

Vertiefungsrichtung 10

Optische Technologien

LTI Lichttechnisches Institut

Leiter: Prof. Dr. rer. nat. Lemmer
Prof. Dr. rer. nat. Neumann
Prof. Dr.-Ing. Powalla
Prof. Dr. Richards
Apl. Prof. Dr.-Ing Colsmann
Tenure-Track-Prof. Dr. rer.
nat. Paetzold

Engesserstrasse 13, Geb. 30.34
76131 Karlsruhe

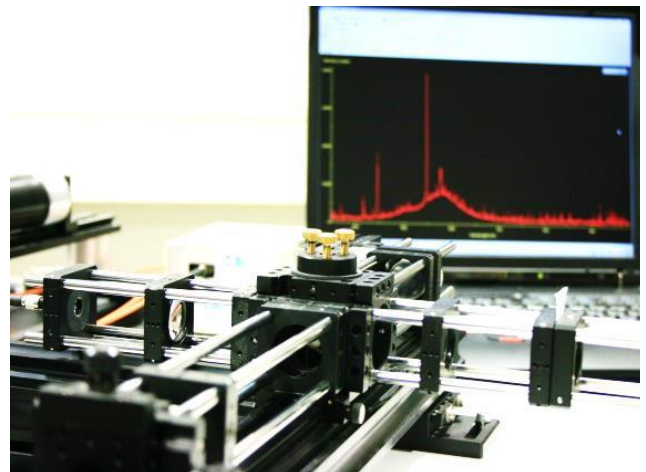
E-Mail: modellberatung@lti.kit.edu
Web: <http://www.lti.kit.edu>

ITIV Institut für Technik der Informationsverarbeitung

Leiter: Prof. Dr.-Ing. Becker
Prof. Dr.-Ing Sax
Prof. Dr. rer. nat. Stork

Engesserstraße 5
76131 Karlsruhe

E-Mail: modellberatung@itiv.kit.edu
Web: <http://www.itiv.kit.edu>



Stand: 03.07.2024
Prüfungsordnung SS2018
Für Masterstudierende ab WS2018/19

Masterstudium Optische Technologien

Das 20. Jahrhundert war das Jahrhundert des Elektrons, das 21. wird das des Photons sein, heißt es etwas provokant in der amerikanischen Studie *Harnessing Light*, die sich mit der Bedeutung von optischen Technologien, also mit dem Gebiet der Photonik, für die Gesellschaft im neuen Jahrtausend beschäftigt. In der Tat spielen optische Technologien eine zentrale Rolle in vielen Bereichen des täglichen Lebens: Lichttechnik, die mit immer besseren Methoden und Lampensystemen eine immer bessere und energieeffizientere Beleuchtung sicherstellt, laserbasierte Materialbearbeitung in der industriellen Fertigung, optische Sensorik und optische Nachrichtentechnik sowie die Displaytechnik sind nur einige Beispiele für optische Technologien, die eine wichtige Bedeutung für die moderne Industriegesellschaft haben. Aber auch neuartige Technologien wie die organische Elektronik bilden hier einen Schnittpunkt zwischen Forschung und Industrie. Offensichtlich handelt es sich bei den optischen Technologien um ein sehr breites, diverses Feld von Anwendungen, in denen es um die Erzeu-

gung, die Übertragung, die Messung und generell die Nutzbarmachung von Licht geht. Die Märkte sind gigantisch und betreffen bereits jetzt die der Halbleiterelektronik: 2020 wurden weltweit insgesamt ca. 550 Milliarden Euro im Bereich der Photonik umgesetzt und für das Jahr 2026 sind Steigerungen auf über 950 Milliarden Euro prognostiziert. Aktuelle Trends stellen derzeit Lidar für autonome Fahrzeuge, additive Fertigungstechniken für günstigere und nachhaltigere Elektronik und hybride Laser (III-V HL) für Kommunikationstechnologien und Datenzentren.

Die Studienvertiefungsrichtung 10 vermittelt eine breite Ausbildung in diesem Bereich und bereitet die Studierenden auf die vielfältigen beruflichen Möglichkeiten rund um die optischen Technologien vor. In den Grundlagen und dem Pflichtbereich wird in 50 ECTS ein grundlegendes Verständnis der optischen Technologien sowohl auf der Bauelementseite als auch auf der Systemseite geschaffen. Hinzu kommen 34 ECTS im Wahlbereich, in denen die gewünschten Themen weiter vertieft werden können.

Übersicht der Lehrveranstaltungen

Vertiefungsrichtung 10

1. Grundlagen der Vertiefungsrichtung (GVR)

Sem.	Institut	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP	Prüfungsart
WS	LTI	Technische Optik	2+1	5	S
WS	LTI	Optoelektronik	2+1	4	S
SS	LTI	Optoelektronische Messtechnik	2+0	3	M
		Summe:		12	

2. Pflichtbereich der Vertiefungsrichtung (PVR)

Sem.	Institut	Lehrveranstaltung	SWS V+Ü	LP	Prüfungsart
WS	IIIT	Measurement technology	2+1	5	S
SS	MATH	Numerical Methods	2+1	5	S
WS	ITIV	Communication Systems and Protocols	2+1	5	S
WS	IAM	Sensoren	2+0	3	S
SS	LTI	Lichttechnik	2+1	4	M
WS	LTI	Plasmastrahlungsquellen	2+0	3	M
WS/SS	LTI	Solar Energy oder Photovoltaik	3+1	6	S
WS/SS		Optical Design Lab oder Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA oder Praktikum Optoelektronik oder Pratikum Nanotechnologie oder Photonics and Communications Lab	0+4	6	P
		Summe:		37	

Verantwortlich: LTI Prof. Dr. rer. nat. Uli Lemmer
 E-Mail: uli.lemmer@kit.edu

ITIV Prof. Dr. rer. nat. Stork
 E-Mail: wilhelm.stork@kit.edu

Studienberater: LTI M.Sc. Jan Feßler
 E-Mail: modellberatung@lti.kit.edu

2. Wahlbereich der Vertiefungsrichtung

Folgende wählbaren Module sind in dieser Vertiefungsrichtung möglich. Unter schriftlicher Zustimmung einer Fachstudienberaterin oder Fachstudienberaters kann auch ein entsprechendes anderes Fach oder Seminar der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik oder einer anderen Fakultät gewählt werden.

Empfohlene Wahlmodule zur Vertiefungsrichtung	WS		SS	
	SWS	LP	SWS	LP
Adaptive Optics	2	3		
Aktuelle Themen der Solarenergie	0+0+2	3		
Bildgebende Verfahren der Medizin I	2	3		
Bildgebende Verfahren der Medizin II			2	3
Bildverarbeitung			2	3
Buisness Innovation in Optics and Photonics	3	4		
Design analoger Schaltkreise	2+1	4		
Design digitaler Schaltkreise			2+1	4
Digitale Strahlenformung für bildgebendes Radar	2+1	4		
Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser			2	3
Elektronische Systeme und EMV			2	3
Field Propagation and Coherence	2+1	4		
Funkempfänger	2	3		
Grundlagen der Plasmatechnologie			2	3
Hochleistungsmikrowellentechnik	2	3		
Integrierte Intelligente Sensoren			2	3
Integrierte Systeme und Schaltungen	2+1	4		
Introduction to Automotive and Industrial Lidar Technology	2	3		
Lab Course Printed Flexible Electronics	4	6	4	6
Laser Metrology			2	3
Laser Physics	2	3		
Leistungselektronik			2+1	5
Leistungselektronik für die Photovoltaik und Windenergie	2	3		
Light and Display Engineering	2	3		
Lighting Design – Theory and Application	2	3		
Machine Vision	4	8		

Methoden der Signalverarbeitung	2+1+1	6		
Mikroaktorik			2	4
Mikrosystemtechnik	2	3		
Mikrowellenmesstechnik			2+1	4
Mikrowellentechnik/Microwave Engineering	2+1	5	2+1	5
Miniaturisierte passive Mikrowellenschaltungen	2+1	4		
Modern Radio Systems Engineering			2+1	4
Nonlinear Optics			2+1	6
Optical Design Lab			0+0+4	6
Optical Engineering	2+1	4		
Optical Networks and Systems	2+1	4		
Optical Systems in Medicine and Life Science	2	3		
Optical Transmitters and Receivers	2+2	6		
Optical Waveguides and Fibers	2+1	4		
Optische Technologien im Automobil			2	3
Optoelectronic Components			2+1	4
Photometrie und Radiometrie	2	3		
Photonics and Communications Lab			0+0+4	6
Photonic Integrated Circuit Design and Applications			2+2	6
Physics, Technology and Applications of Thin Films	2+1	4		
Plastic Electronics / Polymerelektronik	2	3		
Power Electronics			2+2	6
Praktikum Lichttechnik	0+0+4	6	0+0+4	6
Praktikum Nanoelektronik	0+0+4	6	0+0+4	6
Praktikum Nanotechnologie	0+0+4	6	0+0+4	6
Praktikum Optoelektronik	0+0+4	6	0+0+4	6
Praktikum Schaltungsdesign mit FPGA	0+0+4	6	0+0+4	6
Praktikum Solarenergie	0+0+4	6	0+0+4	6
Quantum Detectors and Sensors	3+1	6		
Radar Systems Engineering	3+1	6		
Regelung linearer Mehrgrößensysteme	3+1	6		
Semiconductor Process Technologies			2	4
Seminar Novel Concepts for Solar Energy Harvesting			0+0+2	3
Seminar Radar and Communication Systems	2	3	2	3
Sensoren			2	3
Signalverarbeitung in der Nachrichtentechnik			2+1	4
Single-Photon Detectors	2+1	4		
Space-Borne Microwave Radiometry – Advanced Methods and Applications			2	3
Spaceborne Radar Remote Sensing			2+1+1	6
Superconducting Nanowire Detectors			2+1	4
Systems and Software Engineering	2+1	5		
Technische Akustik	2	3		
Visuelle Wahrnehmung im KFZ			2	3

Lehrveranstaltungen der Institute

Feste Module der Vertiefungsrichtung:

LTI

- **Technische Optik, 2313720**

2+1 SWS, WS

Grundlagen und Anwendungen werden in der technischen Optik verknüpft: Beispiele Linsen, Beugung und Interferenz, optische Längenmessungen, CD DVD Hologramm, Optik in der Drucktechnik, Mikrooptik, etc.

- **Optoelektronik, 2313726**

2+1 SWS, SS

Die physikalischen, elektronischen und schaltungstechnischen Grundlagen der Lichterzeugung und Detektion mittels elektronischer Bauelemente werden erarbeitet. Eine wichtige Bedeutung haben hierbei moderne Halbleiterbauelemente, durch die elektrische Signale effizient in optische und umgekehrt umgewandelt werden können. Leucht-, Laser- und Photodioden revolutionieren viele Bereiche der optischen Technologien bzw. verhelfen ihnen zum Durchbruch. Die Herstellung, Wirkungsweise und der Einsatz dieser Bauelemente werden diskutiert.

- **Optoelektronische Messtechnik, 2313736**

2 SWS, SS

In der Optoelektronik wird die optische mit der elektrischen Welt verknüpft. Die optoelektronische Messtechnik nutzt daher optische und elektronische Verfahren sowohl zur direkten Messung von optischen Größen als auch zur Bestimmung nicht optischer Größen mit optischen Messmethoden.

- **Lichttechnik, 2313739**

2+1 SWS, WS

Grundlagen der Lichttechnik zu den Themen Messtechnik, Physiologie des Auges, Farbe, Lichterzeugung: Glüh- und Gasentladungslampe sowie LED, Optische Systeme der Lichttechnik.

- **Plasmastrahlungsquellen, 2313729**

3 SWS, WS

Mit etwa 75% Marktanteil am Weltmarkt für Lampen in der Allgemeinbeleuchtung dominieren Plasmastrahler diesen Markt, wobei ein weiteres Wachstum prognostiziert wird. Hier werden, aufbauend auf den Grundlagen der Plasma-

technologie (23734), unterschiedliche Möglichkeiten zur Lichterzeugung mittels Plasmastrahlern diskutiert und ein Einblick in die zugehörigen Betriebsgeräte gegeben.

- **Solar Energy oder Photovoltaik, 2313745 bzw. 2313737**

3+1 SWS, WS bzw. SS

Regenerative Energiequellen sind eine zentrale Zukunftstechnologie und von rapide wachsender wirtschaftlicher Bedeutung. Hier werden neben unterschiedlichen etablierten Photovoltaiktechnologien auch neuartige PV-Technologien der nächsten Generationen diskutiert. Darüber hinaus werden alternative Ansätze zur Nutzung der Sonnenenergie wie Solarthermie oder passive Solarenergienutzung vermittelt.

- **Praktikum Optoelektronik, 2313712**

4 SWS, WS+SS

In vier praxisnahen Versuchen werden unterschiedliche Aspekte der modernen Optoelektronik erlernt und eigenständig angewendet. Die vielfältigen Themen reichen vom Betriebsverhalten von Leuchtstofflampen über Lichtmesstechnik und Spektroskopie bis hin zu optischen Anwendungen auf der Nanoskala.

- **Praktikum Nanotechnologie, 2313714**

4 SWS, SS, WS

In diesem Labor haben Sie die Möglichkeit selbst in Reinraum- und Laserlaboren zu arbeiten. Dabei werden Sie in unterschiedliche lithographische Technologien zur Herstellung von nanoskaligen Strukturen sowie die zugehörigen Analysemethoden eingeführt. Ein weiterer Bestandteil dieses Labors ist die eigenständige Herstellung und Charakterisierung von organischen Leuchtdioden.

ITIV

- **Communication Systems and Protocols, 2311616**

2 SWS, SS

Diese Vorlesung für Elektrotechniker und Informationstechniker gibt einen Einblick in Theorie und Praxis des Datenaustausches innerhalb und zwischen Computern sowie dedizierten Kommunikationsgeräten. Die verschiedenen Ebenen der Datenkommunikation werden erläutert, wobei der Bogen von hochintegrierten Verbindungen unterschiedlicher Komponenten auf Mikrochips über rechnerinterne Systembusse bis hin zu Weitverkehrsnetzwerken gespannt wird.

- **Optical Design Lab, 2311647**

4 SWS, WS

In diesem Praktikum werden den Teilnehmern die theoretischen Grundlagen sowie die praktische Umsetzung des Designs optischer Systeme nahegebracht. Eingesetzt wird dabei die Software ZEMAX, die sich in den letzten Jahren zu einem quasi-Standard in der optischen Industrie entwickelt hat.

Wahlbereich der Vertiefungsrichtung:

LTI

▪ **Polymerelektronik, 2313709**

2 SWS, WS

Im Bereich der organischen und druckbaren Elektronik werden derzeit rasante Fortschritte bei der Entwicklung neuartiger Materialien, Prozesse, Anlagen und Anwendungen erzielt. Die Technologie erlaubt die kostengünstige Herstellung von vielfältigen dünnen, leichten und flexiblen elektronischen Bauteilen wie rollbaren Displays, flexiblen Solarzellen oder RFID Tags. Es werden die physikalischen Grundlagen organischer Halbleiter eingeführt und ihre Anwendung in vielfältigen Bauelementen diskutiert.

▪ **Visuelle Wahrnehmung im KFZ, 2313717**

2 SWS, SS

Mesopisches Sehen, Wahrnehmung, Perlschnur-effekt, Mensch Maschinen Schnittstelle, Eifluss von lichtbasierten Fahrerassistenzsystemen auf die Sehleistung und vieles Mehr sind die Themen dieser Veranstaltung, welche die Brücke zwischen Optik und menschlicher Wahrnehmung im sensiblen Bereich der nächtlichen Straßenfahrt schlägt.

▪ **Grundlagen der Plasmatechnologie, 2313734**

2 SWS, SS

Die energieeffizienteste Umwandlung von elektrischer Energie in Licht gelingt weiterhin mit Gasentladungslampen, die ca. 80% der gesamten künstlichen Lichterzeugung ausmachen. Hier werden die Grundlagen dieser Technologie vermittelt.

▪ **Optische Technologien im Automobil, 2313740**

2 SWS, SS

Signal-Leuchten, Scheinwerfer, lichtbasierte Fahrerassistenzsysteme, Innenraumbeleuchtung sind einige der Themen, welche die Vorlesung behandelt. Viele praktische Beispiele runden die Darbietung ab.

▪ **Elektronische Schaltungen für Lichtquellen und Laser, 2313746**

2 SWS, SS

Der Betrieb moderner Lichtquellen und Laser erfolgt mittels hoch spezialisierter elektronischer Schaltungen. Hier werden Schaltungskonzepte zum Betrieb und Dimmung von LED, Plasmastrahlungsquellen sowie von Pumplichtquellen für Farbstoff- und Festkörperlaser behandelt.

▪ **Photometrie und Radiometrie, 2313727**

2 SWS, WS

Die Methoden und Verfahren zur Bestimmung von absoluten Lichttechnischen Größen, wie Lichtstrom, Lichtstärke etc. sind in der Industrie das Rückgrat des Handels, denn was auf der Packung draufsteht muss auch rauskommen. Aber wie gewinne ich diese Daten und wie groß ist die Unsicherheit die man hier macht.

▪ **Praktikum Solarenergie, 2313708**

4 SWS, SS + WS

In diesem Praktikum setzen Sie sich im Rahmen von Simulationen und Experimenten mit verschiedenen Solarzellentechnologien sowie Messtechniken auseinander. Sie simulieren das Verhalten von organischen Solarzellen und stellen diese Bauelemente auch im Labor her. Als eine wesentliche Technik zur Charakterisierung von photovoltaischen Bauelementen wird ein Versuch zur spektralen Quanteneffizienzmessung durchgeführt. Weiterhin wird in einem weiteren Versuch des Praktikums das Betriebsverhalten von realen Solar-modulen unter verschiedenen Bedingungen untersucht.

▪ **Praktikum Lichttechnik, 2313715**

4 SWS, SS+WS

Im Praktikum Lichttechnik werden Versuche zu den Themen Fernfeldgoneometrie, LED-Nahfeldgonometrie, Thermisches Spektralverhalten von LEDs sowie Simulation optischer Systeme durchgeführt.

▪ **Light and Display Engineering, 2313747**

2+1 SWS, WS

The Light & Display Engineering lecture gives a broad overview of light engineering and display engineering topics from vision, physiology to displays and further technical applications.

ITIV

- **Systems and Software Engineering, 2311605**
2+1 SWS, WS
Die Vorlesung Systems and Software Engineering richtet sich an alle Studierende, die sich mit dem Entwurf komplexer elektronischer Systeme mit Hardware und Softwareanteilen auseinandersetzen wollen. Sie soll ihnen Werkzeuge in die Hand geben, die eine strukturierte Lösung auch komplexer Probleme erlauben.
- **Software Engineering, 2311611**
2 SWS, WS
Aufbauend auf die Vorlesung Systems and Software Engineering (SSE) werden softwarespezifische Kenntnisse vertieft.
- **Mikrosystemtechnik, 2311625**
2 SWS, WS
In der Vorlesung wird zunächst der Begriff Mikrosystemtechnik bestimmt und im Zusammenhang mit verwandten Themen diskutiert. Danach werden die wichtigsten Mikrostrukturtechniken vorgestellt. Die verschiedenen Klassen mikrooptischer Komponenten werden erläutert. Dazu gehören sowohl refraktive und diffraktive optische Komponenten als auch aktive und passive Wellenleiter in integrierten optischen Systemen und Fasern. Mikromechanische Herstellungsverfahren in Silizium und Kunststoff mit dem LIGA-Verfahren werden anhand von Beispielen herkömmlicher Mikrosysteme dargestellt.
- **Optical Engineering, 2311629**
2+1 SWS, WS
The course "Optical Engineering" teaches the practical aspects of designing optical components and instruments such as lenses, microscopes, optical sensors and measurement systems.
- **Integrierte Intelligente Sensoren, 2311630**
2 SWS, WS
Die Vorlesung ist die Fortsetzung von „Mikrosystemtechnik“. Hier werden Anwendungen der verschiedenen Mikrotechniken, wie z.B. der Mikrooptik oder der Mikromechanik, anhand von aktuellen Beispielen aus der Industrie und der Forschung dargestellt. Die Hauptthemen der Vorlesung sind Mikrosensoren und Mikroaktoren für Anwendungen sowohl in der Automobilindustrie und der Fertigungsindustrie als auch im Umweltschutz und der biomedizinischen Technik.
- **Systems Engineering for Automotive Electronics, 2311642**
2+1 SWS, SS
Einblicke in den systematischen Entwicklungsprozess und die dabei verwendeten, die systematische Entwicklung unterstützenden Werkzeuge, am konkreten Beispiel der Automobilindustrie. Der Kurs besteht aus drei Teilen: Vorlesung, Labor und Exkursion.

Schlüsselqualifikation

Die Module für den Bereich der Schlüsselqualifikationen sind mit mindestens 6 Leistungspunkten aus Veranstaltungen der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik oder einer anderen Fakultät in Rücksprache mit der Fachstudienberaterin oder dem Fachstudienberater zu wählen.

Die ausgewählten Module sollten folgenden, beispielhaft ausgewählten Veranstaltungen ähnlich sein:

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik:

- Betriebswirtschaft für Ingenieure an Fallbeispielen
- Das Berufsfeld des Ingenieurs in modernen Unternehmen
- Seminar Projektmanagement für Ingenieure

Andere Fakultäten:

- Entrepreneurship I
- Industriebetriebswirtschaftslehre für Studierende des Maschinenbaus und der Elektrotechnik
- Tutorenschulung
- Nichttechnische Seminare mit Vortrag
- Sprachkurse

Masterarbeit

Masterarbeiten können auch außerhalb des Vorlesungszeitraums begonnen und bearbeitet werden!

Im Rahmen von Masterarbeiten werden sowohl praktische als auch theoretische Aufgabenstellungen aus den verschiedenen Forschungsbereichen der Institute selbständig bearbeitet. Auf diese Weise können Studierende sich direkt in die aktuellen und hochinteressanten Forschungsprojekte der Institute einbringen. Die Dauer der Arbeit beträgt 6 Monate.

Ein **persönliches Gespräch** mit den Betreuer*innen ist empfehlenswert, da neueste Themen oft noch nicht aushängen, oder die genaue Aufgabenstellung an die Wünsche des Studierenden angepasst werden kann.