präsentation (17%)
bewertete Laborleistung (17%)

Zusätzliche Regelungen:

Während des Labors wird auch im Reinraum gearbeitet. Schwangere Studentinnen sind verpflichtet, ihre Schwangerschaft anzuzeigen, weil sie nicht im Reinraum arbeiten dürfen. Für sie wird ein gesonderter Versuch außerhalb des Reinraums durchgeführt.

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

Rancourt, J. (1996). *Optical Thin Films: User Handbook (Press Monograph)*. SPIE Press.
R. Willey, R. (2002). *[(Practical Design and Production of Optical Thin Films)] [Edited by Ronald R. Willey] published on (July, 2002)*. Taylor & Francis Inc.
Frey, H. (1993). *Dünnschichttechnologie*. VDI, Ddf..
Haefer, R. (1987). *Beschichtungen von Oberflächen [Oberflächen- und Dünnschicht-Technologie/1.]*. Berlin [u.a.]: Springer.

Technische Optik (TOP)

Modul: Technische Optik (TOP)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sigurd Schrader	

Semester: 1	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 3/0/1/0	CP nach ECTS: 5.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau		
Empfohlene Voraussetzungen:		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	87.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	150

Technische Optik (TOP)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse in der technischen Optik und Photonik. • Sie besitzen Kenntnisse in der Verwendung von Methoden und Modellen der theoretischen Optik sowie der Anwendung auf komplexe Systeme der technischen Optik. 	40%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen Fähigkeiten zum Entwurf und der Realisierung von komplexen optischen Systemen für unterschiedliche Anwendungsgebiete in Wissenschaft und Technik. • Sie besitzen die Kompetenz neuartige ingenieurtechnische Fragestellungen mit Mitteln und Methoden der technischen Optik selbstständig zu lösen und die Methoden und Komponenten weiterzuentwickeln. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, konstruktiv mit anderen im Labor zusammenzuarbeiten. 	20%
Selbstständigkeit	

Technische Optik (TOP)

Inhalt:

1. Theoretische Grundlagen der Wellenoptik
 - 1.1. Wellengleichung
 - 1.2. Fouriertheorie
 - 1.3. Interferenz, Kohärenz, Schwebung, Beugung, Huygens'sches Elementarwellenprinzip
 - 1.4. Kirchhoff'sches Beugungsintegral
2. Elektromagnetismus des Lichtes
 - 2.1. Polarisierung, Energiedichte, Poynting-Vektor
 - 2.2. Hertz'scher Dipol, elektromagnetische Wellen
 - 2.3. Ableitung der Fresnel-Gleichungen
3. Geometrische Optik
 - 3.1. Brechungsindex und Dispersion
 - 3.2. Spiegel, Prismen, Linsen
 - 3.3. Abbildungsgleichungen nach Gauß und Newton
 - 3.4. Abbildungsfehler und ihre Korrektur
 - 3.5. Fermat'sches Prinzip, Eikonalgleichung
 - 3.6. Auflösungsvermögen
4. Spektrale Zerlegung des Lichts
 - 4.1. Spektral auflösende Elemente
 - 4.2. Fabry-Perot-Interferometer
 - 4.3. Schichten und Schichtsysteme
5. Polarisierendes Licht
 - 5.1. Linear und elliptisch polarisiertes Licht
 - 5.2. Polarisationsfilter
 - 5.3. Optische Aktivität
6. Lichttechnik
 - 6.1. Lichtquellen
 - 6.2. Lichtmessung
 - 6.3. Strahlungseinheiten (Radiometrie und Photometrie)

Technische Optik (TOP)

Prüfungsform:

Klausur (80%)
Labor (20%)

Pflichtliteratur:

Schrader, S. (2016). *Skript „Technische Optik“*. TH Wildau.
Hecht, E. (2014). *Optik*. De Gruyter.

Empfohlene Literatur:

Haferkorn, H. (2002). *Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen*. Wiley-VCH.
Bergmann, L. & Schaefer, C. (2010). *Lehrbuch der Experimentalphysik: Optik*. De Gruyter.
Born, M. (2013). *Optik: Ein Lehrbuch der Elektromagnetischen Lichttheorie*. Springer.
Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik*. Weinheim: WILEY-VCH. **Hariharan, P.** (2002). *Basics of holography*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
Iizuka, K. (2002). *For fiber and integrated optics [Elements of photonics/2.]*. New York [u.a.]: Wiley.
Sommerfeld, A. (2006). *Lectures on Theoretical Physics: Optics*. Sarat Book House.

Lasertechnik (LTE)

Modul: Lasertechnik (LTE)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr. Andreas Jechow	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 3/1/0/0	CP nach ECTS: 4.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-03-02
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	57.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	120

Lasertechnik (LTE)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen und verstehen die physikalische Grundlagen der für Lasertätigkeit essentiellen Prozesse, sowie der Ausbreitung und Eigenschaften von Laserstrahlung (z.B. Kohärenz, Pulse). Sie erwerben einen Überblick über in der Lasertechnik gebräuchliche Materialien, Architekturen und Bauelemente sowie über die wichtigsten Lasertypen und deren Anwendungsgebiete. Die Studierenden verfügen über die Kompetenz, Methodik und die theoretischen Zusammenhänge um zielgerichtet neuartige Problemstellungen zu lösen und die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Lasersystemen eigenverantwortlich und innovativ in Forschung, Entwicklung und Produktion umzusetzen. 	50%
Fertigkeiten Die Studierenden erlangen die Fähigkeit zur Analyse komplexer Probleme im Bereich der Lasertechnik und der Lasieranwendungen. <ul style="list-style-type: none"> Sie erwerben die Fertigkeit, Laser fachgerecht für unterschiedliche technische und wissenschaftliche Anwendung einzusetzen. Durch Übungen, Fallbeispiele und aktuelle Literatur erwerben die Studierenden Fertigkeiten, unterschiedliche Lösungsansätze zu entwickeln, die bestehenden Alternativen zu bewerten und das dem zu lösenden Problem am besten angepasste Vorgehen effizient umzusetzen. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erlernen technologische Problemstellungen zu analysieren und Lösungsansätze auf Basis herkömmlicher Technologien im Vergleich zu neuartigen Ansätzen, basierend auf Lasertechnik und optischen Technologien, kritisch zu hinterfragen. 	

Inhalt:
1. Grundlegende Eigenschaften von Licht <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Licht als Teilchen (Das Photon, Detektion einzelner Photonen, Doppelspalt) 1.2. Licht als Welle (ebene Welle, Kugelwelle, Dipolstrahlung) 1.3. Polarisation 1.4. Beugung, Interferenz, Kohärenz, Speckle

Lasertechnik (LTE)

2. Licht Materie Wechselwirkung
 - 2.1. Absorption und Emission
 - 2.2. Das 2-Niveau System (Konzept und Ratengleichung)
 - 2.3. Das 3- bzw. 4-Niveau System (Konzept und Ratengleichung)
 - 2.4. Optische Verstärkung
 - 2.5. Pumpmechanismen
 - 2.6. Linienform, Linienbreite, Linienverbreiterung (homogen, inhomogen)
3. Grundlegender Aufbau von LASER Quellen
 - 3.1. Einwegverstärker, regenerativer Verstärker, MOPA
 - 3.2. Superstrahler (ASE Quelle)
 - 3.3. Der LASER (Schwelle, Auskopplung)
4. Optische Resonatoren, Lasermoden
 - 4.1. longitudinale Moden (Fabry Perot)
 - 4.2. Anschlagverhalten, Frequenzselektion, Durchstimbarkeit
 - 4.3. räumliche Moden (Gauß-Hermite, Gauß-Laguerre, Donut, Modenselektion)
 - 3.4. Gaußstrahl (Strahlqualität, Propagation, Strahlmatrizen)
 - 3.5. Resonatortypen (Stabilität, instabil, stabil)
5. Optische Bauelemente der Lasertechnik (Übersicht)
 - Laserspiegel, Schalter (AOM, Pockelszelle, sättigbarer Absorber), Polarisationsoptiken
6. Pulserzeugung
 - 6.1. Laserdynamik: Relaxationsoszillationen
 - 6.2. Gain-switching, Q-switching, Cavity Dumping
 - 6.3. Modenkopplung (aktiv, passiv, hybrid)
 - 6.4. Ultrakurzpulserzeugung (Few-cycle, Chirp, Pulskompression, Chirped Pulse Amplification, Attosekundenpulse)
7. Festkörperlaser (optisch gepumpt)
 - 7.1. Geometrie (Stab, Scheibe, Faser, Slab)
 - 7.2. Materialien (u.a. Rubin, Nd:YAG, Erbium, Holmium, Ti:Saphir)
8. Halbleiterlaser
 - 8.1. Lichterzeugung im Halbleiter (direkt, indirekt, p-n Übergang, Homo/Heterostruktur)
 - 8.2. Diodenlaser und Architektur (Einzelstreifen, Breitstreifen, Array, Trapez etc.)
9. Gaslaser
 - 9.1. Atome (HeNe), Ionen (Argon, Krypton), Metaldampf laser (Kupfer, Gold)
 - 9.2. Moleküllaser: infrarot (CO₂), ultraviolett (Excimer, Stickstoff)
10. Farbstofflaser

Lasertechnik (LTE)

Prüfungsform:
Klausur
Zusätzliche Regelungen: Klausur (90 - 180 min), ggf. bewertetes Labor

Pflichtliteratur: Emp-
fohlene Literatur:
Joachim Eichler, H. & Eichler, J. (2015). <i>Laser: Bauformen, Strahlführung, Anwendungen.</i> Springer Vieweg.
Menzel, R. (2007). <i>Photonics : Linear and Nonlinear Interactions of Laser Light and Matter.</i> Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG.
Kneubühl, F. K., Sigrist, M. W. (2008) <i>Laser,</i> Springer Vieweg

Wahlpflichtfach 1 (WP1)

Modul: Wahlpflichtfach 1 (WP1)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus-Peter Möllmann, Prof. Dr. Michael Vollmer / Prof. Dr. Justus Eichstädt	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Wahlpflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Die Studierenden haben im Semester mindestens eines der im Modul WP1 angebotenen Wahlpflichtfächer zu belegen. Fakultativ sind mehr möglich. Lehrveranstaltungen: Infrarottechnik (Möllmann/Vollmer); Augenoptik (Eichstädt) Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	29.5
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	0.5
Gesamt:	60

Wahlpflichtfach 1 (WP1)

Lernziele „Infrarottechnik“	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden lernen die grundlegenden Strahlungsgesetze, Strahlungsgrößen, Kenngrößen infrarotoptischer Systeme wie Strahler und Detektoren, optische Materialien kennen. 	50%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden lernen ausgewählte IR-Anwendungen wie Pyrometrie und Thermographie sowie Infrarotspektrometrie kennen und erlernen die Fertigkeiten zum sicheren Umgang mit diesen Techniken. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbständigen, innovativen Anwendung infrarottechnischer Systeme und erwerben die Kompetenz, selbständig ingenieurtechnische Fragestellungen aus der Analyse vorgegebener Problemstellungen zu extrahieren, welche mit Hilfe der IR-Technik gelöst werden können. 	

Inhalt „Infrarottechnik“:

1. Einführung in die IR-Technik (Wellenlängenbereich, Wechselwirkungsprozesse, Hauptanwendungen der Strahlungsthermometrie, Thermographie, Molekülspektroskopie)
2. Strahlungsgesetze
3. Strahlungsgrößen (Energiedichte der Hohlraumstrahlung, Strahlungsfluss auf einen Detektor, Strahlungsaustausch zwischen zwei Körpern, Strahldichte, spezifische Ausstrahlung, Stefan- Boltzmann, Wien, photometrische, radiometrische)
4. Emissionsgrad (Absorptions-, Reflexions-, Transmissionsgrad und Energiesatz, Kirchhoff)
5. Transmission der Erdatmosphäre (Streuung, Absorption durch Molekülgase, Treibhauseffekt, Absorptionskoeffizient, äquivalente Wassersäule, atmosphärische Fenster)
6. Infrarotstrahler/-empfänger, Strahler (technische schwarze Strahler, IR-Laser, IRED), IR- Empfänger
7. Kenngrößen (Quantenausbeute, Responsivität, Zeitkonstante, Linearität, NEP, Detektivität)

Wahlpflichtfach 1 (WP1)

8. Wirkprinzipien (Quantendetektoren: Photozelle, Schottkydiode, pn- und pin- Photodiode, Quantengerade, cut-off-Wellenlänge, Kühlung; thermische Detektoren: Bolometer, Thermoelement, -säule, pyroelektrischer Detektor)
9. IR-Bildaufnahme (Abtastverfahren, Mehrelementdetektoren)
10. Optische Werkstoffe und Bauelemente der IR-Technik (Brechzahl, Dispersion, Abbesche Zahl, Notwendigkeit spezifischer IR-Werkstoffe nach Brechzahl und Durchlässigkeitsbereich)
 - 10.1. Fenster, Filter, IR-Optiken
 - 10.2. Geräte und Anwendungen der IR-Technik
11. Radiometrische Temperaturmessung ohne Ortsauflösung (Pyrometrie und radiometrische Temperaturmessung)
12. Quantitative Betrachtungen (Radiometrische Kette und Ableitung der Formel für die NETD)
13. Gerätebeispiele (low-end: Fieberthermometer; mittlere Genauigkeit: Lambda-Einstellung, Laservisier; high-end: mit eingebautem Kalibrierstrahler)
14. Anwendungsbeispiele Thermographie: Einführung (Vergleich Abtastgerät - FPA - Gerät, Multiplexvorteil am FPA, S/N-Abstand, NETD für Matrix)
15. Räumliches Auflösungsvermögen (PSF und Modulationsübertragungsfunktion MTF, Messung der MTF, MRTD)
16. Signalverarbeitung
17. Anwendungsbeispiele für die IR-Kameras der FHB
18. Abwägung der Spektralbereiche 3-5 Mikrometer bzw. 8-14 Mikrometer (atmosphärische Transmission, Emissionsgrad, Strahlungsleistung und -kontrast, Strahlungsempfänger, Zweikanalverfahren)

Prüfungsform „Infrarottechnik“:

Mündliche Prüfung (100%)

Zusätzliche Regelungen:

Prüfungszeit: 15 min. - 45 min.

Wahlpflichtfach 1 (WP1)

Pfichtliteratur „Infrarottechnik“:

Empfohlene Literatur „Infrarottechnik“:

- Möllmann, K. & Vollmer, M.** (2010). *Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications*. Wiley-VCH Verlag Weinheim.
- Schuster, N. & G. Kolobrodov, V.** (2004). *Infrarotthermographie: Zweite, Überarbeitete Und Erweiterte Ausgabe*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Günzler, H. & Heise, H.** (1996). *IR-Spektroskopie*. Weinheim [u.a.]: VCH.
- 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.** (1993). *The infrared handbook*. Washington, DC: Naval Research, Dep. of the Navy.
- Stahl, K. & Miosga, G.** (1986). *Infrarottechnik*. Heidelberg: Hüthig.
- Herrmann, K.** (1990). *Wissenspeicher Infrarottechnik*. Leipzig: Fachbuchverl. Leipzig.
- Dere- niak, E. & Boreman, G.** (1996). *Infrared detectors and systems*. New York u.a.: Wiley.
- King- ston, R.** (1978 [ersc]). *Detection of optical and infrared radiation*. Berlin [u.a.]: Sp

Wahlpflichtfach 1 (WP1)

Lernziele „Augenoptik“	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden lernen den Aufbau des Auges, seines dioptrischen Apparates, seiner optischen Abbildungsfehler, deren messtechnische Bestimmung sowie optischen und chirurgischen Korrektoren kennen. 	50%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden lernen ausgewählte optometrische Messmethoden wie Aberrometrie und Keratografie sowie Pachymetrie kennen und erlernen die Fertigkeiten zum sicheren Umgang mit diesen Techniken. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> 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. 	

Inhalt „Augenoptik“:
<ol style="list-style-type: none"> Anatomie des Auges (Schutzmechanismen, Bewegungsapparat, Orbita, Bulbus Oculi, dioptrischer Apparat, Sehbahn) Physiologie des Auges (Transmission, Refraktion, Ametropien, Akkommodation, Sehschärfe, Adaptation, Gesichtsfeld, Farbsehen, Binokulares Sehen) Optometrische Methoden (Skiaskopie, Refraktionsbestimmung, Aberrometrie, Keratografie, Pachymetrie, Perimetrie, Funduskopie, Tonometrie) Korrektoren der Ametropien (Brillenkorrektoren, Kontaktlinsenkorrektoren, refraktive Chirurgie, Intraokularlinsen)
Prüfungsform „Augenoptik“:
Schriftliche Prüfung (100%)
Zusätzliche Regelungen: Prüfungszeit: 90 Minuten

Wahlpflichtfach 1 (WP1)

Pfichtliteratur „Augenoptik“:

Empfohlene Literatur „Augenoptik“:

- Pedrotti, F.** (2002). *Optik für Ingenieure*. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- Methling, D.** (2013). *Bestimmung von Sehhilfen. 3. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*. Georg Thieme Verlag KG.
- Dietze, H.** (2015). *Die optometrische Untersuchung. 2. Vollständig überarbeitete Auflage*. Georg Thieme Verlag KG.
- Lippert, H.** (2000). *Lehrbuch Anatomie. 5. Auflage*. Urban & Fischer Verlag München Jena.
- Klinke, R. & Silbernagl, S.** (2003). *Lehrbuch der Physiologie. 4. Korrigierte Auflage*. Georg Thieme Verlag KG.

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

Modul: Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Franz Eckhard Endruschat; Prof. Dr. Martin Regehly	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 6	davon V/Ü/L/P: 4/0/2/0	CP nach ECTS: 7.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-02-28
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse in Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Optische Messtechnik (OMT) 2/0/2/0 (Endruschat), Bildgebende Verfahren (BGV) 2/0/0/0 (Regehly) Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	90.0
Vor- und Nachbereitung:	119.5
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	0.5
Gesamt:	210

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse und Fertigkeiten in optischer Messtechnik und bildgebenden Verfahren. • Anhand spezieller Probleme wird die Anwendungen der verschiedenen Messmethoden und -techniken incl. bildgebender Verfahren trainiert und gefestigt. Gleichzeitig werden mögliche Messunsicherheiten und -fehler für die verschiedenen Messprozesse quantifiziert. • Für tomographische bildgebende Verfahren werden besondere mathematische Methoden vermittelt. 	50%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, optische / bildgebende Verfahren zielgerichtet bei der Lösung experimenteller Messprobleme einzusetzen. • Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, als potentielle Entwickler und Anwender von optischen bzw. bildgebenden Messsystemen, deren Stärken und Schwächen in Bezug auf unterschiedliche Anwendungen theoretisch und praktisch zu berücksichtigen. • Es wird die Fähigkeit vermittelt, moderne Methoden und Werkzeuge bildgebender Verfahren auf konkrete Aufgabenstellungen zu übertragen und entsprechende Systeme zu konzeptionieren und zu entwickeln. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz <ul style="list-style-type: none"> • Das Arbeiten im Team gehört zum praktischen Teil des Moduls 	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, Messverfahren und Messprozesse in Forschung, Entwicklung und Produktion einzusetzen und Messaufgaben mit den erworbenen, vertieften ingenieurtechnischen Spezialkenntnissen zu lösen. • Die Studierenden erwerben die Kompetenz, selbständig verschiedene Messaufgaben und die zugehörigen Anforderungen an die Präzision aus vorgegebenen ingenieurtechnischen Problemstellungen abzuleiten und in entsprechende Messstrategien umzusetzen. 	

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

Inhalt: Optische Messtechnik

1. Einführung in die theoretischen und gerätetechnischen Grundlagen der optischen Messtechnik
 - 1.1. Erfassen, Messen, Übertragen und Speichern von Messwerten verschiedener physikalischer Größen mittels optischer Methoden
 - 1.2. Optische Abbildung und Mikroskopie
 - 1.2.1. Bildentstehung
 - 1.2.2. Auflösungsvermögen nach Abbe
 - 1.2.3. Optische Scanverfahren
 - 1.2.4. Interferometrische Verfahren
 - 1.3. Abbildende Objekterfassung
 - 1.3.1. Zwei-/dreidimensionale Photogrammetrie
 - 1.3.2. aktive Triangulation
 - 1.3.3. Lichtschnittverfahren
 - 1.3.4. Linienprojektion, u.a.
 - 1.4. Interferometrie
 - 1.4.1. Grundlagen
 - 1.4.2. Abstandsmessungen
 - 1.4.3. Polarisationsinterferometer
 - 1.4.4. Doppelfrequenzinterferometer
 - 1.5. die Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und Messgenauigkeit, Winkelmessung
 - 1.6. Weißlichtinterferometrie
 - 1.7. Twyman-Green-Interferometer
 - 1.8. Holografische Interferometrie
 - 1.8.1. Grundlagen
 - 1.8.2. Verfahren und Auswertung
 - 1.8.3. Doppelbelichtungsverfahren
 - 1.8.4. Echtzeitverfahren
 - 1.8.5. Phaseshift-Verfahren
 - 1.9. Speckle-Messtechnik
 - 1.9.1. Speckle Fotografie
 - 1.9.2. Abbildende und unfokussierte Speckle-Fotografie
 - 1.9.3. Speckle-Interferometrie
 - 1.9.4. Speckle-Interferometer
 - 1.9.5. Elektronische Speckle-Interferometrie
 - 1.9.6. Zeitmittelungsverfahren
 - 1.10. spezielle Sensoren und Techniken
 - 1.10.1. Optische Kohärenztomografie
 - 1.10.2. Tomografie
 - 1.10.3. Weißlichtinterferometrie in der Medizin
 - 1.10.4. Echtzeitmessung, Geschwindigkeitsmessung
 - 1.10.5. Laser-Doppler-Anemometer
 - 1.10.6. LIDAR
 - 1.10.7. Stoffanalyse

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

Inhalt: Bildgebende Verfahren

2. Bildgebende Verfahren

- 2.1. Definition, Struktur und Ordnungsschemata bildgebender Verfahren
- 2.2 Strahlungsphysikalische Größen und Licht-Materie Wechselwirkung
- 2.3 Auflösungsvermögen optisch bildgebender Verfahren
 - 2.3.1 Beugungsbegrenzung, Fraunhofer Beugung, Airy Disk, Rayleigh Kriterium
 - 2.3.2 Limitierung durch Abbildungsfehler
 - 2.3.3 Systemcharakterisierung über Punktspreizfunktion (PSF)
 - 2.3.4 Modulationstransferfunktion, beugungsbegrenzte MTF
- 2.4 Verfahren zur Überwindung des Beugungslimits
 - 2.4.1 4Pi Mikroskopie
 - 2.4.2 Stimulated Emission Depletion (STED) Mikroskopie
 - 2.4.3 kombinierte Ansätze
- 2.5 Bildgebung mit CCD Kameras
 - 2.5.1 PN-Übergang, innerer Photoeffekt, Photodiode
 - 2.5.2 MOS Kondensator, CCD Funktionsprinzip
 - 2.5.3 Architekturen, Front- und Rückseitenbelichtung
 - 2.5.4 Ladungssammlung, Transport und Ausgangsstufe
 - 2.5.5 Photonenrauschen und Rauschprozesse in der CCD
 - 2.5.6 Dynamikbereich und Berechnung des SNR
 - 2.5.7 hohe Empfindlichkeit: Electron-Multiplying CCD
 - 2.5.8 hohe Zeitauflösung: Intensivierte CCDs
- 2.6 Bildgebung mit CMOS Kameras
 - 2.6.1 CMOS Technologie und Herstellungsprozess
 - 2.6.2 Architekturen von CMOS Sensoren
 - 2.6.3 Active Pixel Sensor (APS) und Varianten
 - 2.6.4 Rolling und Global Shutter
 - 2.6.5 Farbsensoren, Bayer Pattern
 - 2.6.6 Wissenschaftliche CMOS Kameras (sCMOS)
 - 2.6.7 High Speed Kameras, Digital Pixel Sensor
 - 2.6.8 3D Time-of-flight Kameras (TOF)

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

2.7 Magnetresonanztomographie (MRT)

- 2.7.1 Aufbau und Funktionsweise des Tomographen
- 2.7.2 Kernspin, mag. Momente im Gleichfeld
- 2.7.3 Bewegungsgleichung für wechselfreie Teilchen, Larmor-Frequenz
- 2.7.4 wechselwirkende Spins, Blochsche Gleichungen
- 2.7.5 Longitudinale und transversale Relaxationszeit
- 2.7.6 T1 und T2 Bestimmung, Spin-Echo-Sequenz
- 2.7.7 3D Bildgebung, Frequenz-und Phasenkodierung
- 2.7.8 Echtzeit-MRT

2.8 Computertomographie (CT)

- 2.8.1 Aufbau und Funktion der Scanner bis zur 3. Generation
- 2.8.2 Erzeugung, Detektion der Röntgenstrahlung, Strahlenexposition
- 2.8.3 Absorption und Hounsfield Skala
- 2.8.4 Projektionen, Linienintegrale, Sinogramm
- 2.8.5 Radontransformation, Fourier-Scheibentheorem
- 2.8.6 gefilterte Rückprojektion über 2D-Fouriertransformation
- 2.8.7 3D Darstellungen über MIP und Raycasting

2.9 Sonographie

- 2.9.1 Frequenzbereich, Anwendungen
- 2.9.2 Erzeugung und Detektion von Ultraschall, Messköpfe
- 2.9.3 Ausbreitung im Medium, Reflexion, Absorption, Streuung
- 2.9.4 Echo-Impuls Verfahren
- 2.9.5 Auflösungsvermögen, Scanmodes
- 2.9.6 Doppler-Sonografie
- 2.9.7 3D Sonografie

Prüfungsform:

Mündliche Prüfung (100%)

Zusätzliche Regelungen:

mündliche Prüfung (30-45 min), Labor: Schein

Optische Mess- und Analyseverfahren (OMA)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

Bonnell, D. (2000). *Scanning Probe Microscopy and Spectroscopy: Theory, Techniques, and Applications*. John Wiley & Sons.

Amelinckx, S. (1996). *Handbook of Microscopy, 3 Vol.: Methods: Applications in Materials Science, Solid-state Physics and Chemistry: 2*. Wiley-VCH.

van Dyck, S. (1996). *Handbook of Microscopy I. Methods I: Applications in Materials Science, Solid-state Physics and Chemistry: 001*. Wiley-VCH.

Geary, J. (1993). *Introduction to Optical Testing (Tutorial Texts in Optical Engineering)*. SPIE Society of Photo-Optical, Instrumentation Engineers.

Donges, A. (1993). *Optoelektronische Verfahren zur Messung geometrischer Größen, Band 405 Meß- und Prüftechnik*. Hüthig-Verlag.

(1997). *Laseroptische Mess- und Prüfverfahren für die Produktion und Umweltmesstechnik, Abschluß- und Zwischenprä-sentation*. VDI Technologiezentrum Physikalische Technologien.

Hauf, W. & Grigull, U. & Mayinger, F. (1991). *Optische Meßverfahren in der Wärme- und Stoffübertragung*. Berlin u.a.: Springer.

Hecht, E. (2009). *Optik*. München: Oldenbourg.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)

Modul: Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1(FP1)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. Friedhelm Heinrich & weitere Dozenten	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 0/0/0/2	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse Optik/Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Das F&E-Projekt kann an der eigenen Hochschule, an anderen Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen oder in der Industrie durchgeführt werden.		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	0.0
Projektarbeit:	29.5
Prüfung:	0.5
Gesamt:	60

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen	20%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Sie erwerben die Fertigkeiten, praktische Grundlagen des Projektmanagements anzuwenden und die adäquate Dokumentation von F&E-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. 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	30%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Kompetenz zur selbstständigen Erarbeitung von Lösungen optischer / photonischer Problemstellungen. • 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. 	

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 die Fachsemester
2. Am Ende des 2. Fachsemesters sind ein Bericht und eine Abschlusspräsentation anzufertigen. Diese werden als Teil der studienbegleitenden Prüfung bewertet.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 1 (FP1)

Prüfungsform:

Schriftliche Arbeit (50%)
Präsentation (50%)

Zusätzliche Regelungen:

Die Präsentation erfolgt sowohl in Form eines Vortrages als auch eines Posters.

Pflichtliteratur:

Saleh, B. & Teich, M. (2008). *Grundlagen der Photonik*. Weinheim: WILEY-VCH.

Menzel, R. (2001). *Photonics*. Berlin [u.a.]: Springer.

Empfohlene Literatur:

Optische Materialien / Optischer Gerätebau (OMG)

Modul: Optische Materialien / Optischer Gerätebau (OMG)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. Friedhelm Heinrich	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	27.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	60

Optische Materialien / Optischer Gerätebau (OMG)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erlangen Grundlegende Kenntnisse über optische Materialien und deren Anwendung, neue Materialien der Mikro- und Nanotechnologie. 	60%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erarbeiten sich die Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Materialien für optische Systeme. Sie erlangen die Fertigkeit zur Berechnung optischer Systeme und Komponenten. Die Studierenden erhalten die Kompetenz in der Auslegung und im Design optischer Systeme. 	30%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit	

Optische Materialien / Optischer Gerätebau (OMG)

Inhalt:

1. Optische Koeffizienten (komplexer Brechungsindex und Permittivität)
2. Kristalline Isolatoren und Halbleiter , Gläser, Metalle, molekulare Materialien, dotierte Gläser
3. Charakteristika der Optik von Festkörpern
 - 3.1. Mikroskopische Modelle
 - 3.2. Dispersionstheorie
 - 3.3. Kramers-Kronig-Relationen
 - 3.4. Kristallsymmetrie
 - 3.5. Doppelbrechung
4. optisch aktive Materialien
5. elektrooptische Effekte, Phasenschieber, Polarisatoren
6. Elektronische Bänder, Vibronische Bänder
7. Zustandsdichte
8. Delokalisierte Zustände und kollektive Anregungen
9. direkte und indirekte Halbleiter
 - 9.1. Absorption und Lumineszenz
 - 9.2. organische Halbleiter
 - 9.3. OLED
 - 9.4. Quantenbeschränkung (Quantentöpfe, Quantendrähte, Quantenpunkte)

Prüfungsform:

Klausur: (90 - 180 min)

Optische Materialien / Optischer Gerätebau (OMG)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

- Bergmann, L. & Schaefer, C. & Kassing, R. & Blügel, S.** (2005). *Ludwig Bergmann; Clemens Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik: Festkörper*. Walter de Gruyter.
- Ibach, H. & Lüth, H.** (2009). *Festkörperphysik: Einführung in die Grundlagen*. Springer-Lehrbuch.
- Gersten, J. & Smith, F.** (2001). *The physics and chemistry of materials*. New York [u.a.]: Wiley.
- Heavens, O.** (1991). *Optical properties of thin solid films*. New York: Dover.
- Wolfgang, N.** (2014). *Grundkurs Theoretische Physik 5/2: Quantenmechanik - Methoden und Anwendungen (Springer-Lehrbuch)*. Springer Spektrum.
- Christian, K.** (2006). *Optische Gleichrichtung in dielektrischen Materialien mit Nichtlinearitäten zweiter Ordnung*. Shaker.
- Stefan, H.** (1995). *Spektroskopie ultraschneller Prozesse in elektro-optischen Materialien*. Shaker Verlag.
- K, W.** (2003). *Bestimmung optischer Kennwerte lumineszierender und reflektierender Materialien*. Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft. **Lit-**
- fin, G.** (2005). *Technische Optik in der Praxis*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Meschede, D.** (2005). *Optik, Licht und Laser*. 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*. München: Verl. Dr. Hut.
- Dhar Gupta, B.** (2015). *[(Fiber Optic Sensors Based on Plasmonics)] [By (author) Banshi Dhar Gupta] published on (July, 2015)*. World Scientific Publishing Co Pte Ltd.
- Desurvire, E.** (1994). *Erbium doped fiber amplifiers*. New York, NY u.a.: Wiley.
- Fox, M.** (2012). *Optische Eigenschaften von Festkörpern*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

Halbleitertechnologien (HLT)

Modul: Halbleitertechnologien (HLT)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr. Andreas Mai	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-23
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	29.5
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	0.5
Gesamt:	60

Halbleitertechnologien (HLT)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> • Durch die Vermittlung von vertieften Kenntnissen und Fertigkeiten im Bereich neuer Entwicklungen in der Photonik und Mikroelektronik, der Mikrosystemtechnik, den Materialwissenschaften und verwandter Fachrichtungen erlangen die Studierenden eine entsprechende Fachkompetenz. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Halbleitertechnologien und kennen die wichtigsten Verfahren und neuer Entwicklungen in diesem Bereich. 	50%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind als potentielle Entwickler und Anwender von Halbleiter-, Laser- und Optikkomponenten in der Lage, deren Spezifika im Hinblick auf spätere Anwendungen und deren Herstellungstechnologien theoretisch und praktisch zu berücksichtigen. • Sie sind in der Lage, Problemstellungen in den Materialwissenschaften und den jeweiligen Technologiefeldern, mit den erworbenen, vertieften ingenieurtechnischen Spezialkenntnissen zu lösen. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbständigen, innovativen Anwendung ihrer Kenntnisse und Fertigkeiten in der jeweiligen Vertiefungsrichtung. • Die Studierenden erwerben die Kompetenz, selbständig ingenieurtechnische Fragestellungen aus der Analyse vorgegebener Problemstellungen in der jeweiligen Vertiefungsrichtung zu extrahieren und in entsprechende Lösungsstrategien umzusetzen. 	

Halbleitertechnologien (HLT)

Inhalt:

1. Materialien, Verfahren und Diagnostik zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen
 - 1.1. Wafersubstratherstellung (Halbleiterkristall; Miller-Indizes; Czochalski-Verfahren; Floating-Zone; Substrat-Arten: Si-Bulk, Silicon-on-Insulator – SOI, SiGe-Strukturen)
 - 1.2. 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,...)
 - 1.3. physikalische Gasphasenabscheidung (PVD)
 - 1.4. Metrologie, z.B. CD-REM, Defektinspektionsverfahren
 - 1.5. Ionenimplantation
 - 1.6. Ausheilungsverfahren, z.B. Rapid-Thermal-Anneal (RTA))
 - 1.7. Modularstellung eines Prozessablaufs eines integrierten elektro-optischen Schaltkreises (FEOL; WG – Wave Guides; GC - Grating-Coupler; PD - Photodiodes; BEOL-Metallisierung)
2. Ausbeute, Zuverlässigkeit und Qualifikation von HL-Technologien
3. Physik von Bauelementen (CMOS, Halbleiterdetektoren)
4. Neue Entwicklungen in den Halbleiter-Technologien (More-than-Moore Technologien)
 - Siliziumphotonik (EPIC-Technologien; Materialien)
 - 2D Elektronik
5. Modellierung und Design von Halbleiterbauelementen
6. Prozessablauf und Waferfertigung

Prüfungsform:

Mündliche Prüfung

Zusätzliche Regelungen:

Dauer (15 - 45 min)

Halbleitertechnologien (HLT)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

- R. Doering, Y. Nishi**, Handbook of Semiconductor Manufacturing Technology, CRC Press 2008
- T. Giebel** "Grundlagen der CMOS-Technologie"; Teubner 2002
- Widmann, D. & Mader, H. & Friedrich, H. (1996). *Technologie hochintegrierter Schaltungen (Halbleiter-Elektronik)*. Springer.
- Hilleringmann, U.** (2014). *Silizium-Halbleitertechnologie: Grundlagen mikroelektronischer Integrationstechnik*. Springer Vieweg.

Klassische Mechanik, Elektrodynamik (KED)

Modul: Klassische Mechanik, Elektrodynamik (KED)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sigurd Schrader	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 8	davon V/Ü/L/P: 8/0/0/0	CP nach ECTS: 9.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau		
Empfohlene Voraussetzungen:		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Klassische Mechanik (KME) 4/0/0/0 und Elektrodynamik (EDY) 4/0/0/0 Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	120.0
Vor- und Nachbereitung:	147.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	270

Klassische Mechanik, Elektrodynamik (KED)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> 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. 	40%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> 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 ziel führend 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. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können mathematisch-physikalische Aufgabenstellungen in Vortragssituationen gemeinsam mit anderen bearbeiten. 	20%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind befähigt, komplexe Aufgabenstellungen aus den Gebieten der klassischen Physik zu abstrahieren und selbständig geeignete Lösungsansätze zu entwickeln. 	

Inhalt:

1. Newton-Mechanik
 - 1.1. Erhaltungsgrößen

Klassische Mechanik, Elektrodynamik (KED)

- 1.2. Bewegung im Zentralpotential, Kepler-Problem
- 1.3. Der starre Körper
2. Lagrange-Mechanik
 - 2.1. Zwangsbedingungen, verallgemeinerte Koordinaten
 - 2.2. Zwangskräfte, d'Alembert'sches Prinzip
 - 2.3. Euler-Lagrange-Gleichung
3. Hamilton-Mechanik
 - 3.1. Legendre-Transformation, Übergang zur Hamiltonfunktion
 - 3.2. kanonische Transformationen
 - 3.3. Poisson-Klammer
 - 3.4. Vielteilchenprobleme, Verbindung zu Statistik und Thermodynamik
4. Elektrostatik
 - 4.1. Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Feld, Potenzial, Feldenergie
 - 4.2. Felder einfacher Ladungsverteilungen: Dipol, Multipolentwicklung, Kondensator
 - 4.3. Poisson-Gleichung
 - 4.4. Randwertprobleme
 - 4.5. Dielektrika: Dielektrizitätskonstante, Suszeptibilität, Polarisierbarkeit
 - 4.6. Spiegelladungen
 - 4.7. Elektrischer Strom: Kontinuitätsgleichung, Ohmsches Gesetz, Joulesches Gesetz
5. Magnetostatik
 - 5.1. Oerstedt'sches Gesetz, Biot-Savart-Gesetz
 - 5.2. Magnetisches Feld, Vektorpotenzial
 - 5.3. Elektromagnetische Induktion
 - 5.4. Lorentz-Kraft
 - 5.5. Einteilung magnetischer Stoffe
6. Maxwell-Theorie
 - 6.1. Maxwell-Gleichungen der Elektrodynamik
 - 6.2. elektromagnetische Wellen: Ausbreitung, Reflexion, Brechung, Beugung, Interferenz

Klassische Mechanik, Elektrodynamik (KED)

Prüfungsform:

Klausur

Pflichtliteratur:

Schrader, S. (2016). *Skript Theoretische Physik „Klassische Mechanik“*. TH Wildau.

Schrader, S. (2016). *Skript Theoretische Physik „Elektrodynamik“*. TH Wildau.

Empfohlene Literatur:

Greiner, W. (2007). *Klassische Mechanik I: Kinematik und Dynamik der Punktteilchen - Relativitätstheorie*. Europa-Lehrmittel.

Nolting, W. (2012). *Grundkurs Theoretische Physik 1: Klassische Mechanik*. Springer.

Fließbach, T. (2009). *Mechanik*. Heidelberg [u.a.]: Spektrum Akad. Verl..

Goldstein, H. & P. Poole Jr., C. & L. Safko Sr., J. (2006). *Klassische Mechanik*. Wiley-VCH.

Newton, I. (1988). *Über die Gravitation*. Frankfurt a.M.: Klostermann.

David Jackson, J. (2014). *Klassische Elektrodynamik*. De Gruyter.

Greiner, W. (2008). *Klassische Elektrodynamik*. Europa-Lehrmittel.

Philippow, E. (2010). *Grundlagen der Elektrotechnik, 10. Aufl.*. Verlag Technik. **Schmelzer, J. & Ulbricht, H. & Mahnke, R.** (1994). *Aufgabensammlung zur klassischen theoretischen Physik*. Wiesbaden: Aula-Verl..

Steinle, F. (2005). *Explorative Experimente: Ampère, Faraday und die Ursprünge der Elektrodynamik*. Franz Steiner Verlag.

Dransfeld, K. & Kienle, P. (2008). *Elektrodynamik und spezielle Relativitätstheorie [Physik/2.]*. München [u.a.]: Oldenbourg.

Wahlpflichtfach 2 (WP2)

Modul: Wahlpflichtfach 2 (WP2)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. Joachim Bauer, weitere Dozenten der TH Wildau	

Semester: 2	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Wahlpflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Die Studierenden haben im Semester mindestens eines der im Modul WP2 angebotenen Wahlpflichtfächer zu belegen. Fakultativ sind mehr möglich. Lehrveranstaltung: z.B. Modellierung optischer Systeme 1 (Bauer) und weitere entsprechend einem jährlich aktuell angepassten Katalog (z.B. Optik-Simulation in der Praxis, Fertigung optischer Systeme) Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	29.5
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	0.5
Gesamt:	60

Wahlpflichtfach 2 (WP2)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> • Den Studierenden werden vertiefte Kenntnisse zur physikalischen Basis der Berechnung und Optimierung optischer Systeme vermittelt. • Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise optischer Systeme. 	50%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Der Studierende erwirbt Fertigkeiten und Kenntnisse bei der Anwendung des optische Design-, Analyse- und Optimierungs-Programms ZEMAX. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Sie 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. 	

Wahlpflichtfach 2 (WP2)

Inhalt: Exemplarisch für Modellierung optischer Systeme 1

1. Geometrische optische Theorie der Abbildung
 - 1.1. Paraxiale bzw. kollineare Abbildung
 - 1.2. Abbesche Invariante, Helmholtz-Lagrangsche Invariante
 - 1.3. Hauptpunktkoordinatensystem, Brennpunktkoordinatensystem
 - 1.4. Strahldurchrechnung optischer Systeme (Ray Tracing, ZEMAX)
 - 1.5. Einführung in das optische Design-, Analyse- und Optimierungs-Programm ZEMAX
 - 1.6. Abbildungsfehler
 - 1.6.1. Farbfehler
 - 1.6.2. Öffnungsfehler, Öffnungsfehler höherer Ordnung
 - 1.6.3. Koma
 - 1.6.4. Bildfeldwölbung
 - 1.6.5. Astigmatismus
 - 1.6.6. Verzeichnung
2. Modellierung und Bewertung optischer Systeme
 - 2.1. Analytische Bewertung optischer Systeme (Eikonal der Optik, und Seidelsche Theorie, Fehlermodelle höherer Ordnung, vorrangig 3.Ordnung)
 - 2.2. Reduzierung des Öffnungsfehlers durch Flächenteilung
 - 2.3. Korrektur der Abbildungsfehler (Korrektur: Öffnungsfehler, Koma, Astigmatismus, Farbfehler, Asphären, Verzeichnung)
 - 2.4. Reduzierung der optischen Abbildungsfehler durch optische Systeme (Kondensor, TESSAR, Triplet)
 - 2.5. Spotdiagramm
 - 2.6. Gaußfehler/Querabweichung
 - 2.7. Zusammenhang der geometrisch optischen Bildfehlern mit den Wellenoptischen Bildfehlern, Zernike Polynom

Wahlpflichtfach 2 (WP2)

Prüfungsform:

Präsentation (100%)

Zusätzliche Regelungen: Abschlusspräsentation (20 min.)

Pfichtliteratur: Emp-

fohlene Literatur:

Bauer, J. (2016). *Vorlesungsskript "Modellierung optischer Systeme"*. TH Wildau.
(2008). *ZEMAX, User Manual*.
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..
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.

Statistische Mechanik, Thermodynamik (SMT)

Modul: Statistische Mechanik, Thermodynamik (SMT)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dozent der TH Brandenburg	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 4/0/0/0	CP nach ECTS: 5.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-22
Pflicht Voraussetzungen: Analysis (Differential- und Integralrechnung für Funktionen mit mehreren Veränderlichen, einfache Differentialgleichungen lösen), Stochastik (Kombinatorik, Verteilungsfunktionen)		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	87.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	150

Statistische Mechanik, Thermodynamik (SMT)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden besitzen fundierte Kenntnisse der klassischen Thermodynamik und deren Anwendung. Sie können die Entwicklung von der Einteilchen-Quantenmechanik zur Mehrteilchen-Quantenmechanik nachvollziehen. 	40%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> 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. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können mathematisch-physikalische Aufgabenstellungen in Vortragssituationen gemeinsam mit anderen bearbeiten. 	20%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind befähigt, komplexe Aufgabenstellungen aus den Gebieten der statistischen Physik zu abstrahieren und selbständig geeignete Lösungsansätze zu entwickeln. 	

Statistische Mechanik, Thermodynamik (SMT)

Inhalt:

1. Grundbegriffe und Einführung
 - 1.1. Teilchensysteme und Gleichgewicht
 - 1.2. Mathematische Statistik
 - 1.3. Boltzmann-Verteilung / Maxwell-Verteilung
 - 1.4. mikrokanonisches Ensemble
 - 1.5. großkanonisches Ensemble
 - 1.6. Ideales Gas
2. Klassische Thermodynamik
 - 2.1. Boyle-Mariotte'sches Gesetz
 - 2.2. erster und zweiter Hauptsatz
 - 2.3. reversible und irreversible Zustandsänderung
 - 2.4. thermodynamische Potentiale
 - 2.5. adiabatische und isotherme Expansion eines idealen Gases
 - 2.6. Carnot-Prozess
 - 2.7. Phasenübergänge
3. Statistische Mechanik wechselwirkender Systeme
 - 3.1. Virial-Theorem / Virial-Entwicklung
 - 3.2. Van-der-Waals-Zustandsgleichung
 - 3.3. Transfer-Matrixmethoden
4. Quantenstatistik
 - 4.1. quantenmechanische Effekte und Postulate
 - 4.2. Wellenfunktion freier Teilchen
 - 4.3. N-Teilchen-Wellenfunktionen
 - 4.4. klassischer Limes der Quantenstatistik
 - 4.5. Bose- und Fermi-Statistik
 - 4.6. Schwarzkörperstrahlung
 - 4.7. Bose-Einstein-Kondensation

Statistische Mechanik, Thermodynamik (SMT)

Prüfungsform:
Klausur

Pflichtliteratur:
<p>Fließbach, T. (2010). <i>Statistische Physik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik IV</i>. Spektrum Akademischer Verlag.</p> <p>Windisch, H. (2014). <i>Thermodynamik: Ein Lehrbuch für Ingenieure</i>. De Gruyter Oldenbourg.</p> <p>Schmelzer, J. & Ulbricht, H. & Mahnke, R. (1994). <i>Aufgabensammlung zur klassischen theoretischen Physik</i>. Wiesbaden: Aula-Verl..</p>
Empfohlene Literatur:
<p>Nolting, W. (2013). <i>Grundkurs Theoretische Physik 6: Statistische Physik (Springer-Lehrbuch)</i>. Springer Spektrum.</p> <p>Nickel, U. (2010). <i>Lehrbuch der Thermodynamik</i>. Erlangen: PhysChem-Verl..</p> <p>Schwabl, F. (2006). <i>Statistische Mechanik (Springer-Lehrbuch)</i>. Springer.</p>

Quantenmechanik (QME)

Modul: Quantenmechanik (QME)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thomas Kern	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 3.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Linearen Algebra, homogene lineare Differentialgleichungen erster und zweiter Ordnung		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	58.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	2.0
Gesamt:	90.0

Quantenmechanik (QME)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden besitzen fundierte Kenntnisse über die Grundlagen der Quantentheorie. Die Studierenden können die Grenzen der nichtrelativistischen Quantentheorie kritisch reflektieren und besitzen einen Überblick über weiterführende Themen (z.B. zweite Quantisierung). 	50%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können die zeitunabhängige Schrödingergleichung für grundlegende Potentialverläufe lösen. Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Befunde aus der Atom- und Molekülphysik in den Kontext theoretischer Modellbildungen einzuordnen. 	30%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	20%
Selbstständigkeit	

Inhalt:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Experimentelle Phänomene, die zur Entwicklung der Quantenmechanik führten <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Schwarzer Strahler und Planck'sches Strahlungsgesetz 1.2. Atomspektren und Bohr-Modell 1.3. Photoelektrischer Effekt 1.4. Compton-Effekt 2. Grundlagen der Quantenmechanik <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Materiewellen 2.2. Grenzen der Anwendbarkeit der Quantenmechanik 3. Mathematischer Apparat der Quantenmechanik <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Darstellung mechanischer Größen durch Operatoren 3.2. Grundlagen der Darstellungstheorie 3.3. Schrödinger-Gleichung 3.4. Dichtematrix 3.5. unitäre Transformationen

Quantenmechanik (QME)

- 3.6. Änderung eines Zustandes mit der Zeit (Änderung mechanischer Größen mit der Zeit)
- 3.7. Störungstheorie
- 3.8. zweite Quantisierung
- 4. Bewegung von Teilchen im Potenzialfeld
 - 4.1. Harmonischer Oszillator
 - 4.2. Mehrkörperproblem
 - 4.2.1. Coulomb-Potential, Wasserstoffatom
 - 4.2.2. Born-Oppenheimer-Näherung
 - 4.2.3. Heliumatom
- 5. Anwendungen in der Atom- und Molekülphysik
 - 5.1. Tunneleffekt
 - 5.2. Emission/Absorption/Streuung von Licht
 - 5.3. quantenmechanische Übergänge
 - 5.4. Pauli-Prinzip
 - 5.5. mechanisches und magnetisches Moment des Elektrons (Spin)
 - 5.6. Spin-Bahn-Kopplung
 - 5.7. Teilchensysteme
 - 5.8. Molekülbildung

Prüfungsform:

Zusätzliche Regelungen:
Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung

Quantenmechanik (QME)

Pflichtliteratur:

- Feynman, R.** (2007). *Quantenmechanik [Feynman-Vorlesungen über Physik/3]*.
- Nolting, W.** (2008). *Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik - Grundlagen (Springer-Lehrbuch)*. Springer.
- Nolting, W.** (2014). *Grundkurs Theoretische Physik 5/2: Quantenmechanik - Methoden und Anwendungen (Springer-Lehrbuch)*. Springer Spektrum.
- I. Blochinzew, D.** (2000). *Grundlagen der Quantenmechanik. Studienausgabe*. Deutsch Harri GmbH.

Empfohlene Literatur:

- P. Feynman, R.** (2010). *QED - Die seltsame Theorie des Lichts und der Materie*.
- Gribbin, J.** (2010). *Auf der Suche nach Schrödingers Katze: Quantenphysik und Wirklichkeit*. Piper Taschenbuch.

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Modul: Lasermaterialbearbeitung (LMB)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Justus Eichstädt & Dr. Sowoidnich	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 3/0/1/0	CP nach ECTS: 5.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-17
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau, Erfolgreicher Abschluss der Module des 1. und 2. Fachsemesters		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltung: Vorlesung Lasermaterialbearbeitung: 3/0/0/0; Labor: 0/0/1/0 Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	88.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	2.0
Gesamt:	150

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Wechselwirkung von Licht mit Materie und kennen die wichtigsten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung 	40%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Sie besitzen die Fertigkeiten als potentielle Entwickler und Anwender von Lasern und Optikkomponenten, diese in komplexen Anlagen zur Lasermaterialbearbeitung sicher einzusetzen und zu bedienen. Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, Kenndaten von Laserstrahlquellen und Optikkomponenten in Hinblick auf die Lasermaterialbearbeitung theoretisch und praktisch zu berücksichtigen 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erlangen die Kompetenz, Komponenten, Anlagen und Verfahren der Lasermaterialbearbeitung für die Lösung neuartiger ingenieurtechnischer Aufgabenstellungen auszuwählen, sicher einzusetzen und selbständig an deren Weiterentwicklung zu arbeiten. Die Studierenden trainieren das Arbeiten im Team und die Fähigkeit zur gezielten Informationsbeschaffung. 	

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Inhalt:

Vorlesung Lasermaterialbearbeitung:

1. Wechselwirkung von Licht mit Materie: Reflexion, Absorption und Transmission, thermische und athermische Wechselwirkungsvorgänge
2. Anlagentechnik: Grundaufbau, Anlagenkonzepte, Punkt- und maskengestützte Verfahren, Laserstrahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung, optische Komponenten, Strahlformung, Strahlführung, Strahlaufweitung, Strahlfokussierung, Strahlhomogenisatoren, Scannersysteme, Bewegungsachsen, Zerstörungsschwellen von optischen Komponenten, Strahlbeobachtungssysteme, Strahldiagnose, Messsysteme und Sensorik zur Prozessregelung und -steuerung, Anlagensteuerung und Programmierung
3. Verfahren der Lasermaterialbearbeitung: Einteilung der Bearbeitungsverfahren, Bearbeitungsparameter, Bestimmung von Bestrahlungsparametern, Abtragen und Strukturieren, laser-induzierte periodische Oberflächenstrukturen, Laserbohren, Laserbeschriftung, Laserschneiden, Laserschweißen und -Löten, Oberflächenbehandlung mit Laserstrahlung, Lasergestützte generative Fertigungsverfahren
4. Laseranlagensicherheit: Laserklassen, Schutzmaßnahmen, Normen und Richtlinien

Labor Lasermaterialbearbeitung:

1. die Studierenden lernen den Umgang mit industriellen Lasersystemen zur Materialbearbeitung kennen und führen in Gruppen ausgewählte Bearbeitungsaufgaben zur Materialbearbeitung im Feinbearbeitungsbereich an Laseranlagen durch
2. bei den zu bearbeitenden Aufgabenstellungen sind durch die Studierenden Arbeitsprogramme zu erstellen, Bearbeitungsparameter zu erproben und Bearbeitungsergebnisse auszuwerten
3. durch die hierbei erlernten Fähigkeiten und Fertigkeiten wird die prinzipielle Arbeitsweise an industriellen Anlagentechniken verdeutlicht

Lasermaterialbearbeitung (LMB)

Prüfungsform:

Klausur (100%)

Zusätzliche Regelungen: Klausur 90 min oder mündliche Prüfung 30 min; bestandener Laborschein

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

Dorn, L. (1992). *Schweißen und Löten mit Festkörperlasern*. Springer-Verlag. Iff-

länder, R. (1990). *Festkörperlaser zur Materialbearbeitung (Laser in Technik und Forschung)*. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. KG.

Beyer, E. & Wissenbach, K. (1998). *Oberflächenbehandlung mit Laserstrahlung (Laser in Technik und Forschung)*. Springer.

Schuöcker, D. (2012). *[(Handbook of the EuroLaser Academy: Volume 2)] [Edited by Dieter Schuöcker] published on (October, 2012)*. Springer-Verlag New York Inc..

Herziger, G. & Loosen, P. (1993). *Werkstoffbearbeitung mit Laserstrahlen: Grundlagen - Systeme - Verfahren*. Fachbuchverlag Leipzig.

Bliedtner, J. & Müller, H. *Lasermaterialbearbeitung*, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, 2013

Erhardt, K.-M. *Laser in der Materialbearbeitung*, Vogel Buchverlag, Würzburg, 1993

Poprawe, R. *Lasertechnik für die Fertigung*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2005

Hügel, H. *Laser in der Fertigung*, Vieweg+Teubner Verlag 2009

Eichler, J. *Laser*, Springer Verlag, 2006

Wahlpflichtfach 3 (WP3)

Modul: Wahlpflichtfach 3 (WP3)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Klaus-Peter Möllmann, Dr. Frank Pinno, Dr. Andreas Jechow	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 1,5/0,5/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Wahlpflicht	Sprache: Deutsch	Stand vom: 2017-05-31
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: grundlegende Kenntnisse in der Experimentalphysik auf Bachelor-Niveau, Grundlagen der Mikro- und Halbleitertechnologien, Grundlagen der Werkstoffkunde		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Die Studierenden haben mindestens eine der im Modul WP3 angebotenen Lehrveranstaltungen erfolgreich zu absolvieren. Lehrveranstaltungen: lt. Liste der Wahlpflichtveranstaltungen, wird jährlich vor Beginn des Wintersemesters aktualisiert; z.B. Mikrosystemtechnik (MST) 1,5/0,5/0/0 (Möllmann), Elektronenmikroskopie (ELM) 1,5/0,5/0/0 (Pinno), Moderne Themen der Photonik 1,5/0,5/0/0 (Jechow) Ort: TH Brandenburg		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	29.5
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	0.5
Gesamt:	60

Wahlpflichtfach 3 (WP3)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
<p>Kenntnisse/Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erlangen Kompetenz im Basiswissen und im grundlegenden Verständnis der Mikrosystemtechnik. • Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Anwendung ausgewählter Werkstoffe und/oder Verfahren sowie deren Besonderheiten kennen. • Die Studierenden erlangen Kompetenz im Werkstoffanalytischen Basiswissen und im grundlegenden Verständnis des jeweiligen Fachgebietes. • Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über Wechselwirkungsmechanismen zwischen Elektronen und Materie sowie Analyseverfahren von Festkörperoberflächen. • Sie erlangen praktische Erfahrungen in der Anwendung der Lerninhalte durch geeignete Übungen bzw. geeignetes Üben an den Gerätesystemen. • Die Studierenden erlangen Kompetenz 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. • Mit den Studenten sollen aktuelle Ergebnisse aus der Photonikforschung und deren Anwendungen diskutiert werden. Dabei sollen sowohl Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung als auch deren mögliche praktische Anwendungen vermittelt werden. 	50%
<p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erlangen Fähigkeiten zur Planung komplexer Prozesse und Analysen, wie sie in der Mikrosystemtechnik, der Optoelektronik, Photonik oder Sensorik auftreten. • Anhand von Fallbeispielen werden Fertigkeiten zur Lösung praktischer Probleme vermittelt. Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Technologien werden dargestellt • Beispielhaft werden Fertigkeiten bei der Probenpräparation und Informationsinterpretation erlangt und vertieft. • Die Studierenden erwerben Fertigkeiten, unterschiedliche Analyseansätze zu entwickeln und die bestehenden Alternativen zu vergleichen. 	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%

Wahlpflichtfach 3 (WP3)

Selbstständigkeit

- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur selbständigen Anwendung ihres Basiswissens in diesen Lehrgebieten, insbesondere bei der Anwendung von Materialien, Design-, Modellierungs-, Fertigungs-, Analyse- und Prüfverfahren.
- Die Studierenden erwerben die Kompetenz, 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 erwerben Kompetenzen, selbstständig geeignete Methoden der Elektronenstrahlanalytik in ihrem Tätigkeitsfeld anzuwenden und die Ergebnisse zu interpretieren.

Inhalt: exemplarisch „Mikrosystemtechnik“

1. Überblick zu Mikrosystemen und Trends
 - 1.1. Was ist ein Mikrosystem? - Definitionen zu Mikrosystemen
 - 1.2 Wirkprinzipien und Grundelemente in der MST
 - 1.3 Übersicht zu Materialien und Technologien der MST
 - 1.4 Anwendungsfelder und Entwicklungstendenzen
2. Entwurf und Simulation von Mikrosystemen
3. Funktions- und Konstruktionswerkstoffe für Mikrosysteme
4. Spezielle Technologien und Herstellungsstrategien der MST
5. MST Anwendungsbeispiele
 - 5.1. Mikromechanik
 - 5.2. Mikrosensoren/-aktoren
 - 5.3. Mikrofluidische Systeme
 - 5.3. Optische und photonische Mikrosysteme (MOEMS)
6. Systemintegration, Ausbeute und Zuverlässigkeit

Inhalt: exemplarisch „Elektronenmikroskopie“

1. Grundlagen der Elektronenoptik, Quellen, Linsen, abbildende Elemente
 2. Transmissionselektronenmikroskopie (TEM), Vergleich Lichtmikroskopie
 3. Rasterelektronenmikroskopie (REM)
 4. energiedispersive Röntgenspektrometrie (EDX), Röntgenmikroanalyse
 5. electron backscatter diffraction (EBSD)
 6. andere Verfahren
 7. Probenpräparation
- Praktisches Arbeiten

Wahlpflichtfach 3 (WP3)

Inhalt: exemplarisch „Moderne Themen der Photonik“

1. Anwendungen der Quantenoptik (Photonen in der Mikroskopie oder das Ghost-Imaging,...)
2. Nano-Mikroskopie (STED)
3. Laserkühlen
4. Bose-Einstein Kondensation
5. Atomlaser
6. optische Frequenzkämme in der Präzisionsmesstechnik
7. Attosekundenpulse
8. Hochenergie Laser für die Laserfusion oder ultrapräzise Materialbearbeitung

Prüfungsform:

Mündliche Prüfung (100%)

Zusätzliche Regelungen: Prüfungszeit: 15 min. – 30 min.

„Moderne Themen der Photonik“:

Die Veranstaltung besteht aus einem Anteil Frontalunterricht, welcher der Themenwahl und der Grundlagenvermittlung der Themen dienen soll. Des Weiteren wird von den Studenten jeweils ein Vortrag gemeinsam mit dem Dozenten unter Verwendung aktueller (ggf. englischsprachiger) Literatur erarbeitet und vor den anderen Studierenden gehalten. Dieser Vortrag dient dann als Bewertungsgrundlage.

Pfichtliteratur: fachspezifisch

Reimer, L. „Transmission Electron Microscopy“, Springer-Verlag

Reimer, L. „Scanning Electron Microscopy“, Springer-Verlag

Empfohlene Literatur (Beispiel):

Rancourt, J. (1996). *Optical Thin Films: User Handbook (Press Monograph)*. SPIE Press.

R. Willey, R. (2002). *[(Practical Design and Production of Optical Thin Films)] [Edited by Ronald R. Willey] published on (July, 2002)*. Taylor & Francis Inc.

Frey, H. (1993). *Dünnschichttechnologie*. VDI, Ddf..

Haefer, R. (1987). *Beschichtungen von Oberflächen [Oberflächen- und Dünnschicht- Technologie/1.]*. Berlin [u.a.]: Springer.

Flegler, L., „Elektronenmikroskopie“ Spektrum Akademischer Verlag

Schmidt, P. F., „Praxis der Rasterelektronenmikroskopie und Mikrobereichsanalyse“, Expert Verlag

Beispiele „Moderne Themen der Photonik“:

Willig, K. I., et al. "STED microscopy with continuous wave beams." *Nature methods* 4.11 (2007): 915-918.

Udem, Th, Holzwarth R., and Hänsch T. W. "Optical frequency metrology." *Nature* 416.6877 (2002): 233-237.

Wahlpflichtfach 3 (WP3)

Pfeiffer, A. N., et al. "Attoclock reveals natural coordinates of the laser-induced tunnelling current flow in atoms." *Nature Physics* 8.1 (2012): 76-80.

Lemos, G. B., et al. "Quantum imaging with undetected photons." *Nature* 512.7515 (2014): 409-412.

Bloch, I., Hänsch T. W., and Esslinger, T. "Atom laser with a cw output coupler." *Physical Review Letters* 82.15 (1999): 3008.

Hurricane, O. A., et al. "Fuel gain exceeding unity in an inertially confined fusion implosion." *Nature* 506.7488 (2014): 343-348.

Höchstfrequenzelektronik (HFE)

Modul: Höchstfrequenzelektronik (HFE)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr. Andreas Mai	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 1/0/1/0	CP nach ECTS: 3.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-03-02
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Mathematik und Physik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	58.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	2.0
Gesamt:	90

Höchstfrequenzelektronik (HFE)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Durch die Vermittlung von Kenntnissen zu Anwendungsgebieten von drahtlosen Übertragungsfunktionen, historische und aktuelle Entwicklungen fortgeschrittener Halbleitertechnologien für Hochfrequenzanwendungen, im Speziellen SiGe-BiCMOS-Technologien erlangen die Studierenden fundierte Einblicke in aktuelle und grundlegende Tätigkeitsfelder. Die Studierenden erhalten Kenntnisse zur Funktionsweise von Hochfrequenzbauelementen, wie z.B. dem SiGe-HBT oder passiven Bauelementen (Spulen, Antennen), vermittelt und physikalische Abhängigkeiten und Effekte zwischen Bauelementgruppen betrachtet, sowie RF-Packaging Technologien. 	50%
Fertigkeiten	40%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit	

Inhalt:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Anwendungsgebiete für Hochfrequenztechnologien und Bauelemente 2. Technologien (Verbundhalbleiter und Si) 3. Detaillierte Betrachtung Si-basierter Hochfrequenzbauelemente <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Skalierter CMOS vs. SiGe-Heterobipolartransistor <ol style="list-style-type: none"> 3.1.1. physikalische Prinzipien 3.1.2. Funktionsweise 3.1.3. komplementäre Bauelemente 3.1.4. Prozessgrenzen 3.2. passive Hochfrequenzelemente 4. Zukünftige Schwerpunkte der Halbleitertechnologie-Entwicklung für RF-Anwendungen <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Charakterisierung (S-Parameter) 4.2. Hochfrequenz-Modellierung 5. Anwendungsgebiete und diesbezüglich integrierte Schaltkreiskomponenten und Systeme betrachtet (z.B. RFID, Sensorknoten) für drahtlose Anwendungen

Höchstfrequenzelektronik (HFE)

Prüfungsform:
Klausur (100%)
Zusätzliche Regelungen: Klausur (120 min), bewerteter Laborteil

Pflichtliteratur: Emp-
fohlene Literatur:
Werner, B. (2013). <i>Mikrowellentechnik: Kompakte Grundlagen Für Das Studium</i> . Vieweg+Teubner Verlag.
Giebel, T. (2002). <i>Grundlagen der CMOS-Technologie</i> . B.G. Teubner Verlag.
Taur, Y. & Ning, T. (1998). <i>Fundamentals of Modern VLSI Devices</i> . Cambridge University Press.

Angewandte Photonik (AGP)

Modul: Angewandte Photonik (AGP)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Sigurd Schrader	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 4	davon V/Ü/L/P: 4/0/0/0	CP nach ECTS: 5.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik/Optik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Lehrveranstaltungen: Nichtlineare Optik (NLO) 2/0/0/0, Optische Bauelemente (OBE) 2/0/0/0 Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	60.0
Vor- und Nachbereitung:	87.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	3.0
Gesamt:	150

Angewandte Photonik (AGP)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
<p>Kenntnisse/Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse der mathematischen Grundlagen nichtlinearer optischer Phänomene und Materialien unter Berücksichtigung neuester Ergebnisse der Materialforschung. Sie kennen die aktuellen optischen Bauelemente, sind auf dem aktuellen Stand neuerer Entwicklungen im Bereich der nichtlinearen Optik. • Die Vorlesung soll die Einführung in die Grundlagen der nichtlinearen Optik vermitteln, vorwiegend auf der Basis der klassischen Physik, ergänzt durch ausgewählte Experimente aus der Literatur. Sie konzentriert sich auf Themen, die technische Anwendung erfahren. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Modelle für die Beschreibung nichtlinearer optischer Phänomene. Sie besitzen die Fertigkeit zur Berechnung nichtlinearer optischer Parameter. Die Studierenden erwerben Kompetenz in der Auslegung und in der Fertigung nichtlinearer optischer Systeme und Komponenten. • Die Vorlesung ist eine Einführung in die Grundlagen photonischer Bauelemente. Es werden Kenntnisse über die Nutzung linearer und nichtlinearer optischer Materialeigenschaften für das Design optischer, opto-elektronischer und opto-optischer Bauelemente vermittelt. Der Fokus liegt auf Themen, die technische Anwendung erfahren. 	60%
<p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sie erwerben die Fertigkeit zur Berechnung nichtlinearer optischer Komponenten und Systeme. • Sie besitzen die Fähigkeit eine geeignete Auswahl der einzusetzenden optischen Materialien und Detektoren der nichtlinearen Optik zu treffen. • Sie erwerben die Fähigkeit eigene Lösungsansätze in der nichtlinearen Optik zu verfolgen und an der Entwicklung nichtlinearer optischer Bauelemente mitzuarbeiten. • Die Studierenden die Fähigkeit zum Design und zur Auslegung photonischer Komponenten und Bauelemente. • Sie erwerben Fertigkeiten zur Umsetzung theoretischer Konzepte und Aufbau photonischer Bauelemente. Sie erlangen Kompetenz im Einsatz photonischer Bauelemente in der Informations- und Kommunikationstechnologie, der Sensorik, Mechatronik, Robotik und verwandter Gebiete. 	30%

Angewandte Photonik (AGP)

Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	10%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erwerben die Kompetenz, selbstständig optische Systeme unter Einsatz von Komponenten der nichtlinearen Optik zu entwerfen und aufzubauen. 	

Inhalt:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nichtlineare Optik <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Theoretische Grundlagen der nichtlinearen Polarisation: Anharmonische Potentiale (Kristallgitter), Schwingungs-amplituden, Klassische anharmonische Schwingungen für 3-Wellen-Mischprozesse 1.2. Elektromagnetische Wellen im nichtlinearen optischen Medium: Fourierdarstellung von elektromagnetischen Wellen, Lichtausbreitung im nichtlinearen Medium, Näherungslösungen für langsam wachsende Amplituden und Lichtimpulse (Gruppen-geschwindigkeit) 1.3. Ergebnisse der Quantenelektrodynamik: optisch-parametrischer Prozess, stimulierte Ramanstreuung, optisch nichtlineare Materialien, nichtlineare Suszeptibilitäten 2. und 3. Ordnung (isotrope Medien, anisotrope Kristalle, Grenzflächen) 1.4. Suszeptibilitätstensoren: Anzahl der Tensorelemente, Kristallsymmetrie und unabhängige Tensorelemente; Klassische Modellierung der 2. Harmonischen: Nichtlineare Polarisation 2. Ordnung mit Suszeptibilitätstensor, Entwicklung der Intensität der 2. Harmonischen (Phasen-Fehlanpassung bei konstanter Grundwelle, Phasen-anpassung bei Abbau der Grundwelle) 1.5. Phasenanpassung der Wellen: Energie- und Impulserhaltung der Wellen, Verfahren der Phasenanpassung im optisch einachsigen Kristall [Kritische Phasenanpassung (Typ I, Typ II), unkritische Phasenanpassung (90 Grad)] 1.6. Bildung der Summen- und Differenzfrequenz, parametrische optische Verstärkung: Berechnung der Schwell-pumpleistung für Einzelresonator, Anwendung von Pumplaserpulsen, Phasenanpassung mit einem periodisch gepolten LiNO₃-Kristall 1.7. OPO-OPA-Systeme, Vierwellenmischung: THG, Optischer Kerr-Effekt, photorefraktive Prozesse, Modell des Pro-zesses, Beugung am Interferenzgitter 1.8. Selbst-Wechselwirkungseffekte: Selbstfokussierung, Selbstphasenmodulation und Selbstfrequenzverbreiterung, Räumliche Solitonen 1.9. Stimulierte Lichtstreuung: Raman-Effekt, Brillouin-Streuung

Angewandte Photonik (AGP)

2. Optische Bauelemente

2.1. Photonische Schalter, opto-mechanische Schalter, elektro-optische Schalter, akusto-optische Schalter, magneto-optische Schalter, opto-optische Schalter, Beispiele

2.2. Fundamentale und praktikable Grenzen, Photonenzahl-Fluktationen, Energie-Zeit-Unsicherheiten, Schaltzeiten, Größen, bistabile optische Bauelemente, bistabile Systeme, Prinzipien der optischen Bistabilität (dispersive nicht-lineare Elemente, intrinsische bistabile optische Bauelemente, dissipative nichtlineare Elemente, Materialien), hybride bistabile optische Bauelemente (Pockels-Cell Fabry-Perot Etalon, Self-Electro-Optic-Effect, Bauelemente) Optische Wellenleiter, holographische optische Verbindungen, optische Wellenleiter in der Mikroelektronik

2.3. Optische Datenverarbeitung, digitale optische Datenverarbeitung, analoge optische Datenverarbeitung (diskrete und kontinuierliche optische Prozessoren, Fouriertransformation, Faltung und Korrelation, geometrische Transformationen)

Prüfungsform:

Klausur

Zusätzliche Regelungen:

Klausur (90 - 180 min)

Angewandte Photonik (AGP)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

- Lipinski, K.** (2004). *Handlexikon der Informationstechnologie*. Bonn: mitp-Verl..
- Gibbs, H.** (1985). *Optical bistability*. Orlando u.a.: Acad. Pr..
- N. Morozov Herbert A. Elion, V.** (1984). *Optoelectronic Switching Systems in Telecommunications and Computers (Electro-Optics, Volume 4) 1st edition by Herbert A. Elion, V. N. Morozov (1984) Gebundene Ausgabe*. Marcel Dekker.
- Smith, P. & Gustafson, T.** (1988). *Photonic Switching*. Springer-Verlag.
- Wagemann, H.** (2010). *Photovoltaik: Solarstrahlung und Halbleitereigenschaften, Solarzellenkonzepte und Aufgaben*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Kittel, C.** (1991). *Einführung in die Festkörperphysik*. München u.a.: Oldenbourg.
- Dohlus, R.** (2010). *Photonik: Physikalisch-technische Grundlagen der Lichtquellen, der Optik und des Lasers*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Ghatak, A. & Thyagarajan, K.** (2006). *Fiber Optics And Lasers: The Two Revolutions*. Macmillan.
- Anurag, S.** (2013). *Guided Wave Optics: Selected Topics*. Viva Books.
- Dhar Gupta & Sachin Kumar Srivastava & Roli Verma, B.** (2006). *Fiber Optic Sensors Based on Plasmonics by Banshi Dhar Gupta (2015-07-27)*. World Scientific Publishing Co.
- F. Borrelli, N.** (1999). *Microoptics Technology: Fabrication and Applications of Lens Arrays and Devices (Optical Science and Engineering) by Nicholas F. Borrelli (2004-11-30)*. CRC Press.
- Schrader, S.** (2010). *Skript „Optische Bauelemente“*. TH Wildau.
- Agrawal, G.** (2007). *Nonlinear fiber optics*. Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Acad. Press.
- Boyd, R.** (2002). *Nonlinear Optics*. Academic Press.
- Haken, H.** (1975). *Quantenoptik, Laser, nichtlineare Optik*. Westdeutscher Verlag.
- Hecht, E.** (2009). *Optik*. München: Oldenbourg.
- Kobayashi, T.** (1989). *Nonlinear optics of organics and semiconductors*. Berlin u.a.: Springer.
- Max, B.** (2013). *Optik: Ein Lehrbuch der Elektromagnetischen Lichttheorie*. Springer.
- Saleh, B. & Teich, M.** (2008). *Grundlagen der Photonik*. Weinheim: WILEY-VCH.
- Schrader, S. & Ross, W.** (2010). *Skript „Nichtlineare Optik“*. Th Wildau.
- Shen, Y.** (2003). *The principles of nonlinear optics*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Shrivastava, V.** (2007). *Electromagnetic Theory and Optics, 1st edition*. ABD Publishers.
- Williams, D. & Prasad, P.** (1991). *Introduction to Nonlinear Optical Effects in Molecules and Polymers*. New York: John Wiley & Sons, Inc..

Wahlpflichtfach 4 (WP4)

Modul: Wahlpflichtfach 4 (WP4)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. Friedhelm Heinrich & Dr. Viachaslau Ksianzou & Dr. Joachim Bauer	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Wahlpflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik/Optik/Photonik/Festkörperphysik auf Bachelor-Niveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Die Studierenden haben im Semester mindestens eines der im Modul WP4 angebotenen Wahlpflichtfächer zu belegen. Fakultativ sind mehr möglich. Lehrveranstaltungen: Halbleiterdetektoren (Heinrich); Optische Fasern (Ksianzou); Modellierung optischer Systeme 2 (Bauer) Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	28.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	2.0
Gesamt:	60

Wahlpflichtfach 4 (WP4)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
<p>Kenntnisse/Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise optischer Systeme. • Die Studierenden erhalten vertiefende Kenntnisse zur physikalischen Basis der Berechnung und Optimierung optischer Systeme. • Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse über optische Fasern und deren Anwendung in Forschung, Entwicklung und Industrie. • Die Studierenden erlangen ein vertieftes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise von optischen Fasern und über unterschiedliche Fasertypen. • Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse im sachgerechten Umgang mit optischen Fasern und deren fachkundigen Einsatz in der Informationstechnologie, Materialbearbeitung, Medizin, Biologie, Sensorik. • Den Studierenden werden grundlegender Kenntnisse zur physikalischen Basis von Halbleiterdetektoren, deren Herstellungsverfahren und Anwendungen vermittelt. • Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis über den Aufbau und die Wirkungsweise von Halbleiterdetektoren. 	0%
<p>Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 erwerben die Fähigkeit zur selbstständigen Analyse verschiedener Einsatzfelder sowie der selbstständigen Auswahl geeigneter Fasern und Fasersysteme. • Die Studierenden erlernen Fertigkeiten zum Aufbau von faseroptischen Systemen unter Einsatz geeigneter Fasertypen und Komponenten und erwerben Kompetenz im Design und der Entwicklung sowie der technischen Realisierung faseroptischer Systeme. • Die Studierenden erwerben Kompetenz in der Entwicklung und Anwendung neuartiger Sensoren und Messsysteme auf Halbleiterbasis. 	0%

Wahlpflichtfach 4 (WP4)

Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	0%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Sie 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. • Sie erlangen die Fähigkeit zur selbstständigen Analyse verschiedener Einsatzfelder, zur selbstständigen Auswahl geeigneter Systeme, sowie die Fertigkeit zum Aufbau von Systemen unter Einsatz von Halbleiterdetektoren für physikalische, chemische, biologisch/medizinische Messaufgaben in Forschung und Industrie. 	

Inhalt:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Halbleiterdetektoren <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Physikalische Grundlagen von Halbleiterdetektoren <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1. Kristall- und Energieband-Strukturen von Halbleitermaterialien 1.1.2. direkte und indirekte Halbleiter 1.1.3. Dotierung 1.1.4. Mobilität von Ladungsträgern 1.1.5. Rekombination 1.1.6. Grenzschichten 1.1.7. Zeitverhalten 1.2. Technische Realisierungen: Anwendungen von Halbleiterdetektoren in der Forschung, Industrie und in der Consumer-Elektronik (MOS-, CMOS-, CCD-Detektoren) 1.3. Eigenschaften <ol style="list-style-type: none"> 1.3.1. Empfindlichkeit der Detektoren 1.3.2. Frequenzverhalten 1.3.3. Effizienz 1.3.4. Signal-zu Rauschverhältnis 1.3.5. spektrale Bandbreite

Wahlpflichtfach 4 (WP4)

- 1.3.6. Quantenausbeute
- 1.4. Organische Halbleiter und Detektoren
- 1.5. lichtemittierende Halbleiter (LED und OLED)
- 1.6. quantenbeschränkte Halbleiter (2D-, 1D- und 0D-Systeme)
2. Optische Fasern
 - 2.1. Materialien für optische Fasern (Gläser, Polymere, Dispersionstheorie, Materialeigenschaften, Dotierung)
 - 2.2. Lichtleitfasertypen (Stufenindex-, Gradientenindex-, Monomode-, photonische Fasern, Doppelkernfasern, Multikernfasern)
 - 2.3. Herstellungsverfahren
 - 2.3.1. Glasfasern
 - 2.3.2. optischen Polymerfasern (POF)
 - 2.4. Goos-Hähnchen-Effekt
 - 2.5. Wellenleiter (planare Wellenleiter, Streifenwellenleiter, vergrabene Strukturen)
 - 2.6. Optische Technologien und Komponenten
 - 2.6.1. Faserlaser
 - 2.6.2. Faserverstärker
 - 2.6.3. Modulatoren
 - 2.6.4. Schalter
 - 2.6.5. Transceiver
 - 2.6.6. Diodenlaser
 - 2.6.7. LEDs
 - 2.6.8. Photodioden
 - 2.7. Fasernetzwerke (LAN, WAN, MAN, GAN), Protokolle
 - 2.8. Nichtlineare Faseroptik
 - 2.9. Fasersensorik
3. Modellierung optischer Systeme 2
 - 3.1. Wellenoptische Theorie der Abbildung
 - 3.1.1. Huygens /Fresnel-Kirchhoff-, Fraunhofer-, Fourier-Beugungstheorien
 - 3.1.2. Optischer Abbildung (Faltungs- und Fourier-Modelle), Partiiell Kohärente Abbildung (PARKO)

Wahlpflichtfach 4 (WP4)

- 3.1.3. Pupillenfunktion
- 3.1.4. Wellenaberration
- 3.1.5. Gütefunktionen (Definitionshelligkeit, Punktbildfunktion, Kantenbildfunktion, Modulationsübertragungsfunktion)
- 3.2. Modellierung und Bewertung optischer Systeme auf der Basis wellenoptischer Bewertungskriterien
 - 3.2.1. ZEMAX
 - 3.2.2. Punktbildfunktion, Modulationsübertragungsfunktion, Zernike Polynom
- 3.3. Optische Abbildung mittels diffraktiver Elemente
 - 3.3.1. Beugungstheorie für diffraktive Elemente (Amplitudengitter, Phasengitter, binäre Gitter)
 - 3.3.2. Diffraktive Linse (Zonenplatte- und Fresnellinse-Matlabberechnungen, ZEMAX)
 - 3.3.3. Iterative Fourier-Transformation für die Erzeugung diffraktiver Elemente

Prüfungsform:

abhängig vom Schwerpunkt (100%)

Zusätzliche Regelungen:

Klausur (Optische Fasern): 90 min., Präsentation (Modellierung optischer Systeme 2): 20 min.

Wahlpflichtfach 4 (WP4)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur:

- Agrawal, G.** (2007). *Nonlinear fiber optics*. Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Acad. Press.
- Wyrowski, F.** (1997). *Diffraction Optics*. OPTICS COMMUNICATIONS (1991) 81, 6; J. Opt. Soc. Am. A/Vol. 7, No. 6/June 1990; SPIE Vol. 3190 .
- Wagner, E. & Dändliker, R. & Spenner, K.** (1997). *Optical Sensors*. Wiley-VCH.
- Kuzmenko, A.** (2016). *Fourier Transforms - Approach to Scientific Principles, Chap.12 "Weighting Iterative Fourier Transform Algorithm for Kinoform Implemented with Liquid-Crystal SLM"*. InTech.
- Iizuka, K.** (2002). *[Elements of Photonics: For Fiber and Integrated Optics] (By: Keigo Iizuka) [published: June, 2002]*. John Wiley & Sons Inc.
- Bergmann, L. & Schaefer, C. & Kassing, R. & Blügel, S.** (2005). *Ludwig Bergmann; Clemens Schaefer: Lehrbuch der Experimentalphysik: Festkörper*. Walter de Gruyter.
- A. Smith, R.** (1959). *Semiconductors by R. A. Smith (1959-01-02)*. Cambridge University Press.
- M. Sze & Ming-Kwei Lee, S.** (2001). *Semiconductor Devices: Physics and Technology by Simon M. Sze (2012-08-28)*. John Wiley & Sons.
- Opielka, D.** (1995). *Optische Nachrichtentechnik: Grundlagen und Anwendungen (German Edition)*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Wagemann, H.** (2010). *Photovoltaik: Solarstrahlung und Halbleitereigenschaften, Solarzellenkonzepte und Aufgaben*. Vieweg+Teubner Verlag.
- TIMMERMANN, C.** (1986). *Lichtwellenleiter. Wellenausbreitung in Glasfasern und Hohlleitern*. Vieweg+Teubner Verlag.
- Schlachetzki, A. & Dorenwendt, K.** (1999). *Polymeroptische Fasern: Herstellung und Anwendung: Seminar in Goslar vom 16. bis 18. März 1999 (PTB-Berichte. Optik (Opt))*. Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft.
- R. Leo, W.** (1994). *Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments: A How-To Approach by William R. Leo (1994-01-23)*. Springer-Verlag.
- Literatur siehe WP2 (Modellierung optischer Systeme 1)
- 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.

Unternehmensführung (UNF)

Modul: Unternehmensführung (UNF)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Thomas Biermann	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 2/0/0/0	CP nach ECTS: 2.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse betriebswirtschaftlicher Fächer auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Ort: TH Wildau		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	30.0
Projektarbeit:	0.0
Prüfung:	0.0
Gesamt:	60

Unternehmensführung (UNF)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erwerben ein umfangreiches Wissen auf dem Gebiet der Wirtschaftsunternehmensführung, sowie nützliche Werkzeuge und Führungsstile kennen. 	20%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden erwerben Fertigkeiten, mit Zielsetzung, Arbeitsweise und Organisationsprinzipien von Wirtschaftsunternehmen im Technologiebereich sicher umzugehen, insbesondere unter marktstrategischen Aspekten. Sie erwerben die Fähigkeit, in interdisziplinären Entwicklungsprojekten im Unternehmen in verantwortlicher Position mitzuarbeiten. 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	30%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Sie erwerben die Kompetenz, unternehmerische Entscheidungen z.B. zu Investitionen in Forschungsprojekte vorzubereiten bzw. selbst zu treffen. 	

Unternehmensführung (UNF)

Inhalt:

1. Das Wirtschaftsunternehmen
 - 1.1. Zielsystem
 - 1.2. Organisation
 - 1.3. Planung
 - 1.4. Steuerung
2. Unternehmensplanung und Strategieentwicklung
 - 2.1. Der Strategiebegriff
 - 2.2. Prognose
 - 2.3. Risiko und Frühwarnung
 - 2.4. Strategische Grundprinzipien
3. Werkzeuge der strategischen Unternehmensführung
 - 3.1. SWOT-Analyse
 - 3.2. Modell der wettbewerblichen Differenzierung
 - 3.3. Markt-/Produktmatrix
 - 3.4. Portfolio-Analyse
 - 3.5. Von der Planung zur Umsetzung
4. Führung und Motivation
 - 4.1. Führungsstile im Wandel
 - 4.2. Einfache Management-by-Konzeptionen
 - 4.3. zielorientierte Management-Modelle
 - 4.4. Führung im Team
5. Aktuelle Herausforderungen der Unternehmensführung

Prüfungsform:

Schriftliche Arbeit (100%)

Zusätzliche Regelungen: Be-
legarbeit mit Präsentation

Unternehmensführung (UNF)

Pflichtliteratur:
Empfohlene Literatur:
<p>Hauer, G. & Ultsch, M. (2010). <i>Unternehmensführung kompakt</i>. München: Oldenbourg.</p> <p>Hinterhuber, H. (2015). <i>Strategische Unternehmensführung</i>. Berlin: Schmidt.</p> <p>Rahn, H. (2008). <i>Unternehmensführung</i>. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl.</p> <p>Steinmann, H. & Schreyögg, G. & Koch, J. (2013). <i>Management: Grundlagen der Unternehmensführung Konzepte - Funktionen - Fallstudien</i>. Springer Gabler.</p> <p>Drucker, P. (2007). <i>Management challenges for the 21st century</i>. Amsterdam [u.a.]: Elsevier [u.a.].</p>

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)

Modul: Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. Friedhelm Heinrich & weitere Dozenten	

Semester: 3	Dauer: 1	
SWS: 2	davon V/Ü/L/P: 0/0/2/0	CP nach ECTS: 3.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-16
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss		
Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse Optik/Physik, Chemie, Materialtechnik, Messtechnik auf Bachelorniveau		
Pauschale Anrechnung von:		
Besondere Regelungen: Das F&E-Projekt kann an der eigenen Hochschule, an anderen Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen oder in der Industrie durchgeführt werden. Im Falle unterschiedlicher Aufgabenstellungen für FP1 und FP2 errechnet sich die Gesamtnote des Moduls als gewichtetes Mittel der Einzelnoten mit dem Gewicht 2/5 für FP1 und 3/5 für FP2. Bei unveränderter Aufgabenstellung wird eine Gesamtnote nach Abschluss von FP2 festgelegt.		

Aufschlüsselung des Workload	Stunden:
Präsenz:	30.0
Vor- und Nachbereitung:	30.0
Projektarbeit:	30.0
Prüfung:	0.0
Gesamt:	90

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen	20%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Sie erwerben die Fertigkeiten, praktische Grundlagen des Projektmanagements anzuwenden und die adäquate Dokumentation von F&E-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. 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	30%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die Kompetenz zur selbstständigen Erarbeitung von Lösungen optischer / photonischer Problemstellungen. • 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. 	

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.
2. 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. Bericht und Vortrag werden bewertet.

Forschungs- und Entwicklungsprojekt 2 (FP2)

Prüfungsform:
Schriftliche Arbeit (50%) Präsentation (50%)

Pflichtliteratur:
Empfohlene Literatur:
Saleh, B. & Teich, M. (2008). <i>Grundlagen der Photonik</i> . Weinheim: WILEY-VCH. Menzel, R. (2001). <i>Photonics</i> . Berlin [u.a.]: Springer.

Masterarbeit (MSA)

Modul: Masterarbeit (MSA)	
Studiengang: Photonik	Abschluss: Master of Engineering
Modulverantwortliche/r: Dozenten der TH Wildau und der TH Brandenburg	

Semester: 4	Dauer: 1	
SWS: 30	davon V/Ü/L/P: 0/0/30/0	CP nach ECTS: 30.0
Art der Lehrveranstaltung: Pflicht	Sprache: Deutsch, Englisch	Stand vom: 2017-05-18
Pflicht Voraussetzungen: erster berufsqualifizierender Hochschulabschluss, alle Prüfungsleistungen laut Studien- und Prüfungsordnung		
Empfohlene Voraussetzungen:		
Pauschale Anrechnung von:		
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	Stunden:
Präsenz:	450.0
Vor- und Nachbereitung:	419.0
Projektarbeit:	30.0
Prüfung:	1.0
Gesamt:	900

Masterarbeit (MSA)

Lernziele	Anteil
Fachkompetenzen	
Kenntnisse/Wissen <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis über die Auswahl und Auswertung wissenschaftlicher Quellen • Kompetenz in der schriftlichen und mündlichen Darstellung komplexer Themenstellungen aus Wissenschaft und Technik, insbesondere im Bereich der Photonik / optischen Technologien 	20%
Fertigkeiten <ul style="list-style-type: none"> • Fertigkeit zur praktischen Umsetzung einer ingenieurwissenschaftlichen Lösung • Fertigkeit zur schriftlichen Dokumentation einer wissenschaftlichen Arbeit • Fähigkeit zur Entwicklung neuer Lösungen mit wissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Methoden 	50%
Personale Kompetenzen	
Soziale Kompetenz	30%
Selbstständigkeit <ul style="list-style-type: none"> • Kompetenz zu Bewertung und Vergleich möglicher Lösungsansätze • Kompetenz zur systematischen Analyse und wissenschaftlichen Beschreibung eines Problemfelds 	

Inhalt:

1. Die jeweilige Themenstellung ist von den Studierenden selbständig 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 Kolloquiumsvortrag, welcher die wesentlichen Aspekte der während der Masterarbeitsphase geleisteten Forschungs- und Entwicklungsarbeit darstellt. Weiterhin bereiten sich die Studierenden auf die mündliche Masterprüfung vor.

Masterarbeit (MSA)

Prüfungsform:

Schriftliche Arbeit (80%)

Mündliche Prüfung (20%)

Zusätzliche Regelungen:

MSA: Masterthesis (T) incl. Gutachten (Wichtung 24/30), die Bearbeitungszeit nach Anmeldung und Bestätigung des Themas beträgt 20 Wochen; MSP: mündliche Masterprüfung (ca. 60 min: 20 min Vortrag, 40 min Befragung), (Wichtung 6/30)

Pflichtliteratur:

Empfohlene Literatur: