



Modulhandbuch

Lasertechnik / Physikalische Technik (M.Sc.)

Inhaltsverzeichnis

<i>MNR</i>	<i>MC</i>	<i>Modulbezeichnung</i>	<i>Seite</i>
2901	02-FEST-18	<u>Festkörperphysik</u>	4
2902	02-QMSP-18	<u>Quantenmechanik/ Statistische Physik</u>	6
2903	02-MOSIM	<u>Modellierung/ Simulation</u>	8
2905	02-SPHYO-18	<u>Strahlungsphysik/ Optik</u>	9
2906	02-LAPHY	<u>Laserphysik</u>	11
2907	03-DIGI	<u>Digitaltechnik</u>	13
2908	03-DBV3	<u>Digitale Bildverarbeitung</u>	14
2909	04-MARK-08	<u>Marketing</u>	15
2904	02-LASGT	<u>Lasengerätetechnik</u>	16
2927	02-TT3D-21	<u>Technische Thermodynamik für 3D-Druck</u>	18
2931	02-TBP-21	<u>Technische Biophysik</u>	21
2914	02-PHBTL-18	<u>Physikalische Beschichtungstechnologien</u>	23
2912	02-PHYAN-18	<u>Physikalische Analytik</u>	25
2920	02-FOEM1	<u>Forschungs- und Entwicklungsprojekt I</u>	27
2917	02-KOLAS	<u>Komponenten der Lasertechnik</u>	28
2916	02-PHLMW-18	<u>Physik der Laser-Materie-Wechselwirkung</u>	30
2928	02-SMGF-21	<u>Simulationsmethoden in der generativen Fertigung</u>	32
2932	02-MZBP-21	<u>Molekulare und zelluläre Biophysik</u>	35
2921	04-PRMAN-20	<u>Projektmanagement</u>	37
2922	02-ODEMI	<u>Optikdesign/ Mikrooptik</u>	40
2936	02-FEPPT-21	<u>Forschungs- und Entwicklungsprojekt II</u>	41
2923	02-MINAT	<u>Mikro- und Nanotechnologien</u>	42
2929	02-PTIG-21	<u>Physikalisch technische Instrumentenentwicklung und Gerätebau</u>	44
2930	02-AEGA-21	<u>Aktuelle Entwicklungen/Gefährdungsanalyse</u>	47
2933	02-BPUMA-21	<u>Biophotonik/ultrakurze Messtechnik/Anwendungen</u>	50
2935	02-MLTPT-21	<u>Masterprojekt</u>	54

Hinweis zur Bestellung der Prüfer:

Die in dem Modulhandbuch genannten Verantwortlichen werden für die jeweilige Modulprüfung zum Prüfer bestellt.

Formen für Prüfungsvorleistungen und Prüfungsleistungen:

PVL-Formen: Te = Testat, s = schriftlich, m = mündlich, AP = Arbeitsprobe, LT = Labortestat, R = Referat,
Prüfungsformen: M = Modulprüfung, Pl = Prüfungsleistung, s = schriftlich, m = mündlich, a = alternativ, sn = sonstige, B = Beleg, K = Kolloquium, MA = Masterarbeit, PA = Projektarbeit

Sonstige Abkürzungen:

V = Vorlesung (SWS), S = Seminar/Übung (SWS), P = Praktikum (SWS), T = Tutorium (SWS), PVL = Prüfungsvorleistung,
PL = Prüfungsleistung, CP = Credit Points, SWS = Semesterwochenstunden, MNR = Modulnummer, MC = Modulcode

2901 Festkörperphysik

<i>Modulname:</i>	Festkörperphysik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2901	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-FEST-18	<i>Häufigkeit:</i>	Wintersemester
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Im Rahmen des Moduls werden die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Festkörperphysik vermittelt. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die wesentlichen festkörperphysikalischen Erscheinungen zu verstehen und den mathematischen Apparat zu deren theoretischer Beschreibung einzusetzen sowie aufbauend darauf ausgewählte Probleme bzw. Aufgabenstellungen zu analysieren und zu lösen. Dabei werden sämtliche Teilgebiete der Festkörperphysik behandelt. Besonderer Wert wird auch auf die weitere Förderung der physikalischen Denkweise während der Erarbeitung des Stoffes und der Vermittlung von notwendigem Faktenwissen für die Anwendung des dargelegten Stoffes gelegt. Die Studierenden werden befähigt, die Festkörperphysik in technische Anwendungen umzusetzen.</p> <p>The experimental and theoretical principles of solid state physics are taught. The students get an understanding of solid state phenomena as well as their theoretical foundations and are enabled to analyse and solve selected problems.</p> <p>Importance is also attached to the further promotion of the physical way of thinking, the presentation of factual knowledge and the furtherance of the abilities to apply the acquired knowledge for solving practical problems. The students are enabled to apply solid state physics in research and development.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Struktur fester Körper - Ideale Kristalle und Realstruktur; Elektronen im Festkörper - Quantenmechanische Beschreibung in der Näherung freier Elektronen und von Elektronen im periodischen Gitterpotenzial, Energiebandmodell und Unterscheidung von Leitern, Halbleitern und Isolatoren, Eigenschaften und Dynamik der Kristallelektronen; Gitterdynamik des Festkörpers - Gitterschwingungen und Phononen, Eindimensionale Behandlung der Gitterschwingungen; Spezifische Wärmekapazität - Allgemeiner Ansatz zur Berechnung und Theorie nach Debye; Wärmeleitung - Anteil der Phononen und der freien Elektronen in Metallen; Metalle und metallische Legierungen - Zustandsdiagramme, elektrische Leitfähigkeit und Supraleitung; Halbleiter - Bändermodell und Statistik der freien Ladungsträger bei Eigen- und Störstellenhalbleitern, p/n-Übergang im Gleichgewicht und im Nichtgleichgewicht, Metall-Halbleiter-Kontakte, Halbleiter-Photoeffekte; Isolatoren - Theoretische Grundlagen dielektrischer Eigenschaften, Leitungsvorgänge und elektrischer Durchschlag; Magnetische Eigenschaften fester Körper; Optische Eigenschaften der Festkörper - Optische Materialgrößen und Grundlagen der klassischen Theorie; Dispersionskurven von Metallen, Halbleitern sowie von Molekül- und Ionenkristallen und deren Interpretation, Grundlagen der nichtlinearen Kristallographie</p> <p>Structure of solids - ideal crystals and real structure; Electrons in solids - quantum mechanical models of quasi free electrons and electrons in the lattice periodic potential, energy bands and occupancy of the energy states in the bands with electrons, distinction of conductors, semiconductors and insulators, properties and dynamics of the lattice electrons; Lattice dynamics - lattice vibrations and phonons, one-dimensional calculation of the lattice vibrations; Specific heat capacity - the model of Debye; Heat conduction by phonons and by free electrons in metals; Metals und metallic alloys - state of matter diagrams, electrical conductivity and superconductivity; Semiconductors - energy band model and statistics of the free charge carriers in intrinsic and extrinsic semiconductors, the p/n-junction in equilibrium and non-equilibrium, metal-semiconductor-contacts, photo effects; Insulators - theoretical foundation of dielectric properties, mechanisms of electrical conduction and dielectric breakdown; Magnetic properties of solids; Optical properties of solids - optical quantities and fundamentals of the classic theory, dispersion in metals, semiconductors and molecular as well as ionic crystals.</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden auch die Anwendungsmöglichkeiten der erworbenen Erkenntnisse in der Praxis diskutiert.</p> <p>The course contents are dealt with in lectures, reworked by the students in self-study and deepened by solving selected problems in seminars. Furthermore, examples of the application of the acquired knowledge in practice are discussed.</p>		

<i>Literatur:</i>	Weißmantel, C., Hamann, C.: Grundlagen der Festkörperphysik, J. H. Barth Verlag Heidelberg 1995 (Neuaufgabe), ISBN 3-335-00421-3. Kittel. C.: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2005 (Neuaufgabe), ISBN-10: 3486577239, ISBN-13: 978-3486577235. Kopitzki, K., Einführung in die Festkörperphysik, Vieweg und Teubner Verlag 2007, ISBN-10: 3835101447, ISBN-13: 978-3835101449							
<i>Arbeitslast:</i>	60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung							
<i>Anbieter:</i>	02 Fakultät Ingenieurwissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Festkörperphysik</u>	3	1	0	0		Mm/30	5

2902 Quantenmechanik/ Statistische Physik

<i>Modulname:</i>	Quantenmechanik/ Statistische Physik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2902	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-QMSP-18	<i>Häufigkeit:</i>	Wintersemester
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Aufbauend auf die Vorlesungsreihe "Physik" und den Modulen im Fach Mathematik werden die Grundlagen der Quantenmechanik und der Statistischen Physik vermittelt. Das Grundanliegen des Moduls besteht in der Erläuterung der mathematischen Apparate, der Darstellung der für das Verständnis einer Vielzahl von physikalischen Erscheinungen erforderlichen Gebiete der Quantenmechanik bzw. statistischen Physik und der Förderung der physikalischen Denkweise während der Erarbeitung des Stoffes. Die Studierenden werden befähigt, die Erkenntnisse der Quantenmechanik auf die Behandlung des atomaren Aufbaus der Materie und von Strahlungsübergängen anzuwenden. In der Statistischen Physik können die Studierenden ihr Wissen der Quantenmechanik einbeziehen und auf thermodynamische Vorgänge, Phasenumwandlungen, chemische Reaktionen und festkörperphysikalische Erscheinungen anwenden.</p> <p>In the course, the fundamental principles of quantum mechanics and statistical physics are imparted. Main objectives are to explain the mathematics involved, to calculate various problems and to show how a variety of physical phenomena can be understood on that basis.</p> <p>Students are enabled to apply quantum mechanics for treating various problems of the atomic structure of matter as well as radiative transitions. Moreover, they will be able to use the laws of statistical physics including quantum statistics for the treatment of thermodynamical processes, phase transformations, chemical reactions and solid state physical phenomena.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Das Versagen der klassischen Physik und die Quantelung physikalischer Größen; Grundlagen des quantenmechanischen Formalismus, Hilbert- raum; Wahrscheinlichkeitscharakter der Quantenmechanik und Korrespondenzprinzip; Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation; Materiewellen und Wellenpakete; Schrödingergleichung; Teilchen im Potenzialkasten; Durchgang eines Teilchens durch eine Potenzialbarriere; Harmonischer Oszillator; Starrer Rotator; Drehimpuls und Spin; die Elektronenhülle der Atome; Störungsrechnung; Absorption und Emission von Photonen. Grundprinzipien der Statistischen Physik, thermodynamische Größen, Entropie und thermodynamische Wahrscheinlichkeit, kinetische Gastheorie, Zustandssumme und Boltzmannverteilungsfunktion, thermodynamische Potentiale, Molwärme nach dem Einstein- und Debye-Modell, chemische Reaktionen, Wärmeleitungsgleichung, Fermi-Dirac-Verteilung, Bose- Einstein-Verteilung, Elektronen und Phononen im Festkörper</p> <p>The failure of classical physics and the quantization of physical quantities; principles of the quantum mechanical formalism, the Hilbert-space; the probability character of quantum mechanics and the correspondence principle; Heisenberg's Uncertainty Principle; matter waves and wave packets; the Schrödinger equation; particles in a potential well; tunnelling of particles through a potential barrier; the harmonic oscillator; the rigid rotator; angular momentum and spin; the electron shell of the atoms; perturbation theory; absorption and emission of photons.</p> <p>Principles of statistical physics, thermodynamical quantities, entropy and thermodynamical probability, kinetic theory of gases, partition function and Boltzmann's distribution function, thermodynamical potentials, molar heat capacity - Einstein and Debye-model, chemical reactions, equation of heat conduction, Fermi-Dirac-distribution, Bose-Einstein-distribution, electrons and phonons in solids.</p>		

<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden insbesondere die Anwendung quantenmechanischer Methoden für die physikalische Beschreibung der inneratomaren Vorgänge sowie der Erzeugung und Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung und die Anwendung statistischer Methoden für die physikalische Beschreibung der thermodynamischen Vorgänge, der Verteilungsfunktionen für relevante physikalische Größen sowie der Phasenumwandlungen und chemischen Reaktionen diskutiert</p> <p>The course contents are dealt with in lectures, reworked by the students in self-study and deepened by solving selected problems in seminars. Furthermore, examples of the application of the acquired knowledge for the explanation and understanding of physical phenomena are discussed.</p>																
<i>Literatur:</i>	<p>Feynman/Leighton/Sands, Feynman Vorlesungen über Physik, Band III: Quantenmechanik, Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2009 (Neuaufgabe), ISBN-10: 348658989X, ISBN-13: 978-3486589894. Joos, G., Fricke, B., Schäfer, K., Lehrbuch der Theoretischen Physik, AU- LA - Verlag Wiesbaden, ISBN-10: 3891044623, ISBN-13: 978- 3891044629. Fliessbach, T., Quantenmechanik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik III, Spektrum-Akademischer Verlag 2008 (5. Auflage), ISBN-10: 3827420202, ISBN-13: 978-3827420206. Fliessbach, T., Statistische Physik: Lehrbuch zur Theoretischen Physik IV, Spektrum-Akademischer Verlag 2010 (5. Auflage), ISBN-10: 3827425271, ISBN-13: 978-3827425270. Reichl, L.E., A Modern Course in Statistical Physics, Verlag J. Wiley. Diu, .,Guthmann, C., Lederer, D., Roulet, B., Grundlagen der Statistischen Physik, Verlag Walter de Gruyter, ISBN 3-11-013593-0</p>																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>																
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Quantenmechanik/ Statistische Physik</u></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>Ms/120</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Quantenmechanik/ Statistische Physik</u>	2	2	0	0		Ms/120	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Quantenmechanik/ Statistische Physik</u>	2	2	0	0		Ms/120	5										

2903 Modellierung/ Simulation

<i>Modulname:</i>	Modellierung/ Simulation	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch					
<i>Modulnummer:</i>	2903	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.					
<i>Modulcode:</i>	02-MOSIM	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise					
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1					
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1					
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Das Modul vermittelt Methoden- und Fachkompetenz zur Modellierung und Simulation von physikalischen Prozessen. Die Studierenden werden befähigt, physikalische Vorgänge und Technologien an ausgewählten Beispielen zu modellieren und mit Hilfe von geeigneter Software zu programmieren. Dabei sind insbesondere die Annahmen kritisch zu diskutieren. Die Simulation erfolgt durch geeignete mathematische Verfahren. Die Studierenden werden befähigt, selbstständig die Programmsysteme MATLAB und COMSOL anzuwenden und in Simulationen physikalischer Prozesse einzusetzen.</p> <p>The module provides methodological and technical competence for the modeling and simulation of physical processes. The students are enabled to model physical processes and technologies on selected examples and to program them using appropriate software. In particular, the assumptions have to be discussed critically. The simulation is performed by appropriate mathematical methods. MATLAB and COMSOL will mainly be applied.</p>							
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Modellierung physikalischer Prozesse: Modellbildung, Annahmen, Vernachlässigungen, Auswahl eines mathematischen Verfahrens Simulation: Programmierung des Modells, Durchführung von Testrechnungen, Darstellung und Diskussion der Ergebnisse, Anwendung von Simulations- und Modellierungssoftware zur Bearbeitung komplexer Prozesse</p> <p>Modeling of physical processes: modeling, assumptions, neglect, selection of a mathematical method</p> <p>Simulation: programming of the model, execution of test calculations, presentation and discussion of the results</p> <p>Application of simulation and modeling software to Processing of complex processes</p>							
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Methodik des Seminars soll sowohl die Stoffvermittlung anhand konkreter Verfahren und Techniken sein als auch eine angemessene theorieorientierte Darstellung und Diskussion der Probleme. Präsenzunterricht ist in Wissensbausteinen strukturiert. CBT (Computer based training) und LBD (Learning by Doing) festigen die praktische Anwendung.</p> <p>Methodology of the seminar, Procedures and techniques, as well as a reasonable Theory-oriented presentation and discussion of problems. Presence teaching is structured in knowledge modules CBT (Computer Based training) and LBD (Learning by Doing) Application.</p>							
<i>Literatur:</i>	<p>Grupp F.: MATLAB für Ingenieure Grundlagen und Programmbeispiele. Oldenburg Verlag München Bode, H.: MATLAB in der Regelungstechnik. B.G. Teubner Stuttgart Taubert K., Wiedl W.,: MATLAB. Universität Hamburg Benker, H.: Mathematik mit MATLAB, Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer Verlag Heidelberg</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	02 Fakultät Ingenieurwissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>M.Sc. Markus Olbrich</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>							
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Modellierung/ Simulation</u>	2	0	2	0		Msn/PA	5

2905 Strahlungsphysik/ Optik

<i>Modulname:</i>	Strahlungsphysik/ Optik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2905	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-SPHYO-18	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden, insbesondere die Absolventen der klassischen Ingenieurstudiengänge, erlangen aufbauend auf das im Bachelorstudiengang erworbene Physik- und Optikwissen Anschluss an die im Masterstudiengang vorausgesetzten Kenntnisse im Bereich der Erzeugung und Ausbreitung von elektromagnetischen Wellen sowie der Wechselwirkungen dieser Strahlung mit Materie. Sie verstehen die quantenmechanischen Prinzipien des Emissions- und Absorptionsprozesses. Sie können die wellenoptischen Phänomene (Interferenz, Beugung, Polarisation) bei der Ausbreitung der Laserstrahlen qualitativ und quantitativ beschreiben. Es handelt sich um ein Aufbaumodul.</p> <p>Building on the knowledge of physics and optics acquired in the bachelor's programme, students, in particular graduates of the classical engineering programmes, gain access to the knowledge in the field of generation and propagation of electromagnetic waves and the interactions of this radiation with matter, which is a prerequisite for the master's programme. They understand the quantum mechanical principles of the emission and absorption process. They are able to describe the wave-optical phenomena (interference, diffraction, polarization) during the propagation of laser beams qualitatively and quantitatively. This is a build-up module.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Maxwellsche Gleichungen, Dipolstrahlung, Plancksches Strahlungsgesetz, Welle-Teilchen-Dualismus, Atommodelle, Quantenzahlen und spektroskopische Notation der Atome, L-S-Kopplung.</p> <p>Elektromagnetische Strahlung, Eigenschaften und Wirkung von Laserstrahlen.</p> <p>Optik: Ausbreitung des Lichtes, Fermatsches Prinzip, Reflexion, Brechung, Paraxialstrahlen, Abbildungen mit Linsen und Linsensystemen, Huygens- Fresnelsches Prinzip, Interferenz, Beugung, Polarisation, Dispersion, Absorption.</p> <p>Maxwell's equations, dipole radiation, Planck's radiation law,</p> <p>Wave-particle dualism, atomic numbers, quantum numbers and spectroscopic notation of atoms, L-S coupling.</p> <p>Electromagnetic radiation, properties and effect of laser beams.</p> <p>Optics: propagation of light, Fermat's principle, reflection, refraction, paraxial rays, images with lenses and lens systems, Huygens-Fresnel principle, interference, diffraction, polarization, dispersion, absorption.</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden insbesondere die wesentlichen für die Lasertechnik benötigten Grundlagen der elektromagnetischen Strahlung, der Laserstrahlung und der Optik dargestellt</p> <p>The contents of the lectures are presented in the lectures, reworked by the students in self-study and deepened by solving the tasks in the seminar. The basic principles of electromagnetic radiation, laser radiation and optics, which are essential for laser technology, are presented in particular.</p>		
<i>Literatur:</i>	<ol style="list-style-type: none"> Hering, E., Martin R., Stohrer M.: Physik für Ingenieure. VDI-Verlag Düsseldorf Paus H.: Physik in Experimenten und Beispielen. Carl Hanser Verlag München Kneubühl/Sigrist Laser, Teubner Studienbücher Physik, Wiesbaden Donges, A., Physikalische Grundlagen der Lasertechnik, Hüthig Verlag, Heidelberg Silvast, W.T., Laser Fundamentals, Cambridge University Press, Cambridge Eichler/Müller: Lasertechnik in der Medizin, Springer Pedrotti, Pedrotti, Bausch, Schmidt, Optik für Ingenieure, Springerverlag Berlin Heidelberg, 2002 Klein, Furtak, "Optik", Springerverlag Berlin Heidelberg 1988 Hecht, "Optik", Addison-Wesley Publishing Company 		
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>		
<i>Anbieter:</i>	02 Fakultät Ingenieurwissenschaften		

<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Steiger</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Strahlungsphysik/ Optik</u>	2	2	0	0		Mm/30	5

2906 Laserphysik

<i>Modulname:</i>	Laserphysik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2906	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-LAPHY	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden kennen und verstehen die physikalischen Grundlagen und Wirkprinzipien des Lasers, die verschiedenen Laserarten, die mathematische Beschreibung der Laserstrahlung und der Laserstrahlpropagation sowie die physikalischen Wirkprinzipien peripherer Bauelemente. Die Studierenden erlangen das erforderliche Wissen für die Nutzung von Laserstrahlung für unterschiedlichste Technologien.</p> <p>The students know and understand the physical principles and operating principles of the laser, the different laser types, the mathematical description of laser radiation and laser beam propagation as well as the physical operating principles of peripheral components.</p> <p>The students have the necessary knowledge for the use of laser radiation in a wide range of technologies.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Elektromagnetische Strahlung sowie Eigenschaften und Wirkung von Laserstrahlen; Grundlagen der Strahlungstheorie des Lasers - spontane und induzierte Emission, Bilanzgleichungen, 1. und 2. Laserbedingung und Wirkprinzip des Lasers; Stabile und instabile optische Resonatoren, Stabilitätskriterien; Longitudinale und transversale Modenselektion, Geeignete Termschemata für Laser; Laserarten; Beschreibung und Kenngrößen der Laserstrahlung; Transformation eines Gaußschen Laserstrahls durch eine dünne Linse; Erzeugung kurzer und ultrakurzer Laserpulse mittels aktiver und passiver Güteschaltung sowie Modenkopplung; Charakterisierung gepulster Laserstrahlen; Erzeugung der zweiten und dritten Harmonischen.</p> <p>Electromagnetic radiation and the properties and effects of laser beams; Fundamentals of the radiation theory of the laser - spontaneous and induced emission, balance equations, 1st and 2nd laser condition and the principle of action of the laser; Stable and unstable optical resonators, stability criteria; Longitudinal and transverse mode selection; Suitable term schemes for lasers; Laser types; Description and characteristics of laser radiation; Transforming a Gaussian laser beam through a thin lens; Generation of short and ultrashort laser pulses by means of active and passive excitation as well as mode coupling; Characterization of pulsed laser beams; Generation of second and third harmonics.</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden auch die Anwendungsmöglichkeiten der erworbenen Erkenntnisse und konkrete Beispiele für den praktischen Einsatz des Lasers diskutiert und Demonstrationsexperimente vorgeführt.</p> <p>The course contents are presented in the lectures, are reworked by the students in the self-study and are deepened by the solving of exercises in the seminar. Besides, the application possibilities of the acquired knowledge and concrete examples of the practical application of the laser are also discussed and demonstration experiments are shown.</p>		
<i>Literatur:</i>	<p>Kneubühl, F.K., Sigrist, M.W.: Laser, Vieweg + Teubner Verlag 2008 (7. Auflage) ISBN 978-3-8351-0145-6.</p> <p>Eichler, J.: Laser - Bauformen, Strahlführung, Anwendungen; Springer-Verlag, Berlin, 2006, ISBN 3540301493.</p> <p>Hügel, H.: Laser in der Fertigung - Strahlquellen, Systeme, Fertigungsverfahren; Verlag Vieweg und Teubner, ISBN 978-3835100053.</p> <p>Graf, T.: Laser: Grundlagen der Laserstrahlquellen, Verlag Vieweg und Teubner, 2009, ISBN 3834807702.</p>		
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>		
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>		
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>M.Sc. Peter Lickschat</u> (Dozent, Prüfer)</p>		

<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
		<u>Laserphysik</u>	3	1	0	0		Ms/90

2907 Digitaltechnik

<i>Modulname:</i>	Digitaltechnik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch					
<i>Modulnummer:</i>	2907	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.					
<i>Modulcode:</i>	03-DIGI	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise					
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1					
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1					
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Mit der Vermittlung von Grundkenntnissen und Methoden zur Digitaltechnik soll die Befähigung zur Beschreibung, zur Auswahl, zur Analyse und zum Entwurf digitaler Schaltungen erworben werden.</p> <p>Mit praktischen Übungen soll der Student die Befähigung und Fertigkeiten zur Dimensionierung, zur Programmierung, zum Aufbau, zur Analyse und zum Test digitaler Schaltungen erwerben.</p>							
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Binäre Logik (logische Zustände und Pegel, Definition von Schaltzeiten, logische Grundfunktionen, log. Grundgatter, Boolesche Algebra, Aufstellen und Optimieren log. Funktionen);</p> <p>Schaltkreisfamilien (Überblick, Kenngrößen, statisches und dynamisches Verhalten von Schaltnetzen); kombinatorische Schaltungen; sequentielle Schaltungen; programmierbare logische Schaltungen; Modellierung und rechnergestützter Entwurf digitaler Systeme; Minimierung von Zustandsmaschinen; Aufbau, Funktion und Kenngrößen von D/A- und A/D-Wandlern; Logikanalyse.</p>							
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Vorlesung vermittelt die theoretischen Grundlagen vom Aufbau bis hin zum Entwurf digitaler Schaltungen. Im Seminar werden an Übungsbeispielen die theoretisch vermittelten Berechnungen und Entwurfsmethoden trainiert und gefestigt. Dabei sollen rechnergestützte Methoden zum Einsatz kommen. Im Praktikum werden Fertigkeiten durch Untersuchung und Realisierung digitaler Schaltungen vermittelt.</p>							
<i>Literatur:</i>	<p>Martin V. Künzli: Vom Gatter zu VHDL, V/d f - Hochschulverlag AG an der ETH Zürich Lichtberger, B.: Praktische Digitaltechnik, Hüthig Buch Verlag</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>75 Stunden Lehrveranstaltungen 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	03 Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Dr.-Ing. Jörg Krupke</u> (Dozent) <u>Prof. Dr.-Ing. Wilfried Schmalwasser</u> (Inhaltverantwortlicher)</p>							
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	Digitaltechnik	2	2	1	0		Ms/90	5

2908 Digitale Bildverarbeitung

<i>Modulname:</i>	Digitale Bildverarbeitung	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch					
<i>Modulnummer:</i>	2908	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.					
<i>Modulcode:</i>	03-DBV3	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise					
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1					
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1					
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Der Modul vermittelt tiefgründige Kernkompetenzen für die digitale Bildverarbeitung, die den Studierenden in die Lage versetzen, Verfahren zielgerichtet einzusetzen und bei der Lösung von komplexen Aufgaben der digitalen Bildverarbeitung kompetent mitzuwirken.</p> <p>Es wird Wert auf die Nutzung fremdsprachiger Literatur und Teamarbeit bei der Bearbeitung komplexerer Aufgaben gelegt. Sach- und Fachkompetenz wird durch die zu lösenden Aufgaben gefördert.</p>							
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Begriffe und Definitionen, Bildmodelle, Topologische, geometrische, statistische Eigenschaften von Bildern, Bildverbesserung, Segmentierungsverfahren, Filter (Hoch-, Tief-, Bandpass), Kantenoperatoren, Hough-Transformation, Parametertransformation, Rangordnungsverfahren, Morphologische Operationen, Objekterkennung, Fourier-Transformation, Transformationen im Spektralraum, Faltungen, inverse Faltungen, Bildkomprimierung.</p>							
<i>Lernmethoden:</i>	<p>In der Vorlesung werden Begriffe, Notationen und Verfahren der digitalen Bildverarbeitung vermittelt. Praktische Aufgaben der Bildverarbeitung werden analysiert und die Lösungen werden vorbereitet.</p> <p>Mittels bereitgestellter Software lösen die Studenten betreut und selbständig Standardaufgaben der digitalen Bildverarbeitung.</p> <p>Eine Auswertung schließt sich an.</p>							
<i>Literatur:</i>	<p>Tönnies, K. D.: Grundlagen der Bildverarbeitung. Pearson Studium, 2005. Zamperoni, P.: Methoden der digitalen Bildsignalverarbeitung. Vieweg, Braunschweig, 1991. Gonzales, R.C.; Wintz, P.: Digital Image Processing. Addison-Wesley, 1987. Steinbrecher, R.: Bildverarbeitung in der Praxis. Oldenbourg, 1993. Pavlidis, T.: Algorithms for Graphics and Image Processing. Springer, 1982. Jähne, B.: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 1991. Wahl, F. M.: Digitale Bildverarbeitung. Springer, 1984. Pratt, W. K.: Digital Image Processing. John Wiley & Sons, 1978. Handels, H.: Medizinische Bildverarbeitung. B.G. Teubner, 2000</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	03 Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Thomas Haenselmann (Inhaltverantwortlicher)							
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	Digitale Bildverarbeitung	2	0	2	0		Ms/90	5

2909 Marketing

<i>Modulname:</i>	Marketing	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch					
<i>Modulnummer:</i>	2909	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.					
<i>Modulcode:</i>	04-MARK-08	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise					
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1					
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1					
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Ausgangspunkt der Betrachtung des Moduls bildet die Markt- und Kundenorientierung des gesamten Unternehmens. Die Studierenden lernen als spezifische Fachkompetenz, dass durch die differenzierte Bearbeitung unterschiedlicher Kundensegmente mit den Instrumenten des Marketing-Mix (Leistung, Kommunikation, Preis- und Konditionen und Distribution) auf der Basis einschlägiger Marketingstrategien (unternehmensbezogene, geschäftsfeldbezogene, marktteilnehmerbezogene Strategien) KKV's aufgebaut und erhalten und so die Unternehmensziele realisiert werden.</p> <p>Übergeordnet wird durch das Zurückgreifen auf verschiedene Instrumente der Sozialwissenschaften (z. B. der empirischen Sozialforschung, der Prognosetechniken, Scoring-Modelle u. a.) und Instrumente anderer Teildisziplinen der BWL (z. B. der Investitionsrechnung, der Organisation und des Controlling) die Leistungskompetenz durch Wiedererkennen und anwendungsorientierter Reflexion von Zusammenhängen gestärkt.</p> <p>Durch die Präsentation und Diskussion von Fallstudien werden die soziale Kompetenz und die Selbstkompetenz der Studierenden erhöht.</p>							
<i>Lehrinhalte:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen des Marketing - Management 2. Umweltanalyse und -prognose 3. Marketingziele 4. Marketingstrategien 5. Marketinginstrumente 6. Marketingorganisation und -controlling 							
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Vorlesung Marketing (3 SWS) stellt die o. g. Inhalte des Marketing in seminaristischer Weise, gestützt durch Folien und sonstigen Medien (Video) dar und verdeutlicht sie durch einschlägige Praxisbeispiele.</p> <p>In der Übung Marketing (1 SWS) werden Übungsaufgaben und Fallstudien, die Studierende gruppenweise bearbeiten, präsentiert und diskutiert. Mit Zusammenfassungen und Wiederholungsfragen nach jedem Kapitel wird der Stoff wiederholt und vertieft. Anhand von Fallstudien setzen sich die Studierenden mit dem Stoff praxisorientiert auseinander.</p>							
<i>Literatur:</i>	<p>Bruhn, M., Marketingübungen. Basiswissen, Aufgaben, Lösungen. Selbstständiges Lerntraining für Studium und Beruf., aktuelle Aufl.</p> <p>Meffert, H. / Bruhn, M., Marketing Fallstudien. Fallbeispiele - Aufgaben - Lösungen, Wiesbaden aktuelle Auflage</p> <p>Meffert, Heribert , Marketing Arbeitsbuch. Aufgaben - Fallstudien - Lösungen, Wiesbaden, aktuelle Auflage</p> <p>Vollert, K. Grundlagen des strategischen Marketing, Bayreuth, aktuelle Auflage Vollert, K. Marketing. Eine Einführung in die marktorientierte Unternehmensführung, Bayreuth, aktuelle Auflage</p> <p>Homburg, C. : Grundlagen des Marketingmanagements, Wiesbaden , neueste Auflag</p> <p>Kotler, P. u. a. :Marketing-Management, München u. a. (neueste Auflage)</p> <p>Kotler, P. u. a. : Grundlagen des Marketing., München u. a. neueste Auflage.</p> <p>Meffert, H. u. a.: Marketing. Einführung in die Absatzpolitik, Wiesbaden, neueste Auflage.</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	04 Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p>Prof. PhD Roland Vielwerth (Dozent) Prof. Dr. rer. pol. Klaus Vollert (Dozent, Inhaltverantwortlicher)</p>							
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<p><i>Modulstruktur</i></p> <p><u>Marketing</u></p>	<p><i>V</i></p> <p>3</p>	<p><i>S</i></p> <p>1</p>	<p><i>P</i></p> <p>0</p>	<p><i>T</i></p> <p>0</p>	<p><i>PVL</i></p>	<p><i>PL</i></p> <p>Ms/90</p>	<p><i>CP</i></p> <p>5</p>

2904 Lasergerätetechnik

<i>Modulname:</i>	Lasergerätetechnik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2904	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-LASGT	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Aufbauend auf den Modulen Lasermaterialbearbeitung und Gerätetechnik des Bachelorstudienganges Lasertechnik erwerben die Studierenden Kompetenzen zu konstruktiven Aspekten des mit dem Laser zu bearbeitenden Bauteils sowie auch zur Laserstrahlanalyse. Sie sind in der Lage, Laserstrahlen umfassend zu charakterisieren. Ihr theoretisches Wissen haben sie im Praktikum angewendet und vertieft. Sie können ausgewählte Komponenten der Lasergeräte aus der Sicht der Laserkonstruktion und -entwicklung analysieren und die neuesten realisierten Laserkonzepte vergleichen und bewerten. Insbesondere haben sich die Studierenden Wissen auf dem Gebiet der Entwicklung von Laserdioden und Diodenlasern und deren Verwendung als Pumplaserquelle oder eigenständigem Laser erworben und können die Laserprozesskontrolle als qualitätssichernde Methode während der Laserbearbeitung in der Produktion bewerten und einsetzen.</p> <p>Based on the modules Laser Material Processing and Instrument Engineering of the bachelor's degree program in Laser Technology, the students acquire competences in constructive aspects of the component to be processed with the laser as well as in laser beam analysis. They are able to characterize laser beams comprehensively. They have applied and deepened their theoretical knowledge in practical training. They can characterize selected components of laser devices from the point of view of laser design and development and compare and evaluate the latest laser concepts that have been realized. In particular, students have acquired knowledge in the field of development of laser diodes and diode lasers and their use as pump laser source or stand-alone laser. They are able to evaluate and apply laser process control as a quality assurance method during laser processing in production.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Lasergerechte Konstruktion (Schweißen, Schneiden, Löten) Laserstrahldiagnose Ökonomische Betrachtungen (Projektarbeit) Laserdioden und Hochleistungsdiodenlaser Diodengepumpte Festkörperlaser (Stablaser, Slablaser, Scheibenlaser) Faserlaser - praktischer Aufbau, Funktionsweise, Eigenschaften Gaslaser für die Materialbearbeitung Gegenüberstellung der einzelnen Laserkonzepte Probleme der Stromversorgung von Diodenlasern Diodengepumpter Festkörperlaser - konstruktive Aspekte Laserprozesskontrolle Laserpraktikum: Laserstrahldiagnose, Faserlaser</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laser internship: laser beam diagnosis • Fiber laser Construction appropriate for laser (Weld, reaping, soldering) • Economic considerations (project work) • Laser diodes and high-capacity diode lasers • Diode-pumped solid-state lasers (rod lasers, slab lasers, disk lasers) • Fiber lasers - practical design, functionality, properties • Gas lasers for material processing • Comparison of the individual laser draughts • Problems of power supply for diode lasers • Diode-pumped solid state laser - constructive aspects • Laser process control • Laser training period: Laser-beam diagnosis, fiber laser 		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, und in der Art eines seminaristischen Unterrichts ständig mit den Studierenden diskutiert. Dabei werden auch die Anwendungsmöglichkeiten der erworbenen Erkenntnisse in der Praxis diskutiert. Stoffinhalte sind von den Studierenden im Selbststudium nachzuarbeiten. Im Rahmen einer Projektarbeit in Gruppen wird die Diskussion zu ökonomischen Aspekten des Lasereinsatzes vorbereitet.</p> <p>The contents of the courses are presented in the lectures and are constantly discussed with the students in the manner of a seminaristic teaching. The possible applications of the acquired knowledge in practice are also discussed. The students are required to rework the content of the course in self-study. Within the scope of a project work in groups, the discussion of economic aspects of laser application will be prepared.</p>		
<i>Literatur:</i>	<p>Meschede, D.: Optik, Licht und Laser, Vieweg und Teubner 1999, 2005, 2008, ISBN 978-3-8351-0143-2. Iffländer, Reinhard: Festkörperlaser zur Materialbearbeitung Berlin, Heidelberg, Springer Verlag (Laser in Technik und Forschung) ISBN 3-540-52150-X (Berlin) Helmut Hügel, Thomas Graf: Laser in der Fertigung, Zweite neu bearbeitete Auflage, Wiesbaden, Springer Verlag 2009</p>		

<i>Arbeitslast:</i>	60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung							
<i>Anbieter:</i>	02 Fakultät Ingenieurwissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	Prof. Dr.-Ing. André Streek (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Lasengerätetechnik</u>	2	2	0	0	LT	Ms/120	5

2927 Technische Thermodynamik für 3D-Druck

<i>Modulname:</i>	Technische Thermodynamik für 3D-Druck	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2927	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-TT3D-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden haben die Methodik der energetischen Transport- und thermodynamischen Zustandsbeschreibungen für additive Bauprozesse ausgehend heterogener Schüttungen erlernt. Sie sind befähigt, eigene Berechnungen und mathematische Analysen für den Energiebedarf des Prozesses durchzuführen und hieraus optimale Prozessparameter abzuleiten.</p> <p>The students know the methodology of energetic transport and thermodynamic state descriptions for additive building processes starting from heterogeneous beds. They are able to carry out their own calculations and mathematical analyzes for the energy requirements of the process and derive optimal process parameters from them.</p>		

<p><i>Lehrinhalte:</i></p>	<p>Mittels klassischer Thermodynamik lassen sich die energetischen Zustände homogener Systeme sehr gut beschreiben. Beim 3D-Druck treten jedoch häufig heterogene Mischungen bei teilweise gleichzeitigem Vorliegen verschiedener Phasen auf. Diese bedürfen einer genauen mathematischen Betrachtung um die energetischen Umsätze zu analysieren und Bedarfe an den Prozess zu definieren. Nur bei bedarfsgerechter Anpassung der jeweilig im Verfahren einzubringenden Energie ausgehend thermodynamischer Bilanzierung bzw. der, unter Beachtung energetischer Transportvorgänge einzubringenden Leistung lässt sich ein gewünschtes Gefüge eines additiv zu fertigen Bauteils erzeugen.</p> <p>Die erlernten Modelle und Methoden helfen, eine gezielte Definition der mannigfaltig freien Parameter in der additiven Fertigung vorzunehmen. Dies erleichtert nicht nur die Vorauswahl geeigneter Materialien / Materialpaarungen und Feed-Stockeigenschaften, sondern ermöglicht es ohne empirische Parameterfindung Aussagen zur Gefügeausbildung 3D gedruckter Bauteile zu treffen.</p> <p>Methodik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelle zur energetischen Bilanzierung der Gefügebildung verschiedener 3D-Druckverfahren. • Ableitung anwendbarer mathematischer Modelle zur thermodynamischen Zustandsbeschreibung von Mischsystemen z.B. Pulvern und deren Berechnung mittels digitaler Rechenwerke. • mathematische Methoden zur Beschreibung energetischer Flüsse in heterogenen Systemen. • Wärmetransport in pulverförmigen Stoffen. <p>Analyse:</p> <p>-Energie und Leistungsbilanzierung laserbasierter additiv generativer Verfahren bei unterschiedlichen Pulver- und Materialeigenschaften.</p> <p>By means of classical thermodynamics, the energetic states of homogeneous systems can be described very well. In 3D printing, however, heterogeneous mixtures often occur with partially simultaneous presence of different phases. These require a precise mathematical analysis in order to analyze the energy sales and to define requirements for the process. Only when demand-adapted adaptation of the respective energy to be introduced in the process on the basis of thermodynamic balancing or the power to be introduced in consideration of energetic transport processes can a desired structure of an additive component be produced.</p> <p>The learned models and methods help to make a specific definition of the manifold free parameters in additive manufacturing. This not only facilitates the preselection of suitable materials / material pairings and feed-stick properties, but also makes it possible to make statements on the microstructure of 3D printed components without empirical parameter finding.</p> <p>Methodology:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Models for energetic balancing of the structure of various 3D printing processes. <p>Derivation of applicable mathematical models for the thermodynamic state description of mixing systems e.g. Powders and their calculation by means of digital arithmetic units.</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematical methods for the description of energetic flows in heterogeneous systems. • Heat transport in powdery substances. <p>Analysis:</p> <p>Energy and power accounting of laser-based additive generative processes with different powder and material properties.</p>
<p><i>Lernmethoden:</i></p>	<p>Die Lehrinhalte werden in seminaristisch gestalteten Vorlesungen unter Einbeziehung multimedialer Techniken vermittelt. Die Vertiefung und Ergänzung der erworbenen grundlegenden Kenntnisse erfolgt durch Seminare sowie anhand der zur Verfügung gestellten Vorlesungsskripte durch eigene selbständige Studien. Aufgabenskripte dienen zudem der Durchführung und Nachbereitung der Unterrichtseinheiten.</p> <p>Vor- und Nachteile unterschiedlicher Vorgehensweisen werden abgewogen. Anhand vorgegebener Aufgaben erlernen die Studierenden selbstständiges Lösen von Problemstellungen.</p> <p>The course content will be delivered in seminar-style lectures mediated by multimedia techniques. The deepening and completion of the acquired basic knowledge takes place through seminars as well as by means of the provided lecture scripts by own independent studies. Task scripts also serve to carry out and follow up the lessons.</p> <p>Advantages and disadvantages of different approaches are weighed. On the basis of given tasks, the student learns to independently solve problems.</p>

<i>Literatur:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Technische Thermodynamik: Theoretische Grundlagen und praktische Anwendungen, August 2017, von Günter Cerbe (Autor), Gernot Wilhelms (Autor) • Christoph Strunk: Moderne Thermodynamik: [Set Moderne Thermodynamik Bd. 1+2] (De Gruyter Studium) Januar 2018, von Christoph Strunk 																
<i>Arbeitslast:</i>	60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung																
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr.-Ing. André Streek</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Technische Thermodynamik für 3D-Druck</u></td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>Mm/30</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Technische Thermodynamik für 3D-Druck</u>	3	1	0	0		Mm/30	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Technische Thermodynamik für 3D-Druck</u>	3	1	0	0		Mm/30	5										

2931 Technische Biophysik

<i>Modulname:</i>	Technische Biophysik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2931	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-TBP-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	1
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Das Modul technische Biophysik fokussiert auf die theoretische und technische Umsetzung Biophysikalischer Modelle. Die Studierenden können nicht nur das vertiefte Biophysikalische Fachwissen wiedergeben sondern sind auch in der Lage komplexe Computermodelle technisch umzusetzen und an die Probleme und Fragen der Biophysik von Biomolekülen anzupassen.</p> <p>Die Studierenden können durch die Kombination aus Seminar und Praktikum im flipped classroom Modell selbständigen Biophysikalische Problemstellungen an Biomolekülen analysieren, Lösungswege ableiten und ausführen. Die Studierenden können diesen Arbeitsweg durch den Besuch des Moduls nicht nur praktizieren, sondern vor einem Fachpublikum präsentieren. Letzteres ist Teil der Prüfung.</p> <p>The technical biophysics module focuses on the theoretical and technical implementation of biophysical models. The students learn to reproduce the in-depth biophysical knowledge will also be able to technically implement complex computer models and to adapt them to the problems and questions of biophysics of biomolecules.</p> <p>The students analyse independent biophysical problems of biomolecules, derive and implement solutions by combining seminar and practical training in the flipped classroom model. By attending the module, the students can not only practice this way of working, but also present it to a professional audience. The latter is part of the examination.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Es gilt nicht nur das industrielle Analysieren mikroskopischer Strukturen zu beschleunigen sondern die dazu geeignete Methoden zu entwickeln. Dazu sind methodisch, technische Fähigkeiten der aktuellen Biophysik notwendig, die im Folgenden aufgelistet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MD Simulationen (Gromacs und VMD) • Monte Carlo Simulationen photonischer und diffusiver Prozesse (C++) • Bildanalyse mit ImageJ (Java) • Visualisierung von Biomolekülen mit Pymol • Data Science: Biophysikalische Datenanalyse mit Python und in Browser-basierten Jupyter Notebooks. <p>The aim is not only to accelerate the industrial analysis of microscopic structures but also to develop suitable methods for this purpose. This requires methodological and technical skills in current biophysics, which are listed below:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MD simulations (Gromacs and VMD) • Monte Carlo simulations of photonic and diffusive processes (C++) • Image analysis with ImageJ (Java) • Visualization of biomolecules with pymol <p>Data Science: Biophysical data analysis with Python and in browser based Jupyter notebooks.</p>		

<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die biophysikalischen Methoden werden anhand von Beispielen in der Vorlesungen präsentiert, und in Seminaren/ in Übungen praktisch angewendet.</p> <p>Der Lehrinhalt wird in den Vorlesungen präsentiert und die Studierenden werden durch dezidierte Fragen aktiv in die Vorlesung eingebunden. Der Lehrinhalt der Vorlesung wird durch die Studierenden selbstständig nachgearbeitet, d.h. die Vorlesungsaufzeichnungen werden sowohl mit dem Vorlesungsskript als auch der Fachliteratur (siehe Literaturempfehlung) abgeglichen. Sich dabei ergebende Fragen können in allen Formaten (V, S/Ü), vorrangig aber in den Seminaren/Übungen mit den Dozenten besprochen werden.</p> <p>Das Seminar und das Praktikum werden kombiniert eingesetzt. Aufgaben werden zunächst im Seminar besprochen und Lösungsstrategien gemeinsam mit den Studierenden erarbeitet. Die Studierenden lösen die vorgestellten Problemstellungen im Anschluss als praktische Anwendung an von Ihnen selbstständig gewählten Beispielen aus der Fachliteratur. Der Dozent unterstützt die Studierenden lediglich bei der Auswahl der Problemstellung. Die Lösungen werden im Kolloquium als Fachvortrag präsentiert.</p> <p>The biophysical methods will be presented in the lectures by means of examples and applied in practice in seminars and exercises.</p> <p>The teaching content is presented in the lectures and the students are actively involved in the lecture by asking specific questions. The content of the lecture is worked through by the students themselves, i.e. the lecture notes are compared with the lecture script as well as the specialist literature (see recommended literature). Questions arising in the process may be discussed with the lecturers in all formats (L, S), but primarily in the seminars/exercises.</p> <p>The seminar and the practical course are used in combination. Tasks are first discussed in the seminar and solution strategies are developed together with the students. Thereafter, the students solve the presented problems as a practical application using examples from the technical literature chosen by them independently. The lecturer supports the students only in the selection of the problem. The solutions are presented in the colloquium as a lecture.</p>																
<i>Literatur:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Winter, Noll: Methoden der Biophysikalischen Chemie, Teubner / jetzt Springer • Sackmann, Merkel: Lehrbuch der Biophysik; Wiley-VCH • Cantor, Schimmel: Biophysical Chemistry, Part I - III, W.H. Freeman and Company, New York • Börner R: Lecture manuscript Biophysics is available on the Intranet and on OPAL. 																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr. rer. nat. Richard Börner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)																
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Technische Biophysik</u></td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>Msn/K30</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Technische Biophysik</u>	2	1	1	0		Msn/K30	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Technische Biophysik</u>	2	1	1	0		Msn/K30	5										

2914 Physikalische Beschichtungstechnologien

<i>Modulname:</i>	Physikalische Beschichtungstechnologien	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2914	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-PHBT-18	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden erlernen in diesem Modul die Grundlagen moderner physikalisch geprägter Vakuumverfahren zur Schichtabscheidung und zur Oberflächenmodifizierung und verstehen, deren vorteilhaften Einsatz anhand von Anwendungsbeispielen aufzuzeigen. Damit erlangen die Studierenden die Kompetenz, die Möglichkeiten des Einsatzes dünner Schichten als funktionale Schichten und / oder zur Oberflächenmodifizierung einzuschätzen sowie geeignete Herstellungsverfahren für die Erzeugung von speziellen Schichten für unterschiedlichste Anwendungsbereiche auszuwählen.</p> <p>In this module, the students learn the basics of modern physical vacuum technologies for the deposition of thin films and surface modification and understand their advantageous use by means of application examples.</p> <p>In this way, the students attain the competence to assess the possibilities of using thin layers as functional layers and / or for surface modification, as well as to select suitable production methods for the production of special coatings for a wide range of applications.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Einführend werden die Grundlagen zur Erzeugung und zur Charakterisierung von Vakua erläutert sowie eine Einführung in die Grundlagen der Plasmaphysik gegeben. Dazu werden die verschiedenen Gasentladungsarten und die Erzeugung von Ionenstrahlen behandelt. Im Rahmen der Vakuumbeschichtungsverfahren werden die PVD- Verfahren (Physical Vapor Deposition) vorgestellt und von den CVD- Verfahren (Chemical Vapor Deposition) abgegrenzt. Hierzu gehören Verdampfungs- und Zerstäubungsverfahren, die Wirkmechanismen und deren Einfluss auf die Eigenschaften abgeschiedener Schichten. Die Anwendung von Laserstrahlung sowohl zur Verdampfung bzw. Ablation als auch zur Beeinflussung des Schichteigenschaften wird einbezogen. Der Stoff wird anhand zahlreicher praktischer Beispiele aus den Gebieten Werkstofftechnik und Verschleiß, Optik, Elektronik und Speichermedien sowie Medizintechnik ergänzt.</p> <p>The basic principles for the generation and characterization of vacuum are explained in an introductory way. Moreover, an introduction to the fundamentals of plasma physics is given. The various types of gas discharge and the production of ion beams are also treated.</p> <p>Within the context of vacuum coating processes, the physical vapor deposition (PVD) processes are presented and delineated by the CVD (Chemical Vapor Deposition) processes. These include evaporation and atomization processes, the mechanisms of action and their influence on the properties of deposited layers. The use of laser radiation both for evaporation and ablation as well as for influencing the layer properties is included.</p> <p>The material is supplemented by numerous practical examples from the fields of material technology and wear, optics, electronics and storage media as well as medical technology.</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Der Lehrinhalt wird in Vorlesungen dargeboten und von den Studierenden nachgearbeitet. In den Seminaren werden Aufgaben gestellt, mit deren Lösungen sich die Studierenden befassen; die vorgeschlagenen Lösungen werden im Seminar unter Einbeziehung ihrer Vor- und Nachteile diskutiert. In einigen Praktikumsversuchen werden Beschichtungen und/oder Oberflächenmodifizierungen und die komplizierten technologischen Einflüsse auf die Prozesse verdeutlicht.</p> <p>The content of the course is presented in lectures and reworked by the students. In the seminars, selected problems are solved. The proposed solutions will be discussed in the seminar, taking into account their advantages and disadvantages.</p> <p>In some practical tests coatings and / or surface modifications and the complicated technological influences on the processes are shown.</p>		
<i>Literatur:</i>	<p>Frey, H., Kienel, G., Behringer, U.: Dünnschichttechnologie, VDI - Verlag 1993, ISBN-10: 3184006700, ISBN-13: 978-3184006709.</p> <p>Bach, F.W., Möhwald, K., Laarmann, A., Wenz, T.: Moderne Beschichtungsverfahren, Wiley VCH - Verlag 2004 (2. Auflage), ISBN-10: 3527309772, ISBN-13: 978-3527309771.</p> <p>Bunshah, R.F.: Handbook of Hard Coatings: Deposition Technologies, Properties and Applications, William Andrew Inc. 2000, ISBN-10: 0815514387, ISBN-13: 978-0815514381.</p>		

<i>Arbeitslast:</i>	60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung							
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Physikalische Beschichtungstechnologien</u>	2	1	1	0		Ms/90	5

2912 Physikalische Analytik

<i>Modulname:</i>	Physikalische Analytik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2912	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-PHYAN-18	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden erwerben im Rahmen des Moduls Kenntnisse zu den Grundlagen, Wirkprinzipien und Einsatzgebiete wesentlicher physikalischer Analytikverfahren aufbauend insbesondere auf den Modulen "Struktur der Materie" und "Grundlagen der Festkörperphysik". Die Studierenden kennen die physikalischen und experimentellen Grundlagen von wichtigen physikalischen Analyseverfahren und haben ein tiefes Verständnis der verschiedenen Verfahren mit Hilfe des notwendigen mathematischen Apparates erlangt. Sie weisen das notwendige Faktenwissen für die Anwendung des dargelegten Stoffes auf. Die Studierenden erlangen vertiefte Kompetenzen zum Einsatz der Verfahren für die Aufklärung von Struktur und Eigenschaften insbesondere von Festkörpern.</p> <p>The students acquire within the scope of the module knowledge of the fundamentals, the active principles and the fields of application of the essential techniques of physical analytics methods. The module is based in particular on the modules "structure of the matter" and "Fundamentals of solid state physics". The students have deep knowledge on the physical and experimental fundamentals of important physical analysis methods and have attained a deep understanding of the different methods by studying the theoretical background. They have the necessary fact knowledge and have attained the competence to apply the presented course content in research and industrial practice.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen der Analytikverfahren; • Festkörperanalyse mit Röntgen- und Elektronenstrahlen - Röntgen- und Elektronenbeugung, Raster- und Durchstrahlungs-Elektronenmikroskopie, Elektronenspektroskopie, Mikroanalyseverfahren; • Festkörperanalyse mit Ionenstrahlen - Rutherford-Rückstreuung und Sekundärionen-Massenspektroskopie; • Raster-Tunnel- und Raster-Kraft-Mikroskopie einschließlich abgeleiteter Methoden; • Grundlagen und Anwendungen der Infrarot- und Ramanspektroskopie sowie der UV-VIS-Spektroskopie; • Kernspinresonanz- und Elektronenspinresonanz-Spektroskopie <p>Physical fundamentals of analytical methods;</p> <p>Microstructural analysis of solids using X-rays and electron beams - X-Ray and Electron Diffraction, Scanning and Transmission Electron Microscopy, Electron Spectroscopy, Various microanalysis methods;</p> <p>Analysis of solids using ion beams - Rutherford Backscattering and Secondary Ion Mass Spectroscopy;</p> <p>Scanning Tunneling and Scanning Force Microscopy including derived methods;</p> <p>Principles and applications of Infrared and Raman Spectroscopy as well as UV-VIS Spectroscopy;</p> <p>Nuclear Magnetic Resonance and Electron Spin Resonance Spectroscopy</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden auch die Anwendungsmöglichkeiten der erworbenen Erkenntnisse in der Praxis diskutiert.</p> <p>The contents of the lectures are presented in the lectures, reworked by the students in self-study and deepened by solving the tasks in the seminar. The scope of application of the acquired knowledge is also discussed in practice.</p>		

<i>Literatur:</i>	<p>Weißmantel, C., Hamann, C.: Grundlagen der Festkörperphysik, J. H. Barth Verlag Heidelberg 1995, ISBN 3-335-00421-3.</p> <p>Demtröder, W., Laserspektroskopie 1: Grundlagen, Springer Verlag 2011 (6. Auflage), ISBN-10: 3642213057, ISBN-13: 978-3642213052.</p> <p>Demtröder, W., Laserspektroskopie 2: Experimentelle Techniken, Springer Verlag 2013 (6. Auflage), ISBN-10: 3642214460, ISBN-13: 978-3642214462.</p> <p>Demtröder, W., Molekülphysik: Theoretische Grundlagen und experimentelle Methoden, Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2003 (1. Auflage), ISBN-10: 3486249746, ISBN-13: 978-3486249743.</p> <p>Göpel/Ziegler, Struktur der Materie: Grundlagen, Mikroskopie und Spektroskopie, Teubner Verlag 1994, ISBN-10: 3815421101 ISBN-13: 978-3815421109.</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	02 Fakultät Ingenieurwissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	Physikalische Analytik	3	1	0	0		Mm/30	5

2920 Forschungs- und Entwicklungsprojekt I

<i>Modulname:</i>	Forschungs- und Entwicklungsprojekt I	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch					
<i>Modulnummer:</i>	2920	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.					
<i>Modulcode:</i>	02-FOEM1	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise					
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1					
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2					
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden erwerben in diesem Modul Methoden- und Fachkompetenz zur Lösung komplexer technischer Aufgabenstellungen zwischen physikalischen Grundlagen und ihrer ingenieurmäßigen Umsetzung. Sie erweitern ihre Sozialkompetenz durch das Bearbeiten von Aufgaben im Zusammenwirken vieler Beteiligter. Sie analysieren und lösen wissenschaftlich Projektaufgaben und Projektthemen aus Unternehmen der Region oder aus Drittmittelprojekten der Hochschule. Sie führen ihre Arbeit in der Regel in den Unternehmen oder im Labor durch. Die Studierenden werden in diesem Modul durch ein Projektseminar des verantwortlichen Professors unterstützt.</p> <p>In this module, students acquire methodological and technical competence for solving complex technical problems between physical principles and their engineering implementation. They extend their social competence by working on tasks in cooperation with many participants. They analyse and solve scientifically project tasks and topics from companies in the region or from externally funded projects of the university. They usually carry out their work in the companies or in the laboratory. In this module, the students are supported by a project seminar held by the responsible professor.</p>							
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Erstellen von wissenschaftlichen Arbeiten oder Studien der gewählten Vertiefungsrichtung.</p> <p>Writing of scientific papers or studies in the chosen specialization.</p>							
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten in der gewählten Vertiefungsrichtung, Literaturstudium, Arbeiten im Labor oder im Unternehmen, Bearbeiten von Forschungsthemen, Verfassen von wissenschaftlichen Arbeiten.</p> <p>Independent scientific work in the chosen field of specialization, study of literature, work in the laboratory or in a company, working on research topics, writing scientific papers.</p>							
<i>Literatur:</i>	<p>Selbstständige Literaturlauswahl.</p> <p>Independent literature selection.</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>120 Stunden Lehrveranstaltungen 180 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	02 Fakultät Ingenieurwissenschaften							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p>Prof. Dr.-Ing. André Streek (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) Prof. Dr.-Ing. Udo Löschner (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Steiger (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) Prof. Dr. rer. nat. Richard Börner (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>							
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	Forschungs- und Entwicklungsprojekt I	0	1	7	0		Msn/PA	10

2917 Komponenten der Lasertechnik

<i>Modulname:</i>	Komponenten der Lasertechnik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2917	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-KOLAS	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden können die Wirkungsweise ausgewählter Komponenten der Lasergerätetechnik, die auf lasertechnischem, laserphysikalischem und optischem Basiswissen aufbauen, beurteilen und deren Einsatz in der Lasermaterialbearbeitung planen. Sie können auf Grund ihrer erworbenen praktischen Fähigkeiten vorschlagen, wie die entsprechende Komponenten in komplexen Systemen zur Lösung unterschiedlicher Aufgabenstellungen einzusetzen sind. Sie können die Funktionsweise von Elementen und die zugrunde liegenden Effekte zur</p> <ul style="list-style-type: none"> • schnellen Strahlschaltung, wie AOM und EOM (Pockelszelle) • Frequenzverdopplung, Verdreifachung,.. • Modifizierung polarisierter Strahlung (Phasenretarder) • Laserstrahlformung <p>einordnen, klassifizieren und kombinieren.</p> <p>This module provides broad knowledge on selected components of laser technology based on principles of laser physics, laser technology and optics. After completing the module, the students are able to choose and to implement appropriate components inside complex systems depending on the requirements of the task. They understand the functionality and the principles of the elements for</p> <ul style="list-style-type: none"> • fast laser beam switching (AOM, EOM, pockels cell) • modification of the polarization state • frequency conversion (SHG, THG, 3- and 4-wave mixing) <p>and are able to classify and combine them.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • optische Strahlschalter (elektrooptisches und akustooptisches Prinzip) • Einführung in die nichtlineare Optik und die Frequenzkonversion • Frequenzverdopplung, Frequenzverdreifachung • Dreiwellenmischung (Summenfrequenz- und Differenzfrequenzerzeugung, optisch-parametrische Prozesse) • Vierwellenmischung • optical beam switches (electro-optical and acousto-optical principle) • introduction into nonlinear optics and frequency conversion • second harmonic generation, third harmonic generation • three-wave mixing (sum frequency and difference frequency generation optical parametric processes) • four-wave mixing 		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Inhalte werden in seminaristischer Form vermittelt und von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet. Dabei steht der unmittelbare Bezug der Lehrinhalte zur praktischen Anwendung im Vordergrund. Der Vorlesungsstoff wird z.T. mittels Powerpoint präsentiert und durch reichhaltiges Bild- und Videomaterial veranschaulicht.</p> <p>The contents are conveyed in seminar-like tuition and have to be deepened by self-studying. The focus is on the direct relation of the teaching content to practical application. The lecture material will be presented partly by means of PowerPoint and illustrated by content-relevant image and/or video material.</p>		

<i>Literatur:</i>	<p>1. Laser -Jürgen Eichler, Hans Joachim Eichler Bauformen, Strahlführung, Anwendungen Springer Verlag ISBN: 978-3-540-30149-3</p> <p>2. Optik, Licht und Laser -D. Meschede Vieweg+Teubner Verlag, 3. durchges. Aufl. 2008 ISBN-10: 3835101439</p> <p>3. Lasertechnik Grundlagen und Anwendungen Helmbrecht Bauer Würzburg: Vogel, 1991 (Kamprath-Reihe) ISBN: 3-8023-0437-3</p> <p>4. Optik für Ingenieure: Grundlagen F. Pedrotti, L. Pedrotti, W. Bausch, H. Schmidt Springer Verlag, 4. bearb. Aufl. 2008 ISBN: 3540734716</p> <p>5. Bauelemente der Optik: Taschenbuch der technischen Optik H. Naumann, G. Schröder Fachbuchverlag Leipzig, 6. Auflage (22. Oktober 1992) ISBN: 3446170367</p> <p>5. Bauelemente der Optik: Taschenbuch der technischen Optik H. Naumann, G. Schröder Fachbuchverlag Leipzig, 6. Auflage (22. Oktober 1992) ISBN: 3446170367</p> <p>6. Grundlagen der Photonik B. Saleh, M. Teich Wiley-VCH Verlag Weinheim (1. Auflage 2008) ISBN: 978-3-527-40677-7</p>																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr.-Ing. Udo Löschner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Steiger</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Komponenten der Lasertechnik</u></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>Mm/30</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Komponenten der Lasertechnik</u>	2	2	0	0		Mm/30	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Komponenten der Lasertechnik</u>	2	2	0	0		Mm/30	5										

2916 Physik der Laser-Materie-Wechselwirkung

<i>Modulname:</i>	Physik der Laser-Materie-Wechselwirkung	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2916	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-PHLMW-18	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die experimentellen und theoretischen Grundlagen der Physik der Laserstrahl- Materie-Wechselwirkung zu verstehen und anzuwenden. Sie setzen sich intensiv mit den optischen Eigenschaften von Festkörpern und den Erscheinungen, die bei der Wechselwirkung von Laserstrahlung bzw. Photonen mit Festkörpern auftreten, und des mathematischen Apparates zu deren theoretischer Beschreibung auseinander. Die Studierenden verstehen durch das erworbene vertiefte Verständnis der einzelnen Erscheinungen die komplexen Zusammenhänge bei der Laserstrahlung Materie Wechselwirkung und wenden diese auf technisch relevante Laserprozesse an.</p> <p>After completion of the module the students are able to understand and apply the experimental and theoretical basics of the laser radiation - material interaction. They are concerned with the optical properties of solids, the phenomena which occur during the interaction of laser radiation / photons with solids and the mathematical specification of these effects. Because of their acquired insight the students are able to understand the complex correlations of the laser radiation - material interaction and can apply this knowledge to technically relevant laser processes.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Optische Eigenschaften der Festkörper - Optische Materialgrößen und Grundlagen der klassischen Theorie; Fresnel-Koeffizienten, Dispersionskurven von Metallen, Halbleitern sowie von Molekül- und Ionenkristallen und deren Interpretation.</p> <p>Grundlagen der nichtlinearen Kristalloptik - Fresnel-Gleichungen und optische Achsen, Kristallstruktur und optische Eigenschaften, Nichtlineare Polarisation und Erzeugung optischer Oberwellen, Phasenanpassung in anisotropen Kristallen.</p> <p>Wechselwirkung von Laserstrahlung mit Metallen, Halbleitern und Isolatoren - Absorption, Erwärmung und Schmelzen, Verdampfung bzw. Ablation mit Plasmabildung.</p> <p>Ultrakurze Pulse hoher Intensität und Festkörper - Absorption über Ein- und Mehrphotonenprozesse, Anregung von Plasmonen, Zweitemperaturmodell, Materialabtrag durch Ablation und Strukturbildung an Oberflächen, Pulsdauer und Elektron-Phonon-Kopplungszeit</p> <p>Optical properties of solid states - optical properties and basics of classical electro dynamical theory; Fresnel coefficients; dispersion of metals, semiconductors and molecular crystals and molecular ion crystals and their interpretation; Basics of nonlinear crystal optics - Fresnel equations and optical axes, structures of crystals and optical properties, nonlinear polarization and generation of higher harmonics, phase matching in anisotropic crystals; Interaction of laser radiation with metals, semiconductors and insulators - absorption, heating and melting, evaporation and ablation with plasma imaging; ultra-short pulses of high intensity and solid state absorption with single- photon and multi-photon processes; excitation of plasmons, two-temperature model; material removal by ablation and structure formation on surfaces; pulse duration and electron phonon coupling time.</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden auch die Anwendungsmöglichkeiten der erworbenen Erkenntnisse in der Praxis diskutiert.</p> <p>The contents of this module are presented in the lectures and reproduced by the students in self-study. By solving tasks the understanding will be improved and the application possibilities will be discussed.</p>		

<i>Literatur:</i>	<p>Weißmantel, C., Hamann, C.: Grundlagen der Festkörperphysik, J. H. Barth Verlag Heidelberg 1995 (Neuaufgabe), ISBN 3-335-00421-3.</p> <p>Kittel, C.: Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2005 (Neuaufgabe), ISBN-10: 3486577239, ISBN-13: 978-3486577235.</p> <p>Bäuerle, D.: Laser Processing and Chemistry, Springer-Verlag 1986, 1996, ISBN 3-540-17147-9.</p> <p>Pedrotti, F et.al.: Optik für Ingenieure, Springer-Verlag 2002, 2005, 2008, ISBN 978-3-540-73471-0.</p> <p>Sobol, E.N.: Phase Transformations and Ablation in Laser-Treated Solids, John Wiley and Sons 1995, ISBN 0-471-59899-2.</p> <p>Meschede, D.: Optik, Licht und Laser, Vieweg und Teubner 1999, 2005, 2008, ISBN 978-3-8351-0143-2.</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Physik der Laser-Materie-Wechselwirkung</u>	3	1	0	0		Mm/30	5

2928 Simulationsmethoden in der generativen Fertigung

<i>Modulname:</i>	Simulationsmethoden in der generativen Fertigung	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2928	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-SMGF-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden kennen die Methodik der eigenen Erstellung von Simulationen für additive Bauprozesse. Sie sind befähigt, eigene Simulationen auf Basis objektorientierter Programmiersprachen zu entwickeln und visuell darzustellen.</p> <p>The student knows the methodology of the own creation of simulations for additive building processes. He is able to develop and visualize his own simulations based on object-oriented programming languages.</p>		

Lehrinhalte:

Neue Simulationsmethoden in der additiven generativen Fertigung sind Gegenstand der aktuellen Forschung.

Häufig werden Finite-Element-Modellierer zur Analyse eines im Wesentlichen thermischen geprägten Energieeintrages und der anschließenden Dissipation in das formlose Ausgangsmaterial eingesetzt. Kommerziell verfügbare Simulationstools sind jedoch bislang kaum für den Bereich der additiv generativen Fertigung geeignet, da der Fall der beständig ändernden Geometrie keine Beachtung findet. Zudem sind die latenten Energien beim Anbinden neuen Materials an die bestehende Gefügestruktur und die damit einhergehenden Energieflussübergänge schwer erfass- und beschreibbar. Folglich müssen für eine realitätsnahe thermische Simulation in der additiven Fertigung eigene Simulationsmodule entwickelt werden.

In der additiven generativen Fertigung werden oftmals Strahlungsquellen als energieliefernde Elemente zur komplexen Gefügebildung eingesetzt. Vor allem bei porösem Feed-Stock, wie dies bei pulverbettbasierten 3D-Druckverfahren der Fall ist, müssen auch die Eigenschaften der primären optischen Dissipationen der Strahlungsenergie mitbeachtet werden, um realitätsnahe Beschreibungen des nachfolgend thermisch gestützten Aufbauprozesses zu erhalten. Zwar lassen sich hier wellenoptischen Rechenmodellen ansetzen, um alle Fälle der resultierenden Strahlungsüberlagerung im Feed-Stock zu beschreiben. Diese ermöglichen zumeist aber keine direkte Ableitung der energetischen Dissipation durch Intensitätsverlust und sind zudem mit einem unangemessenen Rechenaufwand verbunden.

Die Methode des Raytracings bietet hingegen ein solides Werkzeug, um Strahlungsübertritte in ein pulverförmiges Medium zu beschreiben und die absorbierten Strahlungs- bzw. Energieanteile räumlich im Feed-Stock zu- und anzuordnen.

Simulationsmethodik:

- Mathematische Grundmodelle der Dissipation und Strahlungsoptik und deren Beschreibung sowie Überführung in digitale Rechenwerke.
- Methoden der Matrizenoperationen zur Simulation energetischer Flüsse mit variablen Faltungskernen.
- Methoden zur Beschreibung und Diskretisierung realer Gefügestrukturen (räumlich und zeitlich).

Simulationserstellung:

-Objektorientierte Erstellung von Simulationen z.B. in Matlab

-Visuelle Aufbereitung und Darstellung der Simulationsergebnisse

New simulation methods in additive generative manufacturing are the subject of current research.

Frequently, finite element modifiers are used to analyze a substantially thermal imprinted energy input and subsequent dissipation into the shapeless source material. However, commercially available simulation tools are hardly suitable for additive additive manufacturing because the case of constantly changing geometry is ignored. In addition, the latent energies are difficult to detect and describe when bonding new material to the existing microstructure and the associated energy flow transitions. Consequently, simulation simulation modules have to be developed for a realistic thermal simulation in additive manufacturing.

In additive generative manufacturing, radiation sources are often used as energy-supplying elements for complex structure formation. Especially in the case of porous feedstocks, as is the case with powder bed-based 3D printing processes, the properties of the primary optical dissipation of the radiant energy must also be taken into account in order to obtain realistic descriptions of the subsequently thermally assisted build-up process. Although wave-optical calculation models can be used to describe all cases of the resulting radiation superposition in the feedstocks. However, these usually do not allow a direct derivation of the energetic dissipation through loss of intensity and are also associated with an inadequate computational effort.

By contrast, the ray tracing method provides a solid tool for describing radiation transitions into a powdered medium and for spatially positioning and arranging the absorbed radiation or energy components in the feedstock.

Simulation methodology:

- Basic mathematical models of dissipation and radiation optics and their description as well as conversion into digital arithmetic units.
- Methods of matrix operations for the simulation of energetic flows with variable convolution kernels.
- Methods for the description and discretization of real microstructures (spatially and temporally).

Creating a simulation:

Object-oriented creation of simulations e.g. in Matlab

-Visual preparation and presentation of the simulation results

<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in seminaristisch gestalteten Vorlesungen unter Einbeziehung multimedialer Techniken vermittelt. Die Vertiefung und Ergänzung der erworbenen grundlegenden Kenntnisse erfolgt durch Seminare sowie anhand der zur Verfügung gestellten Vorlesungsskripte durch eigene selbständige Studien. Aufgabenskripte dienen zudem der Durchführung und Nachbereitung der Unterrichtseinheiten.</p> <p>Vor- und Nachteile unterschiedlicher Vorgehensweisen werden abgewogen. Anhand vorgegebener Aufgaben erlernen die Studierenden selbstständiges Lösen von Problemstellungen.</p> <p>The course content will be delivered in seminar-style lectures mediated by multimedia techniques. The deepening and completion of the acquired basic knowledge takes place through seminars as well as by means of the provided lecture scripts by own independent studies. Task scripts also serve to carry out and follow up the lessons.</p> <p>Advantages and disadvantages of different approaches are weighed. On the basis of given tasks, the student learns to independently solve problems.</p>																
<i>Literatur:</i>	<p>-MATLAB und Mathematik kompetent einsetzen: Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Stefan Adam, 2017, Wiley</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objektorientierte Programmierung mit MATLAB, Ulrich Stein, 2016, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag • Simulation physikalischer Systeme: Computational Physics mit MATLAB, Wolfgang Schweizer, 2016, Verlag Walter De Gruyter Inc. 																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr.-Ing. André Streek</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Simulationsmethoden in der generativen Fertigung</u></td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>AP</td> <td>Mm/30</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Simulationsmethoden in der generativen Fertigung</u>	2	1	1	0	AP	Mm/30	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Simulationsmethoden in der generativen Fertigung</u>	2	1	1	0	AP	Mm/30	5										

2932 Molekulare und zelluläre Biophysik

<i>Modulname:</i>	Molekulare und zelluläre Biophysik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2932	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-MZBP-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	2
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Im Modul Molekulare und zelluläre Biophysik geht es inhaltlich um vertiefte biophysikalische und physikalische-biochemische Zusammenhänge und Kenntnisse auf den für Ingenieure (Lasertechnik Vertiefung Biophotonik) relevanten Gebieten der Thermodynamik und Kinetik von Biomolekülen sowie der Strukturbiochemie insbesondere von Nucleinsäuren und Proteinen. Das Forschungsgebiet arbeitet interdisziplinär an der Schnittstelle von Biologie, Biochemie und Physik und untersucht grundlegende Fragen mit Bezug zur Biologie, der medizinischen und pharmakologischen Forschung und ihren Anwendungen. Die Studierenden erlangen auf Basis des Grundlagenwissens der Biophysik, Molekülphysik, Biochemie und Physik aus dem Bachelor Studium ein vertieftes Wissen biophysikalischer Zusammenhänge. D.h. die Studierenden können komplexe Zusammenhänge biophysikalischer Gesetze nicht nur mathematisch-physikalisch korrekt beschreiben sondern diese selbstständig an neue Problem (z.B. unbekannte RNA oder Protein Strukturen) anpassen.</p> <p>Vorlesung: Die Studierenden erlangen spezifischen Fachwissen und können die vorgestellten Zusammenhänge nicht nur korrekt wiedergeben, sondern sie mathematisch formulieren, lösen und das Ergebnis biophysikalisch korrekt interpretieren und kritisch überprüfen. Durch die nach dem flipped classroom Prinzip von den Studierenden zu bearbeitenden, wissenschaftlichen Publikation aus international renommierten Journalen (PNAS, JPC, JACS, Angewandte Chemie etc) sind die Studierenden in der Lage Fachwissen auf Englisch zu präsentieren, zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen.</p> <p>Seminar: Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen Seminar/Übung können die Studierenden selbstständig auch für komplexe biophysikalisch Problemstellungen sinnvolle Lösungswege und -strategien anhand des erworbenen Wissens aus der Vorlesung entwickeln und diese mathematisch korrekt formulieren, lösen und das Ergebnis bzw. dessen Lösung physikalisch korrekt interpretieren.</p> <p>Allgemein: Die Studierenden sind nicht nur anhand der erlangten Fach- und Methodenkompetenz in der Lage, wissenschaftliche Sachverhalte und Aussagen (z.B. in Publikationen) selbstständig kritisch zu bewerten sondern wissenschaftliche Zusammenhänge selbstständig neu zu verfassen.</p> <p>The Molecular and Cellular Biophysics module focuses on in-depth biophysical and physical-biochemical relationships and knowledge in the fields of thermodynamics and kinetics of biomolecules as well as structural biology, especially of nucleic acids and proteins, which are relevant for engineers (Laser Technology - Advanced Biophotonics). The research area works interdisciplinary at the interface of biology, biochemistry and physics and investigates fundamental questions related to biology, medical and pharmacological research and its applications. Based on the basic knowledge of biophysics, molecular physics, biochemistry and physics from the bachelor's programme, students acquire a deeper knowledge of biophysical relationships. This means that students will be able to describe complex interrelationships of biophysical laws not only mathematically and physically correct but also to adapt them to new problems (e.g. unknown RNA or protein structures).</p> <p>Lecture: Students acquire specific knowledge and are not only capable of reproducing the presented correlations correctly, but also formulate them mathematically, solve them and interpret the result biophysically correct and check it critically. The scientific publications from internationally renowned journals (PNAS, JPC, JACS, applied chemistry, etc), which are to be worked on by the students according to the flipped classroom principle, enable the students to present, interpret and critically examine specialist knowledge in English.</p> <p>Seminar: Upon completion of the seminar/exercise module, students will be able to independently develop meaningful solutions and strategies for complex biophysical problems based on the knowledge acquired in the lecture, to formulate and solve them mathematically correct and to interpret the result or its solution physically correct.</p> <p>In general: Students acquire technical and methodological competence and are therefore able to critically evaluate scientific facts and statements (e.g. in publications) as well as to independently rewrite scientific contexts.</p>		

<i>Lehrinhalte:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Polymerphysik von Biomolekülen - Faltung von Biomolekülen (RNA, Proteine) • Thermodynamik von Proteinen • Thermodynamik von Nukleinsäuren • Kinetik biologischer Makromoleküle - Die Wechselwirkung verschiedener Biomoleküle und ihrer Liganden. • Kräfte biologischer Makromoleküle • Physik von Bakterien und Zellen • Polymer physics of biomolecules - Folding of biomolecules (RNA, proteins) • Thermodynamics of proteins • Thermodynamics of nucleic acids • Kinetics of biological macromolecules - The interaction of different biomolecules and their ligands. • Forces of biological macromolecules • Physics of bacteria and cells 																
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die biophysikalischen Gesetzmäßigkeiten der Lehrinhalte werden hinsichtlich ihrer technischen Anwendung an ausgewählten Beispielen diskutiert. Die biophysikalische Denk- und Arbeitsweise sowohl der experimentellen als auch in Ansätzen der theoretischen Biophysik wird</p> <ul style="list-style-type: none"> • in Vorlesungen präsentiert, und • in Seminaren/ in Übungen diskutiert. <p>Der Lehrinhalt wird in den Vorlesungen präsentiert und die Studierenden werden durch dezidierte Fragen aktiv in die Vorlesung eingebunden. Der Lehrinhalt der Vorlesung wird durch die Studierenden selbstständig nachgearbeitet, d.h. die Vorlesungsaufzeichnungen werden sowohl mit dem Vorlesungsskript als auch der Fachliteratur (siehe Literaturempfehlung) abgeglichen. Sich dabei ergebende Fragen können in allen Formaten (V, S/Ü), vorrangig aber in den Seminaren/Übungen mit den Dozenten besprochen werden.</p> <p>Anhand vorgegebener Aufgaben sollen die Studierenden das selbstständige Lösen biophysikalischer Problem- und Aufgabenstellungen lernen. Im Seminar werden die Lösungen besprochen, wobei in der Diskussion nochmals alle Details, wie Anfangs- und Randbedingungen sowie Vereinfachungen erörtert werden, um auf das Wesentliche aufmerksam zu machen. Gegebenenfalls werden unterschiedliche Lösungswege aufgezeigt und ihre Vor- und Nachteile abgewogen.</p> <p>The biophysical laws of the teaching content are discussed with regard to their technical application using selected examples. The biophysical way of thinking and working, both in experimental and theoretical biophysics, will be</p> <ul style="list-style-type: none"> • presented in lectures, and • discussed in seminars/ in exercises. <p>The teaching content is presented in the lectures and the students are actively involved in the lecture by asking specific questions. The teaching content of the lecture is independently revised by the students, i.e. the lecture notes are compared with the lecture script as well as the specialist literature (see recommended literature). Questions arising in the process can be discussed with the lecturers in all formats (L, S), but primarily in the seminars/exercises.</p> <p>Based on given tasks, students shall learn how to solve biophysical problems and tasks independently. In the seminar the solutions will be discussed, whereby in the discussion all details, such as initial and boundary conditions as well as simplifications will be discussed again in order to draw attention to the essentials. If necessary, different solutions are shown and their advantages and disadvantages are weighed up.</p>																
<i>Literatur:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Nölting: Protein folding kinetics, Springer • Russel: Biophysics of RNA folding, Springer • Hinderdorfer, van Oijen, Handbook of Single-Molecule Biophysics, Springer • Börner R: Vorlesungsmanuskript Biophysik 2 wird im Intranet und auf OPAL bereitgestellt. 																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																
<i>Anbieter:</i>	<p><u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u></p>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. Richard Börner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Modulstruktur</i></th> <th style="text-align: center;"><i>V</i></th> <th style="text-align: center;"><i>S</i></th> <th style="text-align: center;"><i>P</i></th> <th style="text-align: center;"><i>T</i></th> <th style="text-align: center;"><i>PVL</i></th> <th style="text-align: center;"><i>PL</i></th> <th style="text-align: center;"><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Molekulare und zelluläre Biophysik</u></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Ms/120</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Molekulare und zelluläre Biophysik</u>	3	1	0	0		Ms/120	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Molekulare und zelluläre Biophysik</u>	3	1	0	0		Ms/120	5										

2921 Projektmanagement

<i>Modulname:</i>	Projektmanagement	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2921	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	04-PRMAN-20	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	3
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden beherrschen mit Abschluss dieses Moduls künftige Anforderungen der zunehmenden Komplexität wirtschaftlicher Tätigkeit, die durch interdisziplinäre und bereichsübergreifende Zusammenarbeit in Projekten bei knappen Ressourcen und geringen Budgets geprägt ist. Die Studierenden werden befähigt, Methoden- und Sozialkompetenzen im Projektmanagement zu entwickeln und in die eigene Projektarbeit zu transferieren. Sie lernen dabei Projektziele zu definieren, effiziente Projektorganisationen zu managen sowie ihre Zusammenarbeit in übergreifenden Projektteams erfolgreich zu gestalten. Zusätzlich werden die Studierenden über praktische Erfahrungen verfügen, wie sie zielgerichtete Projektstrukturen, Termin-, Ressourcen-, Kosten- sowie Risikomanagementpläne generieren können. Daneben werden sie in der Lage sein, aufgabenadäquate Projektabwicklungsmethoden in Grundzügen zu beherrschen.</p> <p>Upon completion of this module, students master future requirements of the increasing complexity of economic activity, which is characterized by interdisciplinary and cross-departmental cooperation in projects with limited resources and low budgets. Students will be enabled to develop methodological and social skills in project management and to transfer them to their own project work. They will learn to define project goals, to manage efficient project organizations and to successfully organize their cooperation in cross-functional project teams. In addition, the students will have practical experience in generating goal-oriented project structures, schedules, resources, as well as cost and risk management plans. They will also be able to apply basic aspects of task-adequate project management methods.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Die Vorlesung und das korrespondierende Seminar befassen sich mit der Einordnung von klassischem, agilem und hybridem Projektmanagement in die Veränderungs- und Innovationsprozesse der Wirtschaft sowie die Vermittlung von Wissens-elementen des Projektmanagements, wie z. B. Projektdesign, -planung, -leitung, -abschluss, Risikomanagement und u. a. Scrum. Diese theoretischen Aspekte werden durch umfassende Informationen, Grafiken, Texte, Übungen und Praxisbeispiele dargeboten, um so die darauffolgende konkrete Anwendung durch die Studierenden zu unterstützen.</p> <p>Anschließend werden die o.g. Elemente anhand eines konkreten Projekts praktisch angewandt. Dieses Projekt wird so gesteuert, dass die Studierenden im Format eines "Ideencamps" eine Vielzahl aufgabenadäquater Prozesse und Methoden des Projektmanagements selbstständig planen, umsetzen und evaluieren. Durch diese strukturierte Projektumsetzung generieren die Studierenden eine Gesamtstrategie, die zur Bewältigung der Komplexität in Projekten führt. Die im Rahmen des Projekts erzeugten Prototypen werden zum Projekt- und Modulabschluss von den Studierenden präsentiert.</p> <p>The lecture and the corresponding seminar deal with the contextualization of classical, agile and hybrid project management regarding change and innovation processes of the economy. They also aim at transferring knowledge about specific project management aspects, such as design, planning, leading and finalization of projects, risk management and among others Scrum. These theoretical aspects are presented through comprehensive information, graphics, texts, exercises and practical examples in order to support subsequent concrete application by the students.</p> <p>The above-mentioned elements will afterwards be applied in practice by means of a specific project. This project will be managed in such a way that the students independently plan, implement and evaluate a variety of task-adequate project management processes and methods in the format of an "idea camp". Through this structured project implementation, students generate an overall strategy that leads to mastering the complexity of projects. The prototypes created during the project are presented by the students at the end of the project and module.</p>		

<i>Lernmethoden:</i>	<p>Dieses Modul ist so gestaltet, dass ein projektbasiertes Lernen mit Schwerpunkt auf die praktische Anwendung des Wissens stattfindet.</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung werden die Inhalte vom Dozenten explizit theoretisch behandelt, so dass eine Auseinandersetzung mit Theorien/Modellen stattfindet. Diese theoretischen Aspekte werden durch umfassende Informationen, Grafiken, Texte, Übungen und Praxisbeispiele dargeboten. Ergänzende Literaturquellen sollen den Lernprozess unterstützen.</p> <p>In den Seminaren wird ein Erfahrungsraum mit begrenzten Ressourcen und definiertem Ziel für die Studierenden geschaffen, in dem sie wirksam werden sollen. Die in den Vorlesungen behandelten Elemente werden anhand eines konkreten Projekts praktisch angewandt. Dieses Projekt wird so gesteuert, dass die Studierenden im Format eines "Ideencamps" eine Vielzahl aufgabenadäquater Prozesse und Methoden des Projektmanagements selbstständig planen, umsetzen und evaluieren werden. Im Rahmen dieser praktischen Phase bearbeiten die Studierenden in Teamarbeit ein komplexes Projekt, welches u.a. Elemente der Informatik, des Prototypings und/oder Ingenieurwissenschaften miteinander verknüpft. Die Studierenden verwenden während der Umsetzung des Projekts einen iterativen Ansatz. Durch kontinuierliches Feedback durch die Lehrenden und einer angestrebten Selbstevaluierung innerhalb der Teams sollen Anpassungen und Optimierungen rasch umgesetzt werden können.</p> <p>This module is designed in such a way that project-based learning takes place with a focus on the practical application of knowledge.</p> <p>During the lecture, the lecturer explicitly treats the contents theoretically, so that a discussion of theories/models is possible. These theoretical aspects are presented through comprehensive information, graphics, texts, exercises and practical examples. Supplementary literature sources are intended to support the learning process.</p> <p>In the seminars an experiential space with limited resources and a defined goal is created for the students to become effective. The elements covered in the lectures are applied in practice on the basis of a specific project. This project will be managed in such a way that the students will independently plan, implement and evaluate a variety of task-adequate project management processes and methods in the format of an "idea camp". During this practical phase, students work in teams on a complex project that combines among others elements of computer science, prototyping and/or engineering sciences. The students use an iterative approach during the implementation of the project. Through continuous feedback from the teachers and self-evaluation within the teams, adjustments and optimizations should be implemented quickly.</p>																
<i>Literatur:</i>	<p>DEPARTMENT OF DEFENSE. Risk, issue and opportunity management guide for defense acquisition programs. Washington, D.C. 2017, U.S. DoD. http://acqnotes.com/wp-content/uploads/2017/07/DoD-Risk-Issue-and-Opportunity-Management-Guide-Jan-2017.pdf</p> <p>FELKAI, Roland, BEIDERWIEDEN, Arndt. Projektmanagement für technische Projekte: Ein prozessorientierter Leitfaden für Studium und Beruf, 3. Auflage. Wiesbaden 2015, Springer Vieweg Verlag.</p> <p>KAISER, Ronny, PÜSCHEL, Georg, GÖTZ, Sebastian, KAHLE, Katrin und ABMANN, Uwe. Von der Software-Dissertation zum Lean Startup. In: Lecture Notes in Informatics - Software Engineering and Management, P-239, S. 470-483. Bonn 2015, Gesellschaft für Informatik https://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings239/470.pdf</p> <p>KUSAY-MERKLE, Ursula. Agiles Projektmanagement im Berufsalltag - Für mittlere und kleine Projekte. Berlin, Heidelberg, 2018, Springer Gabler.</p> <p>KUSTER, Jürg. Handbuch Projektmanagement Agil - Klassisch - Hybrid, 4. Auflage. Berlin, Heidelberg 2019, Springer Gabler.</p> <p>NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Risk Management Handbook. Washington, D.C. 2011, NASA. https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20120000033.pdf</p> <p>OLFERT, Klaus. Projektmanagement, 11. Auflage. Herne 2019, NWB Verlag.</p> <p>PATZAK Gerold, RATTAY, Günter. Projektmanagement: Projekte, Projektportfolios und projektorientierte Unternehmen, 7. Auflage. Wien 2018, Linde Verlag.</p>																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>75 Stunden Lehrveranstaltungen 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																
<i>Anbieter:</i>	<p><u>04 Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen</u></p>																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. Frank Schumann (Dozent, Inhaltverantwortlicher)</u> <u>M.Sc. Tomás Adolfo Cabrera Lancheros (Dozent, Inhaltverantwortlicher)</u></p>																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Projektmanagement</u></td> <td>2</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>R/15</td> <td>Msn/B</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Projektmanagement</u>	2	3	0	0	R/15	Msn/B	5
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>										
<u>Projektmanagement</u>	2	3	0	0	R/15	Msn/B	5										

2922 Optikdesign/ Mikrooptik

<i>Modulname:</i>	Optikdesign/ Mikrooptik	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch					
<i>Modulnummer:</i>	2922	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.					
<i>Modulcode:</i>	02-ODEMI	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise					
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1					
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	3					
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden können Methoden und Techniken der Optikentwicklung auswählen, diskutieren, implementieren und deren Möglichkeiten und Grenzen zeigen. Sie können mit Hilfe kommerzieller Programme (z. B. OSLO oder WinLens) die Konstruktion komplexer optischer Abbildungssysteme planen, die technischen Grenzen dieser Entwürfe sowie deren Abbildungsfehler untersuchen. Sie können die Funktionsweise von und die besonderen Anforderungen an mikrooptische Systeme abschätzen. Insbesondere sind sie in der Lage, die Funktionsweise von Wellenleitern und elektrooptischen Halbleiterbauelementen, wie Halbleiterdiodenlasern und Fotodioden zu interpretieren, um deren Anwendungsgebiete zu planen.</p> <p>The module conveys expertise and methodological competence to all students at the Master programme Laser technology, primarily specializing on background of modern micro optics and the development of optical components, respectively. Students are supposed to gain knowledge about methods as well as techniques concerning the development and fabrication of optical components, clusters and complex systems. A further objective deals with the special demands on optoelectronic components with regard to miniaturisation.</p>							
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Prinzipielle Funktionsweise optischer Bauelemente, u. a. photonischer Elemente, Umgang mit Entwicklungssoftware für die Berechnung der Ausbreitung elektromagnetischer Strahlung, Aufbau und Funktionsweise komplexer optischer Systeme.</p> <p>Funktionsprinzipien mikrooptischer Bauelemente, Wellenleiter und Wellenleitersysteme, Modulatoren, Laser, Materialien der Mikrooptik, Herstellungsverfahren in der Mikrooptik.</p> <p>Mainly, the objective of teaching is to understand basic operational principles of optoelectronic components, gain hands-on-experience using development software to calculate the propagation of electromagnetic waves as well as to introduce the setup and principle of complex optical systems, microoptical devices, wave guides and wave guide systems, materials for microoptical purposes and manufacturing methods in microoptics.</p>							
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Der Lehrinhalt wird in den Vorlesungen dargeboten und von den Studierenden nachgearbeitet. In den Seminaren werden spezielle Problemlösungen besprochen, wobei in der Diskussion nochmals alle Details, wie Randbedingungen und Vernachlässigungen erörtert werden, um auf das Wesentliche aufmerksam zu machen.</p> <p>The content is presented in lectures and processed by the students in subsequent work. In the seminars special approaches are discussed more in detail. Discussions give way to analyse certain problems more precisely, helping to enable the essential by the disregard of second assumptions and boundary conditions.</p>							
<i>Literatur:</i>	<p>Pedrotti, Pedrotti, Bausch, Schmidt, Optik für Ingenieure, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002</p> <p>Schröter, "Technische Optik", Vogel Buchverlag, Würzburg Bergmann / Schäfer, "Lehrbuch der Experimentalphysik", Band 8 "Optik", Walter de Gruyter, N.Y.</p> <p>Ebeling, Integrierte Optoelektronik, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992</p> <p>Hunsperger, Integrated Optics: Theory and Technology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1991</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>75 Stunden Lehrveranstaltungen 75 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>M.Sc. Falko Jahn</u> (Dozent, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Steiger</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>							
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Optikdesign/ Mikrooptik</u>	3	2	0	0		Mm/45	5

2936 Forschungs- und Entwicklungsprojekt II

<i>Modulname:</i>	Forschungs- und Entwicklungsprojekt II	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch																																	
<i>Modulnummer:</i>	2936	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.																																	
<i>Modulcode:</i>	02-FEPPT-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise																																	
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1																																	
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>																																		
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden erwerben mit diesem Modul Methoden- und Fachkompetenz zur Lösung komplexer technischer Aufgabenstellungen zwischen physikalischen Grundlagen und ihrer ingenieurmäßigen Umsetzung. Ihre Sozialkompetenz wird durch das Bearbeiten im Zusammenwirken vieler Beteiligter erweitert, wobei sie Themen aus Unternehmen der Region oder aus Drittmittelprojekten der Hochschule wissenschaftlich untersuchen. In der Regel werden die Studierenden in den Unternehmen oder im Labor arbeiten und werden in diesem Modul durch ein Projektseminar des verantwortlichen Professors unterstützt. Die Studierenden werden unmittelbar auf die Masterarbeit vorbereitet.</p> <p>With this module, the students acquire methodological and technical competence to solve complex technical tasks between physical bases and their engineering implementation. Their social competency is expanded by working together with many participants, researching topics from companies in the region or from scientific projects at the university. As a rule, the students will work in the company or the laboratory and will be supported in this module by a project seminar of the responsible professor. The students are prepared directly for the master thesis.</p>																																			
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Erstellen von wissenschaftlichen Arbeiten oder Studien in der gewählten Vertiefungsrichtung.</p> <p>Preparation of scientific papers or studies in the chosen deepening direction.</p>																																			
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten in der gewählten Vertiefungsrichtung, Literaturstudium, Arbeiten im Labor oder im Unternehmen, Bearbeiten von Forschungsthemen, Verfassen von wissenschaftlichen Arbeiten.</p> <p>Self-employed scientific work on the chosen deepening direction, literature studies, work in the laboratory or in the company, editing of research topics, writing of scientific papers.</p>																																			
<i>Literatur:</i>	<p>Selbstständige Literatúrauswahl.</p> <p>Independent literature selection.</p>																																			
<i>Arbeitslast:</i>	<p>240 Stunden Lehrveranstaltungen 60 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																																			
<i>Anbieter:</i>	<p><u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u></p>																																			
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr.-Ing. André Streek</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr.-Ing. Udo Löschner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Steiger</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Richard Börner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>																																			
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<p><i>Modulstruktur</i></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V</th> <th>S</th> <th>P</th> <th>T</th> <th>PVL</th> <th>PL</th> <th>CP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Forschungs- und Entwicklungsprojekt II</u></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>10</td> </tr> <tr> <td><u>Projektarbeit</u></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>0</td> <td></td> <td>PI4sn/PA</td> <td></td> </tr> <tr> <td><u>Tutorium</u></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>PI4m/30</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		V	S	P	T	PVL	PL	CP	<u>Forschungs- und Entwicklungsprojekt II</u>	0	0	7	1			10	<u>Projektarbeit</u>	0	0	7	0		PI4sn/PA		<u>Tutorium</u>	0	0	0	1		PI4m/30				
	V	S	P	T	PVL	PL	CP																													
<u>Forschungs- und Entwicklungsprojekt II</u>	0	0	7	1			10																													
<u>Projektarbeit</u>	0	0	7	0		PI4sn/PA																														
<u>Tutorium</u>	0	0	0	1		PI4m/30																														

2923 Mikro- und Nanotechnologien

<i>Modulname:</i>	Mikro- und Nanotechnologien	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2923	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-MINAT	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	3
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Mit diesem Modul wird das Ziel verfolgt, den Studierenden die Grundlagen moderner, physikalisch geprägter Mikro- und Nanotechnologie-Verfahren zu vermitteln und deren vorteilhaften Einsatz zur Erzeugung neuer Produkte anhand ausgewählter Beispiele zu demonstrieren. Damit erlangen die Studierenden die Kompetenz, die modernen Mikro- und Nanotechnologie-Verfahren einzuschätzen und für konkrete Einsatzfälle auszuwählen und weiter zu entwickeln.</p> <p>The aim of this module is to provide students with the basics of modern, physically influenced micro- and nanotechnology processes and to demonstrate their advantageous application for the creation of new products using selected examples. In this way, students gain the competence to assess modern micro- and nanotechnology processes and to select and further develop them for specific applications.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Gebiete und Dimensionen der Mikrotechnik, Fertigungstechnologien der Mikrotechnik, konventionelle Fertigungsverfahren und Verfahren der Halbleitertechnik in der Mikrotechnologie, LIGA-Technik, Laserbasierte Mikrotechniken, Mikrofeinwerktechniken, Beschichtungstechniken, Funktions- und Konstruktionswerkstoffe der Mikrotechnik, Anwendungsbeispiele: Sensoren, Aktoren und mikrooptische Bauelemente, mikrostrukturierte funktionale Oberflächen und Schichten,</p> <p>Gebiete und Dimensionen der Nanotechnik, Top-Down und Bottom-Up-Strategien in der Nanotechnologie, Fertigungstechnologien der Nanotechnik, nanochemische Verfahren, Sol-Gel-Verfahren, Nanomaterialien, Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von Fullerenen, Nanoröhrchen, Nanofasern, Nanofaserverbundwerkstoffen und Nanokompositen, Aerogel, nanostrukturierte funktionale Oberflächen und Schichten, ultradünne funktionale Schichten, nanoporöse Schichten, selbstorganisierte Nanostrukturen, funktionale Nanostrukturen, molekulare Architekturen, Quanteneffekte in Nanostrukturen, Vermessung und Analyse von Nanostrukturen,</p> <p>Areas and dimensions of micro-technology, manufacturing technologies of micro-technology, conventional manufacturing methods and processes of semiconductor technology in micro-technology, LIGA technology, laser radiation-based micro-technologies, coating techniques, functional and constructional materials of micro-technology,</p> <p>Application examples: sensors, actuators and micro - optic construction element, micro-structured functional surfaces and layers, areas and dimensions of nano-technics, top-down and bottom-up strategies in nanotechnology, manufacturing technologies of nanotechnology, nano-chemical methods, sol-gel processes, nanomaterials, production, properties and applications of fullerenes, carbon nano-tubes, nano-fibers and nano-composites, nanostructured functional surfaces and layers, ultra-fine functional layers, nano-porous layers, self - organized nanostructures, functional nanostructures, molecular architectures, quantum effects in nanostructures, analysis of nanostructures.</p>		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in den Vorlesungen dargeboten, von den Studierenden im Selbststudium nachgearbeitet und durch Lösen von Aufgaben im Seminar vertieft. Dabei werden insbesondere die Anwendungsmöglichkeiten der Verfahren und konkrete Beispiele für den praktischen Einsatz diskutiert. Durch ausgewählte Praktikumsversuche wird der Lehrstoff weiter gefestigt und experimentelles Know-how für die Anwendung der Technologien vermittelt.</p> <p>The teaching content is presented in lectures, is reviewed by the students in self-study and is deepened by solving tasks in the seminar. In particular, the possible applications of the methods and concrete examples for practical use are discussed. Selected practical experiments will further consolidate the teaching content and provide experimental know-how for the application of the technologies.</p>		

<i>Literatur:</i>	<p>Ehrfeld, W. Handbuch Mikrotechnik, Fachbuchverlag Leipzig</p> <p>Ilfrich, T., Kuhnert, G.S., Nano + Mikro I bis IV, Entwicklung der Nano- und Mikrotechnologie, Verlag: Books on Demand GmbH</p> <p>Frühau, J., Werkstoffe der Mikrotechnik, Lehrbuch für Ingenieure, Hanser Fachbuchverlag</p> <p>Brück, R., Angewandte Mikrotechnik, LIGA-Laser-Feinwerktechnik, Fachbuchverlag Leipzig</p>							
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen</p> <p>90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>							
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>							
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p> <p><u>M.Sc. Markus Olbrich</u> (Dozent)</p>							
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>
	<u>Mikro- und Nanotechnologien</u>	2	1	1	0		Ms/90	5

2929 Physikalisch technische Instrumentenentwicklung und Gerätebau

<i>Modulname:</i>	Physikalisch technische Instrumentenentwicklung und Gerätebau	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2929	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-PTIG-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	3
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden sind befähigt, ausgehend von einem Prozessmodell physikalische Messgrößen abzuleiten und diese durch geeignete Diskretisierung einem digitalen System zuzuführen. Weiterhin haben sie gelernt, mathematische Zusammenhänge in digitale Rechenwerke zu überführen, ressourcenoptimiert zu berechnen und hinsichtlich der Rechengeschwindigkeit zu optimieren.</p> <p>Based on a process model, the student is enabled to derive physical parameters and to supply them to a digital system through suitable discretization. Furthermore, he learns to translate mathematical relationships into digital arithmetic units, to calculate them in a resource-optimized way and to optimize them with regard to the computing speed.</p>		

Lehrinhalte:

Im Bereich der Forschung aber auch in der industriellen Anwendung, Umsetzung und Weiterentwicklung neuer Hochtechnologien ist es unabdingbar physikalisch messbare Prozessgrößen in verwertbare Mess- und Regelwerte zu überführen. Hierdurch lassen sich die physikalischen Prozesse überwachen, aufzeichnen oder auf ein gewünschtes Prozessergebnis hin modifizieren bzw. ausregeln und ggf. stabilisieren.

Zunächst müssen die physikalischen Messgrößen zur Prozessbeschreibung erkannt dem Verhalten nach analysiert und in verarbeitbare Signale überführt werden. Hierfür können verschiedenartige Methoden der Digitalisierung und Diskretisierung, nach erforderlicher Präzision und Messgeschwindigkeit angewandt werden.

Den überführten Messgrößen müssen teilweise komplexe mathematische Modelle für die Mess- und Regelschleifen zugrunde gelegt werden. Nach den, aus dem Prozessmodell ableitbaren Weiterverarbeitung der Daten, der mathematischen Komplexität, den erforderlichen Regelzykluszeiten und evtl. notwendigen Speicherbedarf sind die entsprechenden Rechenwerke gezielt auszuwählen. Diese können im einfachsten Fall Mikrocontroller für einfache Messwerverfassung plus Speicherung aber komplex synthetisierbare Parallelrechenwerke in Form von FPGA's darstellen.

Neben der Digitalisierung und Lösung der mathematischen Funktionen müssen die letztendlich generierten Stellgrößen wieder in physikalische verwertbare Prozesssignale gewandelt werden. Hierfür sind entsprechende Treiberstufen zu adaptieren oder ggf. zu entwickeln.

Ein weiteres Augenmerk liegt auf der Minimierung der zu speichernden Daten. Diese lassen sich häufig durch Transformation deutlich reduzieren, ohne ihren prozesstechnologischen Nutzinhalt (z.B. Fouriertransformation) zu verlieren. Vermittelt werden aber auch der grundlegende Entwurf bzw. Aufbau elektronischer Schaltungen für den Instrumenten- und Gerätebau.

- Digitalisierung und Diskretisierung analoger Signale.
- Entwicklung und Validierung mathematischer Modelle zur Prozesssteuer und -regelung
- Überführung mathematischer Beschreibung in digitale Rechenwerke.
- Methoden der Programmierung und Synthese
- Entwurf und Auslegung Analog-Digital-Wandler
- Entwurf und Auslegung von Treiberstufen für verschiedene Übertragungsarten und -protokolle

In the field of research but also in industrial application, implementation and further development of new high technologies, it is indispensable to convert physically measurable process variables into usable measurement and control values. As a result, the physical processes can be monitored, recorded or modified or adjusted to a desired process result and possibly stabilized.

First of all, the physical measured variables for the process description have to be analyzed according to their behavior and converted into processable signals. For this purpose, various methods of digitization and discretization, according to required precision and measurement speed can be applied.

The transferred measured quantities must be based in part on complex mathematical models for the measuring and control loops. According to the further processing of the data derivable from the process model, the mathematical complexity, the required control cycle times and possibly necessary memory requirements, the corresponding arithmetic units must be selected specifically. In the simplest case, these can be microcontrollers for simple measured value acquisition plus storage but complex synthesizable parallel computing units in the form of FPGAs.

In addition to the digitization and solution of the mathematical functions, the finally generated manipulated variables have to be converted back into physical usable process signals. For this purpose, appropriate driver stages have to be adapted or possibly developed.

Another focus is on minimizing the data to be stored. These can often be significantly reduced by transformation without losing their process technological useful content (for example Fourier transformation). However, the basic design of electronic circuits for instrument and device construction will also be presented.

- Digitization and discretization of analog signals.
- Development and validation of mathematical models for process control and regulation
- Transfer of mathematical description into digital arithmetic units.
- Methods of programming and synthesis
- Design and layout analog-to-digital converter
- Design and layout of driver stages for various transmission types and protocols

<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die Lehrinhalte werden in seminaristisch gestalteten Vorlesungen unter Einbeziehung multimedialer Techniken vermittelt. Die Vertiefung und Ergänzung der erworbenen grundlegenden Kenntnisse erfolgt durch Seminare sowie anhand der zur Verfügung gestellten Vorlesungsskripte durch eigene selbständige Studien. Aufgabenskripte dienen zudem der Durchführung und Nachbereitung der Unterrichtseinheiten.</p> <p>Vor- und Nachteile unterschiedlicher Vorgehensweisen werden abgewogen. Anhand vorgegebener Aufgaben erlernt die Studierenden selbstständiges Lösen von Problemstellungen. Ein praktischer Teil ermöglicht das Gelernte an expliziten Prozessregelaufgaben in Hardware umzusetzen.</p> <p>The teaching content is conveyed in seminar-style lectures using multimedia techniques. The deepening and supplementation of the acquired basic knowledge takes place through seminars as well as through independent studies based on the lecture scripts provided. Task scripts are also used to carry out and follow up the teaching units.</p> <p>Advantages and disadvantages of different approaches are weighed up. The student learns how to solve problems independently on the basis of given tasks. A practical part enables the student to implement the acquired knowledge in explicit process control tasks in hardware.</p>																																
<i>Literatur:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • AVR Mikrocontroller - Programmierung in C: Eigene Projekte selbst entwickeln und verstehen Taschenbuch - 8. Januar 2016 <p>von Heimo Gaicher, Patrick Gaicher</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signalverarbeitung: Analoge und Digitale Signale, Systeme und Filter (German Edition) 18. April 2011 von Martin Meyer • FPGAs für Maker: Eine praktische Einführung in programmierbare Logik 29. September 2016 von Cord Elias • Digitaltechnik: Grundlagen, VHDL, FPGAs, Mikrocontroller (Springer-Lehrbuch) 27. Dezember 2016 <p>von Winfried Gehrke und Marco Winzker</p>																																
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																																
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>																																
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr.-Ing. André Streek</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)																																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Physikalisch technische Instrumentenentwicklung und Gerätebau</u></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><u>Teilprüfung 1</u></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>PI4sn/PA</td> <td></td> </tr> <tr> <td><u>Teilprüfung 2</u></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>PI4m/30</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Physikalisch technische Instrumentenentwicklung und Gerätebau</u>	1	1	2	0			5	<u>Teilprüfung 1</u>						PI4sn/PA		<u>Teilprüfung 2</u>						PI4m/30	
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>																										
<u>Physikalisch technische Instrumentenentwicklung und Gerätebau</u>	1	1	2	0			5																										
<u>Teilprüfung 1</u>						PI4sn/PA																											
<u>Teilprüfung 2</u>						PI4m/30																											

2930 Aktuelle Entwicklungen/Gefährdungsanalyse

<i>Modulname:</i>	Aktuelle Entwicklungen/Gefährdungsanalyse	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2930	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-AEGA-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	3
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden haben Kenntnisse über ausgesuchte spezielle neue Gebiete der Lasertechnik, die bisher weitestgehend nur in der Forschung angewendet werden. Sie erwerben eine ausgewogene Balance von theoretischem Hintergrundwissen und praktischer Anwendung bzw. Umsetzung. Die Studierenden verstehen sowohl die lasergerätetechnischen Voraussetzungen als auch das Potenzial, spezielle Eigenheiten und Limitierungen der Verfahren. Die Studierenden vertiefen durch dieses Modul ihre Wissensbasis Lasertechnik und versetzt sie in die Lage, die Kenntnisse perspektivisch auf weitere angrenzende bzw. neue Gebiete in Forschung und Entwicklung zu übertragen und anwenden zu können. Außerdem werden vertiefende Kenntnisse für die fachkundige Erstellung der Gefährdungsbeurteilung an Laserbearbeitungsanlagen vermittelt.</p> <p>The students have knowledge of selected special new areas of laser technology, which are mostly used only in research. They acquire a balanced balance of theoretical background knowledge and practical application or implementation. The students understand both the laser equipment requirements and the potential, special peculiarities and limitations of the procedures. Through this module, students deepen their knowledge base in laser technology and enable them to transfer and apply the knowledge in a perspective to other adjacent or new areas of research and development. In addition, in-depth knowledge for the expert preparation of the risk assessment of laser processing systems is taught.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Simulation und Experiment am Beispiel des Laserstrahlbiegens • Strahlenoptische Berechnungsmethoden: geometrische Optik, Wellenoptik, Rigorose methode • neue Lasertechnologien: Lasermikrosintern, Femtosekunden-Laserbearbeitung, Laserbearbeitung transparenter Materien • Hochrate-Laserbearbeitung: Hochrate-geeignete Laserquellen (Faserlaser, hochrepetierende Ultrakurzpuslaserquellen), Hochrate-Lasergerätetechnik (Strahlführung, Strahlformung, schnelle Strahlablenkung, Strahlschalter, Bewegungssysteme, Steuerelektronik), Hochrate-Laserprozesse (Schneiden, Schweißen, Mikrostrukturierung, Sintern) • Grundsätze zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung, Berechnung von Expositionsgrenzwerten • Abprodukte und Gefahrstoffe am Arbeitsplatz infolge Laserbearbeitung, Beispiele und Übungen zur Gefährdungsbeurteilung • simulation and experimental investigation of a laser prozess exemplified by laser bending • ray-optical calculations: geometrical optics, wave optics, rigorous method • new laser technologies: laser micro sintering, laser processing using fs laser radiation, laser processing inside transparent materials • high-rate laser processing: high-rate-suited laser sources (fiber laser, high repetitionrate ultrashort pulse laser), high-rate laser equipment (beam delivery, beam shaping, fast beam deflection systems, beam switches, motion systems, electric control), high-rate laser processes (cutting, welding, microstructuring, micro sintering) • rules and principles to conduct a risk assessment, calculations of exposure limit values (ELV) • laser induced harmful waste and hazardous substances at work places • examples and exercises to perform a risk assessment 		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Der Lehrinhalt wird in seminaristischer Form vermittelt und orientiert sich an praktischen Problemstellungen und aktuellen Erkenntnissen aus der Laserforschung. Die Studierenden werden an neue Lasermaterialbearbeitungsverfahren sowie dafür notwendige Laseranlagentechnik systematisch herangeführt. 3 Veranstaltungen finden in englischer Sprache statt, um auf die internationale Fachsprache englisch einzustimmen. Die Vorlesung wird mittels Powerpoint präsentiert. Reichhaltiges Bild- und Videomaterial veranschaulicht die realen Laserprozesse und Verfahren sehr eindrucksvoll.</p> <p>The knowledge will be imparted in a seminar-like tuition and follows practical problems and recent scientific findings in laser research. The students will be introduced systematically to new laser material processing technologies, required laser machinery as well as safety and risk aspects. The lecture material will be presented using Powerpoint. Extensive image and video material illustrate real laser processes and technologies impressively.</p>		

<i>Literatur:</i>	<p>1. Strahlwerkzeug Laser Helmut Hügel Stuttgart Teubner -Studienbücher Verlag 1992 ISBN 3-519-06134-1</p> <p>2. Laser in der Fertigung Helmut Hügel, Thomas Graf Strahlquellen, Systeme, Fertigungsverfahren Vieweg+Teubner GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, 2009 ISBN 978-3-8351-0005-3</p> <p>3. Laser Jürgen Eichler, Hans Joachim Eichler Bauformen, Strahlführung, Anwendungen Springer Verlag ISBN 978-3-540-30149-3</p> <p>4. Lasermesstechnik, Diagnostik der Kurzzeitphysik Manfred Hugenschmidt Springer Verlag ISBN 978-3-540-29920-2</p> <p>5. Lasertechnik Grundlagen und Anwendungen Helmbrecht Bauer Würzburg: Vogel, 1991 (Kamprath-Reihe) ISBN 3-8023-0437-3</p> <p>6. Lasertechnik Dr. Hanskarl Treiber Frech-Verlag Stuttgart ISBN 3-7724-5403-8</p> <p>7. Materialbearbeitung mit Lasern Dieter Bimberg Grundlagen und Anwendungen Ehningen bei Böblingen: Expert-Verl. 1991 ISBN 3-8169-0335-5</p> <p>8. Schutz vor optischer Strahlung Ernst Sutter (2002)</p> <p>9. Praxis-Handbuch optische Strahlung, Gesetzesgrundlagen, praktische Umsetzung und betriebliche Hilfen Hans-Dieter Reidenbach, Martin Brose, Günter Ott, Harald Siekmann (2012)</p> <p>10. Leitfaden für Laserschutzbeauftragte - Ausbildung und Praxis Claudia Schneeweiss, Jürgen Eichler, Martin Brose (2017)</p> <p>11. Directive 2006/25/EC - artificial optical radiation</p> <p>12. Non-binding guide to good practice for implementing Directive 2006/25/EC "artificial optical radiation"</p> <p>13. Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - OStrV)</p> <p>14. Technische Regel zur Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung - TROS Laserstrahlung</p>
<i>Arbeitslast:</i>	<p>120 Stunden Lehrveranstaltungen 30 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr.-Ing. Udo Löschner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Dr. phil. Jörg Schille</u> (Dozent)</p>

Lerneinheitsformen und Prüfungen:	Modulstruktur	V	S	P	T	PVL	PL	CP
	<u>Aktuelle</u>	2	2	0	0			5
	<u>Entwicklungen/Gefährdungsanalyse</u>							
	<u>Aktuelle Entwicklungen</u>	2	1	0	0		PI4m/30	
<u>Gefährdungsanalyse</u>	0	1	0	0		PI4s/90		

2933 Biophotonik/ultrakurze Messtechnik/Anwendungen

<i>Modulname:</i>	Biophotonik/ultrakurze Messtechnik/Anwendungen	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2933	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-BPUMA-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Wahlpflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	3

<p><i>Ausbildungsziele:</i></p>	<p>Im Modul Biophotonik/ultrakurze Messtechnik/Anwendungen geht es inhaltlich um vertiefte biophotonische Zusammenhänge und Kenntnisse auf den für Ingenieure (Master Lasertechnik Vertiefung Biophotonik) relevanten Gebieten der Fluoreszenzmikroskopie und der Wirkung ultrakurz gepulster Laser auf organische Materie. Das Forschungsgebiet arbeitet interdisziplinär an der Schnittstelle von Biologie und Physik und untersucht grundlegende Fragen mit Bezug zur Biologie, der medizinischen und pharmakologischen Forschung und ihren Anwendungen. Die Studierenden erlangen auf Basis des Grundlagenwissens der Biophotonik und der Wechselwirkung von Photonen mit organischer Materie aus dem Bachelor-Studium ein vertieftes Wissen biophotonischer Zusammenhänge, d.h. die Studierenden können komplexe Zusammenhänge biophotonischer Gesetze nicht nur mathematisch-physikalisch korrekt beschreiben sondern diese selbstständig an neue Problemstellungen anpassen.</p> <p>Vorlesung: Die Studierenden erlangen spezifischen Fachwissen und können die vorgestellten Zusammenhänge nicht nur korrekt wiedergeben, sondern sie mathematisch formulieren, lösen und das Ergebnis wissenschaftlich korrekt interpretieren und kritisch überprüfen. Durch die nach dem flipped classroom Prinzip von den Studierenden zu bearbeitenden, wissenschaftlichen Publikation aus international renommierten Journalen (Nature, Science, Scientific reports, Review of scientific instruments etc.) sind die Studierenden in der Lage Fachwissen auf Englisch zu präsentieren, zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen.</p> <p>Seminar: Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen Seminar/Übung können die Studierenden selbstständig auch für komplexe biophotonische Problemstellungen sinnvolle Lösungswege und -strategien anhand des erworbenen Wissens aus der Vorlesung entwickeln und diese mathematisch korrekt formulieren, lösen und das Ergebnis bzw. dessen Lösung physikalisch korrekt interpretieren.</p> <p>Praktikum: Ziel des Moduls ist es, dass die Studierenden die theoretischen Kenntnisse aus der Vorlesung und dem Seminaren in fortgeschrittenen Experimenten anwenden. Nach dem Besuch der Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage selbstständig höchst anspruchsvolle biophotonische Sachverhalte zu erproben, die dafür notwendigen biophotonische Messverfahren durchzuführen, sowie die Messwertanalyse durchzuführen.</p> <p>Allgemein: Die Studierenden sind nicht nur anhand der erlangten Fach- und Methodenkompetenz in der Lage, wissenschaftliche Sachverhalte und Aussagen (z.B. in Publikationen) selbstständig kritisch zu bewerten sondern wissenschaftliche Zusammenhänge selbstständig methodisch, experimentell zu überprüfen.</p> <p>The module Biophotonics/ultra-short measurement techniques/applications contains in-depth biophotonic correlations and knowledge in the fields of fluorescence microscopy and the effect of ultrashort pulsed lasers on organic matter relevant for engineers (Master Laser Technology - Advanced Biophotonics). The research area works interdisciplinary at the interface of biology and physics and investigates fundamental questions related to biology, medical and pharmacological research and its applications. Based on the basic knowledge of biophotonics and the interaction of photons with organic matter from the bachelor's degree, students acquire a deeper knowledge of biophotonic interactions. Thus, the students will be able to describe complex interrelationships of biophotonic laws not only mathematically and physically correct but also to adapt them to new problems.</p> <p>Lecture: Students acquire specific technical knowledge and are not only able to reproduce the presented contexts correctly, but also to formulate them mathematically, solve them and to interpret and critically review the result scientifically correct. Through the scientific publications from internationally renowned journals (Nature, Science, Scientific reports, Review of scientific instruments etc.), which are to be processed by the students according to the flipped classroom principle, the students are able to present, interpret and critically question specialist knowledge in English.</p> <p>Seminar: After attending the modules seminar/exercise, the students are able to independently develop meaningful solutions and strategies for complex biophotonic problems based on the acquired knowledge from the lecture. Furthermore, the students will be able to formulate and solve them mathematically correct and interpret the result or its solution physically correct.</p> <p>Practical course: Aim of the module is that the students apply the theoretical knowledge from the lecture and seminars in advanced experiments. After attending the module lectures, the students are enabled to independently test highly demanding biophotonic facts, to perform the necessary biophotonic measurement procedures, as well as to conduct the measurement value analysis.</p> <p>In general: The students are not only able to critically evaluate scientific facts and statements (e.g. in publications) on the basis of the acquired technical and methodological competence, but are also capable of independently checking scientific connections methodically and experimentally.</p>
---------------------------------	---

<i>Lehrinhalte:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fortgeschrittene biophotonische Messtechnik und Methoden zur Untersuchung der Struktur und Funktion von Biomolekülen • Erzeugung und Einsatz ultrakurz gepulster Strahlung • Pump & Probe Methoden • 2-Photonen Mikroskopie • Lebensdauermessungen elektronischer Zustände in Fluorophoren • Fortgeschrittene Einzelmolekül FRET und FCS Methoden • Technische Realisierung (Mikroskopbau) und mathematische Analyse (Einzelphotonentrajektorien, Korrelation, FFT, Einzelmolekülvideos, Bildrekonstruktion, Bildanalyse) für die Kinetikanalysen und Datenverarbeitung innerhalb der Fluoreszenzspektroskopie und Mikroskopie • Superresolution Techniken (STED etc. im Vergleich zu Cryo EM etc.) • (Röntgenstrukturanalyse & Kristallographie von Biomolekülen) <p>Praktikum mit erhöhtem Zeitaufwand (a 8 -16 h):</p> <ul style="list-style-type: none"> • FCS an Lipid-Vesikeln • Einzelmolekül FRET am DNA Hairpin • Advanced biophotonic measurement techniques and methods to study the structure and function of biomolecules • Generation and application of ultrashort pulsed radiation • Pump & Probe Methods • 2-photon microscopy • Lifetime measurements of electronic states in fluorophores • Advanced single molecule FRET and FCS methods • Technical realization (microscope construction) and mathematical analysis (single photon trajectories, correlation, FFT, single molecule videos, image reconstruction, image analysis) for kinetics analysis and data processing within fluorescence spectroscopy and microscopy • Superresolution techniques (STED etc. compared to Cryo EM etc.) • (X-ray structure analysis & crystallography of biomolecules) <p>Internship with increased time expenditure (á 8 -16 h):</p> <ul style="list-style-type: none"> • FCS on lipid vesicles • Single molecule FRET on DNA hairpin
---------------------	---

<i>Lernmethoden:</i>	<p>Die biophysikalischen Gesetzmäßigkeiten der Lehrinhalte werden hinsichtlich ihrer technischen Anwendung an ausgewählten Beispielen diskutiert. Die biophysikalische Denk- und Arbeitsweise sowohl der experimentellen als auch in Ansätzen der theoretischen Biophysik wird</p> <ul style="list-style-type: none"> • in Vorlesungen präsentiert, und • in Seminaren/ in Übungen diskutiert. <p>Der Lehrinhalt wird in den Vorlesungen präsentiert und die Studierenden werden durch dezidierte Fragen aktiv in die Vorlesung eingebunden. Der Lehrinhalt der Vorlesung wird durch die Studierenden selbstständig nachgearbeitet, d.h. die Vorlesungsaufzeichnungen werden sowohl mit dem Vorlesungsskript als auch der Fach-Literatur (siehe Literaturrempfehlung) abgeglichen. Sich dabei ergebende Fragen können in allen Formaten (V, S/Ü), vorrangig aber in den Seminaren/Übungen mit den Dozenten besprochen werden.</p> <p>Anhand vorgegebener Aufgaben sollen die Studierenden das selbstständige Lösen biophysikalischer Problem- und Aufgabenstellungen lernen. Im Seminar werden die Lösungen besprochen, wobei in der Diskussion nochmals alle Details, wie Anfangs- und Randbedingungen sowie Vereinfachungen erörtert werden, um auf das Wesentliche aufmerksam zu machen. Gegebenenfalls werden unterschiedliche Lösungswege aufgezeigt und ihre Vor- und Nachteile abgewogen.</p> <p>Im Praktikum werden experimentelle Fertigkeiten erworben, die Aufnahme von Messwerten und deren Protokollierung erlernt, die Messwerte analysiert und die Ergebnisse sowie Messfehler quantitativ und qualitativ diskutiert.</p> <p>The biophysical laws of the teaching content are discussed with regard to their technical application using selected examples. The biophysical way of thinking and working, both in experimental and theoretical biophysics, will be</p> <ul style="list-style-type: none"> • presented in lectures, and • discussed in seminars/ in exercises. <p>The teaching content is presented in the lectures and the students are actively involved in the lecture by asking specific questions. The teaching content of the lecture is independently revised by the students, i.e. the lecture notes are compared with the lecture script as well as the specialist literature (see recommended literature). Questions arising in the process may be discussed with the lecturers in all formats (L, S), but primarily in the seminars/exercises.</p> <p>Based on given tasks, students shall learn how to solve biophysical problems and tasks independently. In the seminar the solutions will be discussed, whereby in the discussion all details, such as initial and boundary conditions as well as simplifications will be discussed again in order to draw attention to the essentials. If necessary, different solutions are shown and their advantages and disadvantages are weighed up.</p> <p>In the practical course, experimental skills are acquired, the recording of measured values and their logging is learned, the measured values are analysed, and the results and measurement errors are discussed quantitatively and qualitatively.</p>																								
<i>Literatur:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pedrotti, F et.al.: Optik für Ingenieure, Springer-Verlag 2002, 2005, 2008, ISBN 978-3-540-73471-0. • Meschede, D.: Optik, Licht und Laser, Vieweg und Teubner 1999, 2005, 2008, ISBN 978-3-8351-0143-2. • Bäuerle, D.: Laser Processing and Chemistry, Springer-Verlag 1986, 1996, ISBN 3-540-17147-9. • Lakowitz: Principles of fluorescence spectroscopy, Springer • Keiser: Biophotonics; Springer • Börner R: Vorlesungsmanskript Biophotonik 5 wird im Intranet und auf OPAL bereitgestellt. 																								
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 90 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>																								
<i>Anbieter:</i>	<p><u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u></p>																								
<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<p><u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Richard Börner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)</p>																								
<i>Lerneinheitsformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th><i>Modulstruktur</i></th> <th><i>V</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>T</i></th> <th><i>PVL</i></th> <th><i>PL</i></th> <th><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>Biophotonik/ultrakurze</u></td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> <td></td> <td>Mm/30</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td><u>Messtechnik/Anwendungen</u></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Biophotonik/ultrakurze</u>	2	1	1	0		Mm/30	5	<u>Messtechnik/Anwendungen</u>							
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>																		
<u>Biophotonik/ultrakurze</u>	2	1	1	0		Mm/30	5																		
<u>Messtechnik/Anwendungen</u>																									

2935 Masterprojekt

<i>Modulname:</i>	Masterprojekt	<i>Unterrichtssprache:</i>	deutsch, englisch
<i>Modulnummer:</i>	2935	<i>Abschluss:</i>	M.Sc.
<i>Modulcode:</i>	02-MLTPT-21	<i>Häufigkeit:</i>	jahresweise
<i>Pflicht/Wahl:</i>	Pflicht	<i>Dauer:</i>	1
<i>Studiengang:</i>	Lasertechnik / Physikalische Technik	<i>Regelsemester:</i>	4
<i>Ausbildungsziele:</i>	<p>Die Studierenden werden mit dieser abschließenden, selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit zum Master der Lasertechnik/ Physikalischen Technik befähigt. Sie wenden die bisher erworbenen theoretischen und praktischen Kenntnisse und Fertigkeiten ebenso wie übergreifende soziale Kompetenzen an und erbringen den Nachweis ihrer wissenschaftlichen Qualifikation. Die Studierenden fertigen die Masterarbeit in einem Unternehmen, einer anderen Einrichtung oder auch an der Hochschule an. Sie beweisen durch das abschließende Kolloquium ihre Fähigkeit zur Präsentation der erreichten Ergebnisse und zum fachlichen Streitgespräch.</p> <p>With this final, independent scientific work, students will be qualified for the Master of Laser Technology/Physical Engineering. They will apply the theoretical and practical knowledge and skills acquired so far as well as comprehensive social competences and provide proof of their scientific qualification.</p> <p>The students complete the master's thesis in a company, another institution or at the university. In the concluding colloquium, they demonstrate their ability to present the results achieved and to engage in professional debate.</p>		
<i>Lehrinhalte:</i>	<p>Komplexe wissenschaftliche Aufgabe aus dem Bereich Physikalischen Technik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präzisierung der Themenstellung in Abstimmung mit den Betreuern des Masterprojektes, • Darstellung der Randbedingungen und der Zielstellung für die Masterarbeit, • Recherchen zur Ermittlung des aktuellen Wissensstandes, • Definition notwendiger Begriffe, • Analyse der kausalen Zusammenhänge der bearbeiteten Thematik, • Darstellung, Auswahl und Anwendung von Methoden zur Bearbeitung der Thematik, • Zusammenfassungen und Erkenntnisse eines jeden bearbeiteten Hauptgliederungspunktes, • Erkenntnisse der Masterarbeit, Empfehlungen für das Unternehmen, Ausblick für weitere Themenstellungen, <p>Complex scientific task in the field of physical engineering:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clarification of the topic in coordination with the supervisors of the master project; • Presentation of the boundary conditions and the objective for the Master thesis, research to determine the current state of knowledge; • Definition of necessary concepts; • Analysis of the causal relationships of the processed topic; • Presentation, selection and application of methods for dealing with the topic, summaries and findings of each edited main item; • Findings of the master's thesis, recommendations for the company, outlook for further topics 		
<i>Lernmethoden:</i>	<p>Fachseminar zur Vorstellung von Zwischenergebnissen, selbstständige wissenschaftliche Arbeit, ggf. auch im Rahmen eines Teams oder im Ausland, Qualifizierung des wissenschaftlichen Schreibens, Kolloquium zur Präsentation und Diskussion der Ergebnisse.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colloquium for the presentation of intermediate results; • Independent scientific work, possibly within a team or abroad; • Qualification of scientific writing; • Colloquium for presentation and discussion of the results 		
<i>Literatur:</i>	Projektbezogene Literaturrecherche durch die Studenten		
<i>Arbeitslast:</i>	<p>60 Stunden Lehrveranstaltungen 840 Stunden Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen, Prüfungsvorbereitung</p>		
<i>Anbieter:</i>	<u>02 Fakultät Ingenieurwissenschaften</u>		

<i>Dozententeam (Rollen):</i>	<u>Prof. Dr.-Ing. André Streek</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr.-Ing. Udo Löschner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Steiger</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Steffen Weißmantel</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. habil. Alexander Horn</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer) <u>Prof. Dr. rer. nat. Richard Börner</u> (Dozent, Inhaltverantwortlicher, Prüfer)																																
<i>Lerneinheitenformen und Prüfungen:</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="480 315 954 353"><i>Modulstruktur</i></th> <th data-bbox="954 315 979 353"><i>V</i></th> <th data-bbox="979 315 1005 353"><i>S</i></th> <th data-bbox="1005 315 1031 353"><i>P</i></th> <th data-bbox="1031 315 1056 353"><i>T</i></th> <th data-bbox="1056 315 1114 353"><i>PVL</i></th> <th data-bbox="1114 315 1171 353"><i>PL</i></th> <th data-bbox="1171 315 1393 353"><i>CP</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="480 353 954 392"><u>Masterprojekt</u></td> <td data-bbox="954 353 979 392">0</td> <td data-bbox="979 353 1005 392">0</td> <td data-bbox="1005 353 1031 392">0</td> <td data-bbox="1031 353 1056 392">2</td> <td data-bbox="1056 353 1114 392"></td> <td data-bbox="1114 353 1171 392"></td> <td data-bbox="1171 353 1393 392">30</td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 392 954 430"><u>Masterarbeit</u></td> <td data-bbox="954 392 979 430">0</td> <td data-bbox="979 392 1005 430">0</td> <td data-bbox="1005 392 1031 430">0</td> <td data-bbox="1031 392 1056 430">2</td> <td data-bbox="1056 392 1114 430"></td> <td data-bbox="1114 392 1171 430">MA</td> <td data-bbox="1171 392 1393 430"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="480 430 954 486"><u>Masterkolloquium</u></td> <td data-bbox="954 430 979 486"></td> <td data-bbox="979 430 1005 486"></td> <td data-bbox="1005 430 1031 486"></td> <td data-bbox="1031 430 1056 486"></td> <td data-bbox="1056 430 1114 486"></td> <td data-bbox="1114 430 1171 486">PI4sn/K60</td> <td data-bbox="1171 430 1393 486"></td> </tr> </tbody> </table>	<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>	<u>Masterprojekt</u>	0	0	0	2			30	<u>Masterarbeit</u>	0	0	0	2		MA		<u>Masterkolloquium</u>						PI4sn/K60	
<i>Modulstruktur</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>T</i>	<i>PVL</i>	<i>PL</i>	<i>CP</i>																										
<u>Masterprojekt</u>	0	0	0	2			30																										
<u>Masterarbeit</u>	0	0	0	2		MA																											
<u>Masterkolloquium</u>						PI4sn/K60																											