

# Modulhandbuch

---

## Master

# Micro- and Nanotechnologies

---

**Studienordnungsversion: 2021**

**gültig für das Wintersemester 2022/23**

Erstellt am: 20. Dezember 2022

aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

Herausgeber: Der Präsident der Technischen Universität Ilmenau

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-28446

# Inhaltsverzeichnis

Name des Moduls/Fachs	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.F	Ab- schluss	LP
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
<b>Mandatory Modules</b>											FP	50
Electronics Technology 1	2	2	0								PL 90min	5
Materials of Micro and Nanotechnology	2	2	0								PL	5
Nanodiagnostics	2	1	1								PL	5
Nanotechnology	2	2	0								PL 90min	5
Semiconductor Devices 1	2	2	0								PL 90min	5
Introduction to Research		2	2	0							PL	5
Laboratory for Materials & Micro/Nanofabrication		0	0	3							PL	5
Microsystems Technology		3	2	0							PL 90min	5
Forschungsprojekt											PL	10
					300 hours							
<b>Advanced Studies</b>											FP	30
Advanced Packaging and Assembly Technology		2	2	0							PL	5
Electronics Technology 2		2	1	1							PL	5
Integrierte Optik, Mikrooptik und Holographie		2	2	0							PL	5
Micro- and Nano Sensor Technology		2	2	0							PL 90min	5
Micro- and Semiconductor Technology 2		2	2	0							PL	5
Neuromorphic Engineering 1		2	2	0							PL 90min	5
Semiconductor Devices 2		2	2	0							PL 90min	5
Functionalized Peripherals			2	1	1						PL	5
Funktionswerkstoffe			2	2	0						PL 90min	5
Micro- and Nano System Technology			2	2	0						PL 30min	5
Microsensors and Microactuators			4	1	0						PL 90min	5
Neuromorphic Engineering 2			2	2	0						PL 90min	5
Thin Films and Surfaces			2	2	0						PL 90min	5
Werkstoffzustände und -analyse		2	1	1							PL 90min	5
<b>Technical Elective</b>											FP	5
											PL	0
											PL	0
<b>Key Competencies</b>											FP	5
											SL	0
											SL	0
<b>Final Thesis</b>											FP	30
Master Thesis with Colloquium											PL	30
					900 h							

## Modul: Electronics Technology 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Pflichtmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200573

Prüfungsnummer: 2100915

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Müller

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2146							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester	2 2 0									

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises the students are able to design and analyze printed circuit boards, hybrid circuits and electronic assemblies and can evaluate these regarding their applicability and performance.

They are able to apply their systematic knowledge in electronics technology (e.g. in complex student projects or lab work).

### Vorkenntnisse

Basics of electrical engineering and material science

### Inhalt

The subject covers basic knowledge regarding product cycle and properties of microelectronic assemblies. It contains the fundamentals of organic circuit boards (PCB), their structuring processes as well as assembly and mounting technologies to achieve a functional electronic system. In addition to these standard processes some alternative technologies will be introduced.

1. Design process and product cycle (from idea to the product)
2. Thermal management in microelectronics
3. Board technologies

- Overview of available technologies
- Materials and their properties
- Additive and subtractive structuring processes
- Practical work: design of a PCB

4. Microelectronic components
5. Mounting and assembly technologies (soldering, bonding, gluing, dispensing etc.)
6. Design and layout aspects of PCBs (electrical and thermal design)
7. Electromagnetic interference (EMI) and electromagnetic compatibility (EMC)
8. Basics of RF design
9. Hybrid circuit technologies

- Thick- and Thinfilm technology
- LTCC technology

10. Basics of component packaging

follow the link in moodle (lecture): <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4414>

follow the link in moodle (seminar): <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4416>

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- . Powerpoint slides (also available as script)
- . Videos
- . Writings on the board
- . Exercises (presented by both students and lecturer)

Technical requirements for online participation:

Internet access with 600 kB/s or faster

Computer / laptop with operable camera and microphone

### Literatur

Scripts,

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Schriftliche Abschlussarbeit (Klausur) in Distanz nach §6a PStO-AB (Take-Home-Exam)

Dauer: 90 Minuten

Technische Voraussetzung: exam-moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Materials of Micro and Nanotechnology

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Pflichtmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200601

Prüfungsnummer: 210502

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																					
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172																					
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS														
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	2	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students are able to explain the mechanical and functional properties of materials in micro- and nanotechnology starting from the microscopic and submicroscopic structure. They can analyze changes in the properties and judge them for their applicability in new applications and can develop strategies for their implementation. Students know the various materials in micro- and nanotechnology and in sensorics. They have gained knowledge about the basic materials properties, their application and the fabrication of such materials. The students know the basics of fabrication of highly integrated circuits, the preparation of microsystems and sensors and how the materials have to be selected. For selected applications the students have knowledge about various methods and steps, materials and their control and analysis. After the seminar, the students have gained a deeper knowledge for selected examples, and they have learned how to search information and how to present this in a talk and to discuss the problems. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

After the scientific talk (presentation and discussion), students can present a scientific topic, interpret the research results and have to maintain a scientific discussion. So they have the ability to analyze, summarize, interpret and to discuss a scientific research topic. This shows the metacognitive knowledge of the students. Beside these aims and knowledge tests the students have proofed the factual, conceptual, and procedural knowledge of the micro and nanomaterials in the written examination. They have all basics available and they can apply this knowledge and transfer it to given problems.

### Vorkenntnisse

Basic knowledge in materials science and engineering, physics, and chemistry on bachelor level.

### Inhalt

Materials for Micro- and Nanotechnology

Factual knowledge

Materials for micro and nanofabrications, Top-down und Bottom-up principles, structuring, materials principles of etching, self-organisation methods, properties of nanomaterials, scaling laws.

Introduction

Thin films, deposition, transport mechanisms in thin films

1. basic processes during deposition
2. Epitaxy / Superlattices
3. Diffusion
4. Electromigration
5. functional properties of thin films

1. Definition
2. Quantum interference
3. Applications
4. liquid crystals
5. carbon materials
6. Gradient materials

1. Lithography
2. Anisotropic etching
3. coating
4. LIGA-method

materials for sensorics

materials for plasmonics

materials for energy conversion and storage

Methodological Competences

Students can analyse a digital representation of materials and draw conclusions. They are able to convert measurements of properties to a digital representation of materials.

Self-reflecting competences

Students know how to deal with digital representations and can judge about deficiencies and limitations. They know how to extend the problem and find a solution.

Social Competences

After the seminar, the students have gained deeper knowledge for selected examples, and they have learned how to search information and how to present this in a talk and to discuss the problems. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Scriptum, powerpoint, computer demos, animations, specialized literature, seminar, talks (presentation and discussion)

[moodle course](https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=225): <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=225>

enrolment key: 2021-micronano

## Literatur

Specialized literature will be given in the course and in moodle.

1. Introduction to nanoscience and nanomaterials. Agrawal. World Scientific.
2. Materials for microelectronics. Elsevier.
3. Ashby, M. F.; Ferreira, P. J.; Schodek, D. L., Nanomaterials, nanotechnologies and design, Butterworth-Heinemann, 2009.
4. Poole Jr., C. P.; Owens, F. J., Introduction to Nanotechnology, John Wiley & Sons, 2003.
5. Callister Jr., W. D., Fundamentals of Materials Science and Engineering, John Wiley & Sons, 2000.
6. Ratke, L.; Voorhees, P. W., Growth and Coarsening: Ostwald Ripening in Material Processing, Springer, 2002.
7. Bhattacharya, Fornari, Kamimura, Comprehensive Semiconductor Science and Technology, 6 volumes, Elsevier Science, 2011.
8. Werkstoffwissenschaft / W. Schatt; H. Worch / Wiley- VCH Verlag, 2003
9. Menz, W.; Mohr, J.; Paul, O.: Mikrosystemtechnik für Ingenieure. - Wiley-VCH, 2005
10. Grundlagen der Mikrosystemtechnik: Lehr- und Fachbuch / G. Gerlach; W. Dötzel / Hanser, 1997
11. Sensorik: Handbuch für Praxis und Wissenschaft / H.- R. Tränkler; E. Obermeier / Springer, 1998
12. Mikrosystemtechnik / W.-J. Fischer / Würzburg: Vogel, 2000
13. Schaumburg, H.: Sensoren / H. Schaumburg / Teubner, 1992
14. Frühauf, J.: Werkstoffe der Mikrotechnik; Hanser Verlag 2005
15. Mescheder, U.: Mikrosystemtechnik; Teubner-Verlag, 2004

moodle course: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=225>

enrolment key: 2021-micronano

## Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Materials of Micro and Nanotechnology mit der Prüfungsnummer 210502 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 75% (Prüfungsnummer: 2100950)
- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 25% (Prüfungsnummer: 2100951)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

Written examination

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Seminar talk to a given topic with scientific discussion.

Examination part 2 (Teilleistung 2) is only offered in the winter semester.

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Schriftliche Abschlussarbeit (Klausur) in Distanz nach §6a PStO-AB (Take-Home-Exam)

Dauer: 120 Minuten

Technische Voraussetzung: exam-moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

oder

Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz nach §6a PStO-AB

Dauer: 30 Minuten

Technische Voraussetzung: webex [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017

Master Biotechnische Chemie 2020

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

Master Werkstoffwissenschaft 2021

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Nanodiagnostics

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200386

Prüfungsnummer: 240274

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften			Fachgebiet: 242																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	1	1																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten kennen nach der Vorlesung moderne Methoden der Nanodiagnostik. Darüber hinaus sind sie nach den Übungen in der Lage, einige dieser Methoden auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und die für die konkrete Fragestellung in der Nanodiagnostik jeweils am besten geeignete Technik auszuwählen. Praktikum: Die Studenten können die in der Lehrveranstaltung Spektroskopische Diagnosemethoden behandelten Untersuchungsmethoden anwenden. Sie können sowohl Untersuchungen eigenständig, basierend auf den erlernten physikalischen Grundlagen, durchführen, als auch die erhaltenen Daten anschließend auswerten, analysieren und diskutieren.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Methoden der Nanodiagnostik:

- allg. Methodik der Spektroskopie
- Elektronenspektroskopie (XPS, UPS, AES, EELS, EDX)
- Ionenstreuung

- Massenspektrometrie

Praktikum: Durchführung und Bericht/Diskussion über die verschiedenen Untersuchungsmethoden (Auswahl von 2 Versuchen aus den angebotenen Laborversuchen im Studiengang Techn. Physik)

Seminar: Vorträge zu je einer spektroskopischen Methode

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Vorlesung mit Powerpoint-Präsentation

Praktikum: Versuchsanleitungen

Seminar: Powerpoint-Präsentation

### Literatur

Versuchsanleitungen, Literatur wie im Fach Spektroskopische Diagnosemethoden

### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Nanodiagnostik mit der Prüfungsnummer 240274 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 60% (Prüfungsnummer: 2400734)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 40% (Prüfungsnummer: 2400735)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

2 Praktikumsversuche

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen



verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Nanotechnology

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200547 Prüfungsnummer: 2100889

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																		
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2142																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester	2	2	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After attending the lectures, students can describe fabrication methods to fabricate nanostructures and nanostructured devices.

They can explain areas of applications in various scientific disciplines. They understand the physical principles and fundamentals of size dependent materials and device properties.

After attending the course, students are able to develop process flows to fabricate complex nanostructures. They understand the physical fabrication processes used in today's manufacturing lines and in the semiconductor industry.

After the seminar, the students deepened their knowledge gained in the lecture using selected examples.

After the event, students have cross-disciplinary scientific knowledge and professional skills.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

The objective of this course is to introduce some of the fundamentals and current state-of-the-art in Nanotechnology through lectures from the instructor, selected readings, experiments, and special topic presentations from the students.

The topics that will be covered include:

NanoScale Imaging; Patterning using Scanning Probes, Conventional and Advanced Lithography, Soft-Lithography, Stamping & Molding; Nanomaterials - Properties, Synthesis, and Applications; Nanomaterial Electronics; Bottom-up/Top-Down Nanomaterial Integration and Assembly, NanoManufacturing/Component Integration using Engineered Self-Assembly and Nanotransfer. Labs on AFM, Microcontact Printing, Nanoparticles/Nanowire Synthesis.

The class size is limited to 25 students due to the LAB experiments that complement the lectures.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Power Point, LAB experiments

### Literatur

Lecture notes: <http://www.tu-ilmenau.de/mne-nano/vorlesungen-und-praktika/>

Additional Reading / Literature:

Handbook of nanoscience Engineering and Technology, Edited by William A. Goddard, III., CRS press, 2003. Standort 69, ELT ZN 3700 G578

G. Cao, Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties & Applications. Standort 69, ELT ZN 3700 C235

G. Ozin, A. Arsenault, Nanochemistry: A Chemical Approach to Nanomaterials. Standort 55, CHE VE 9850 O99

A. T. Hubbard, ed, The Handbook of Surface Imaging and Visualization. CRC press (1995) Our Molecular

Future: How Nanotechnology, Robotics, Genetics and Artificial Intelligence Will Transform the World,

Prometheus (2002), ISBN 1573929921 Standort 55 PHY UP 7500 H875

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Semiconductor Devices 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200502      Prüfungsnummer: 2100835

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik      Fachgebiet: 2143

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
	2	2	0																																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises, the students know physical principles of semiconductors. They are able to understand and analyze these principles of semiconductors and semiconductor devices.

### Vorkenntnisse

Fundamentals of Electronics, Fundamentals of Electrical Engineering

### Inhalt

- 1- Physical principles of semiconductors (carrier densities, basic drift-diffusion-semiconductor equations, generation and recombination mechanisms)
- 2- Metal-semiconductor contact (types, current flow mechanisms, small-signal and switching behavior)
- 3-p-n Junctions (depletion region, current flow mechanisms, junction breakdown)
- 4- Devices (solar cells, bipolar transistor, MOS transistor)

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Blackboard + PowerPoint presentation

### Literatur

1. Simon M. Sze: Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons Inc, 2006;
2. Michael Shur: Physics of Semiconductor Devices, Prentice Hall 1991;
3. Simon M. Sze: Modern Semiconductor Devices, John Wiley & Sons Inc, 1997

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Introduction to Research

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200752

Prüfungsnummer: 210537

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																								
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172																								
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS																	
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester				2	2	0																					

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students are able to explain the basics and the progress in science and research. They can analyze methods and results in scientific publications. They can judge them for their applicability in new research applications and can develop strategies for their implementation. Students know the various research methodologies and ways of disseminating research results. They have gained knowledge about the basic research rules, their application and the finding, reading and writing of scientific publications. They know about citations and citation rules, copyrights, plagiarism and can apply that in their own research. The students know the basics of publishing research results and can apply that in written and oral form. For selected research applications, the students have knowledge about various methods and steps, procedures and their control and analysis. After the seminar, the students have gained a deeper knowledge of science and research for selected examples, and they have learned how to search information and how to present this in a talk and to discuss the problems. After intensive critical discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate of science and research, as well as the presentations and achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions, as well as they can argue in a critical and scientific manner. After the scientific talk (presentation and discussion), students can present a scientific topic, interpret the research results and have a scientific discussion. They have the ability to analyze, summarize, interpret and to discuss a scientific research topic.

This shows the metacognitive knowledge of the students. Beside these aims and knowledge tests the students have proofed the factual, conceptual, and procedural knowledge of science and research in engineering and natural sciences. They have all basics available and the can apply this knowledge and transfer it to given problems.

### Vorkenntnisse

Fair knowledge in materials science and engineering, electrical engineering, microtechnology, electronics, physics, and chemistry on bachelor level.

### Inhalt

Introduction to Research

Factual knowledge

1. Science and Research

a. What is Science and Research?

b. Cycle of scientific workc. Tips for choosing a topic

2. Good Scientific Practice

a. What is good scientific practice

b. Rules of the DFG, Rules of TU Ilmenauc. Ethics of Science

3. Literature

a. Types of Literature, Forms of publication

b. What is good literature?c. Citing and correct citations

4. Scientific publishing

a. Journals, submission and editorial process

b. Authorship

c. OpenAccess

- d. Copyrighte. Peer review
- f. Data publishing and OpenData
- 5. Literature Work
  - a. Search (metadata, search functionalities, databases & search engines, useful features)
  - b. Finding and reading full texts (licenses, full text search, reading techniques)
  - c. Managing and citing literature, Reference Manager Programs
- 6. Experiments
  - a. What is an experiment, how to do experiments?
  - b. Experiments for answering research questions
  - c. LabBook (Rules for Good Scientific Practice)
  - d. Uncertainties and error bars, error propagation
- 7. Design of Experiments (DoE)
- 8. Data Analysis, Fitting
  - a. Presentation of Graphs, figures, tables
  - b. "Fitting", data analysis, fit curves, presenting "fit"-results
- 9. Data management
  - a. Research Data Management, Planning
  - b. Data storage (good scientific practice)
  - c. Repositories
  - d. FAIR principle
- 10. Symbols, Units, Nomenclature and conventions
  - a. SI system, Symbols and units
  - b. Equations
- 11. Writing a thesis
  - a. Basics of scientific writing
  - b. Basics of writing a good thesis (Master, Bachelor, Dissertation)
- 12. Presenting Scientific results
  - a. Basics of a good research talk
  - b. Defense of your Master/Bachelor/PhD-thesis

#### Methodological Competences

Students can judge the quality of science and research. They can analyze research work and draw conclusions out of them. They are able to convert research results into actions and own research actions. They can discuss research with peers. Self-reflecting competences Students know how to deal with research work and can judge about deficiencies and limitations. They know how to extend the problem and find a solution.

#### Social Competences

After the seminar, the students have gained deeper knowledge for selected research examples, and they have learned how to search information and how to present this in a report and in a talk and to discuss the problems. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Moodle, (PowerPoint) Presentations, PodCast, Scriptum, Quizzes, videos, computer demos, animations, specialized literature, seminar talks (presentation and discussion).

moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3301>

Enrolment key: "IntroRes2022" (Enrolment will open only on March 29, 2022).

#### Literatur

Specialized literature will be given in the course and in moodle.

1. [https://www.dfg.de/en/research\\_funding/principles\\_dfg\\_funding/good\\_scientific\\_practice/index.html](https://www.dfg.de/en/research_funding/principles_dfg_funding/good_scientific_practice/index.html)
2. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3923602>
3. [https://www.tu-ilmenau.de/fileadmin/public/intranet/informiert/rechtsgrundlagen/TU\\_Ilmenau\\_Regeln\\_guter\\_wiss\\_Praxis\\_2020.pdf](https://www.tu-ilmenau.de/fileadmin/public/intranet/informiert/rechtsgrundlagen/TU_Ilmenau_Regeln_guter_wiss_Praxis_2020.pdf)
4. [https://www.tu-ilmenau.de/fileadmin/public/intranet/informiert/Leitlinien\\_der\\_TU\\_Ilmenau\\_zum\\_Umgang\\_mit\\_Forschungsdaten\\_aktualisiert\\_engl\\_2020.pdf](https://www.tu-ilmenau.de/fileadmin/public/intranet/informiert/Leitlinien_der_TU_Ilmenau_zum_Umgang_mit_Forschungsdaten_aktualisiert_engl_2020.pdf)

#### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Introduction to Research mit der Prüfungsnummer 210537 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 75% (Prüfungsnummer: 2101063)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 25% (Prüfungsnummer: 2101064)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:  
Quizzes and written reports

Details zum Abschluss Teilleistung 2:  
seminar talk to a given research topic with scientific discussion

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Laboratory for Materials & Micro/Nanofabrication

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200543

Prüfungsnummer: 210494

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 116	SWS: 3.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2142							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		0 0 3								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the module which is a combined laboratory course offered by Prof. Jacobs and Prof. Schaaf the students have practical experience on the technologies used for the production and characterization of modern materials, semiconductor devices, and sensors.

Modern educational platforms referred to as virtual laboratories may be used to provide practical insights into equipment and process steps that require a cleanroom environment or safety precautions that prohibit the operation of the equipment, processes, or chemicals by the students.

Students have basic knowledge on materials commonly used in micro/nanotechnology and modern sensors. They know the basic properties, applications, and production of such materials.

The students also have knowledge of basics production methods including lithography, patterning, etching, and the production of thin films commonly used for the fabrication of semiconductor devices, integrated circuits, microsystems, and sensors.

They are able to directly realize appropriate materials and production methods in the lab by addressing specific tasks.

#### (1) Laboratory for Nanomaterials

The students are able to explain mechanical and functional properties of materials in the micro- and nanotechnology from their basic microscopic structure. They can explain changes in properties and can analyze them. They know methods to fabricate micro- and nanostructures and systems. They are able to select the appropriate material for a specific task in micro- and nanotechnologies.

The subject teaches specific knowledge, methodology and system competencies.

#### (2) Micro/Nanofabrication Laboratory

The participant gain experience in the fabrication of micro and nanotechnological structures and devices.

The students are familiar with the equipment and the process flow commonly used in the fabrication of micro and nanotechnological devices.

#### Learning results:

The participants have basic skills on the technological steps used in the manufacturing of modern micro/nanofabricated devices which integrate electronic and sensing elements in a small form factor integrated system.

The participant knows the equipment, measuring techniques, and principles of operation.

The lab course mimics the main steps of semiconductor processing as it is used in the industry today and provide an important link to the theory which was provided in the lectures.

The lab course provides an entry to the fabrication and processing of modern semiconductor devices which includes the fields of MEMS, NEMS, Sensors, Electronics, Photovoltaics, Bioelectronics, Nanoelectronics to name the most relevant today.

### Vorkenntnisse

Knowledge in Physics, Chemistry, Materials at the Bachelor level

### Inhalt

#### (1) Laboratory for Nanomaterials

Lab course on selected problems, where a choice is offered from a list of nanomaterials related topics: Nanoparticles, nanowires, nanocomposites, Thin films, deposition technologies, transport phenomena in thin films, Elementary processes in film growth, Epitaxy / Super lattices, Diffusion, Electro migration, Special functional properties in thin films, Mesoscopic materials, Quantum phenomena, Fullerenes, Nanotubes,



mechanical, electronic, optical properties for nanomaterials  
(2) Micro/Nanofabrication Laboratory

Lab course on selected problems:

You will apply the technology to fabricate a micro mechanical pressure sensor based on a Si membrane integrated on a Si - chip.

You will study the influence of technological processing parameters on device properties.

The processing you will carry out includes: Wafer cleaning, Thermal Oxidation, Sputtering and Evaporation, Dry Etching, Spin Coating, and Electrical contact formation

Characterisation methods include: Optical Microscopy, Ellipsometric measurements, and Electrical characterisation/probe station.

You will also get a brief introduction to the operation of vacuum pumps and vacuum measurement equipment commonly used in the industry.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Lab course, instruction manuals, textbooks

Literatur

Menz, W.; Mohr, J.; Paul, O.: Mikrosystemtechnik für Ingenieure. - 3., vollst. überarb. und erw. Aufl. -Weinheim: Wiley-VCH, 2005

Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Laboratory for Materials & Micro/Nanofabrication mit der Prüfungsnummer 210494 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2100884)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2100885)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Lab attestations and lab reports

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Microsystems Technology

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200333 Prüfungsnummer: 2300810

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Steffen Strehle

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 94 SWS: 5.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2342

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS								
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P			
				3	2	0																														

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises the students are familiar with several fundamental microsystems and microtechnologies and can build on this knowledge. The students are able to name modern methods of micro- and nanopatterning and to discuss their importance for the fabrication of selected microsystems partly based on mathematical models. The students are familiar with the working principles of selected modern microsystems and are familiar with current research aspects. In addition, students are capable to develop own complex technological processes for the fabrication of advanced microsystems as well as selected microsystems. They can critically analyze aspects of microsystem design, material selection, technological workflow, a perspective industrial realization as well as aspects of sustainability, partly based mathematical models. Besides conventionally used microtechnologies and materials, students are capable to name novel attempts in the field and to evaluate their respective potential towards future applications.

### Vorkenntnisse

Knowledge about basic microsystems and microsystems technology.

### Inhalt

1. Introduction in Microsystems Technology: overview of microsystems, scaling, materials, basic microfabrication
2. Advanced microfabrication: nanoimprint lithography, thermal probe lithography, DUV/EUV-Lithography, plasma etching of complex materials, bottom-up material synthesis and patterning strategies
3. Bonding Techniques and Packaging
4. MEMS design & technology
5. Microsystems: Bio-MEMS, gas sensors, Passive sensor systems, optical MEMS, low-cost microsystems and Green MEMS

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Anschrieb (Tafel/elektronisch) Folien, Videos, ...

### Literatur

Literature recommendations are given during the course of the lecture

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Forschungsprojekt

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: ganzjährig

Modulnummer: 200749      Prüfungsnummer: 210535

Modulverantwortlich: Cornelia Scheibe

Leistungspunkte: 10      Workload (h): 300      Anteil Selbststudium (h): 300      SWS: 0.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik      Fachgebiet: 2100

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							300 hours																										

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung abgeschlossen haben, können sie die interdisziplinären Fragestellungen in einer wissenschaftlichen Arbeit beschreiben. Nach dem wissenschaftlichen Vortrag (Präsentation und Diskussion) können sie ein wissenschaftliches Thema vorstellen, die Forschungsergebnisse interpretieren und eine wissenschaftliche Diskussion führen. Sie haben die Fähigkeit, ein wissenschaftliches Forschungsthema zu analysieren, zusammenzufassen, zu interpretieren und zu diskutieren. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, auch auf der Grundlage unvollständiger Informationen wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu fällen und dabei gesellschaftliche, wissenschaftliche und ethische Erkenntnisse zu berücksichtigen. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, ihr Wissen selbständig aufzubereiten und die Ergebnisse einem breiten Fachpublikum mitzuteilen. Nach Beendigung der Veranstaltung können die Studierenden die eigenen Leistungen und die ihrer Kommilitonen richtig einschätzen und bewerten. Sie können ein Team zur Bearbeitung von innovativen Fragestellungen anleiten. After students have completed the teacher course, they will be able to describe the interdisciplinary issues in a scientific paper. After the scientific paper (presentation and discussion), they will be able to present a scientific topic, interpret the research findings, and lead a scientific discussion. They have the ability to analyze, summarize, interpret and discuss a scientific research topic. They will be able to apply their knowledge in solving complex problems and deal with complexity. After attending the course, students will be able to make scientifically sound decisions based on incomplete information, taking into account social, scientific and ethical findings. After attending the course, students are able to independently prepare their knowledge and communicate the results to a broad professional audience. After completing the course, students will be able to correctly assess and evaluate their own performance and that of their fellow students. They can lead a team to work on innovative issues.

### Vorkenntnisse

Das Forschungsprojekt setzt fachspezifische Kenntnisse und Kompetenzen voraus, die zuvor in Modulen des Studienganges im Umfang von mindestens einem Fachsemesters (30 LP) erworben werden sollten. The research project requires subject-specific knowledge and competencies that should be acquired beforehand in modules of the master program amounting to at least one semester (30 credit points).

### Inhalt

Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung. Working on a scientific topic.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Skript und Präsentation Script and presentation

## Literatur

Aktuelle Literatur und Patente zu den Forschungsprojekten werden vom Fachverantwortlichen empfohlen.  
Current literature and patents related to the research projects are recommended by the subject supervisor.

## Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Forschungsprojekt mit der Prüfungsnummer 210535 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 80% (Prüfungsnummer: 2101058)
- mündliche Prüfungsleistung über 20 Minuten mit einer Wichtung von 20% (Prüfungsnummer: 2101059)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

- Wissenschaftliche Ausarbeitung in Textform - Bericht oder Paper- Scientific elaboration in text form - report or paper

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Mündliche Verteidigung des Berichts/Papers mit anschließender wissenschaftlicher Diskussion  
Oral defense of the report/paper followed by scientific discussion.

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
Master Werkstoffwissenschaft 2021

## Modul: Advanced Packaging and Assembly Technology

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200576

Prüfungsnummer: 210546

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Müller

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2146							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
		2 2 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises the students are able to evaluate basic requirements on advanced microelectronic packages and modules and can apply their knowledge in the design of new components. They are able to identify the relationship among semiconductor devices, packages, modules and circuit boards and can evaluate these for specific applications.

Special skills: Students know the basics of material science and engineering sciences, early identification of development trends, new technologies and techniques.

Methodological competences: Students can systematically identify problems and requirements. They can apply state of the art knowledge, are familiar with computer aided design and documentation of results.

Systems competences: Students understand the correlations between design/material/technology and function/system reliability. They have the ability to interdisciplinary thinking

Social competences: Students are able to active communication, have the ability to work in a team and can self-confidently present results. They have developed environmental consciousness.

### Vorkenntnisse

Bachelor in engineering or natural sciences, Foundations of Material science, Electronics Technology or Basics of Microelectronic Packaging

### Inhalt

Repetition of the basics of microelectronic packaging

- Circuit board technologies
- Assembly technologies

Packaging of components and modules

- Packaging Roadmap
- Interconnection types (FlipChip, BGA, CGA, LGA u.a.)
- Multichipmodules
- System-in-Packages (SiP)
- System-on-Chip concept
- Stacked IC-technology, stacked Packages (PoP)
- Chip embedding
- 3D-Chip-Packaging (TSV-processes)

Power-Packaging

Moulded Interconnect Device Technology

RF- and microwave packaging

MEMS-Packaging

Test and Inspection (Board, Module, AOI, X-Ray, US, ICT)

Methods of failure analysis

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Powerpoint slides (also available online)
- Videos
- Writings on the board

- Exercises (presented by both students and lecturer)

#### Literatur

Rao R. Tummala et al.: Microelectronics Packaging Handbook, Verlag Chapman & Hall, New York  
Rao R. Tummala, Madhavan Swaminathan: Introduction to System-on-Package (SOP), McGrawHill, ISBN 978-0-07-145906-8  
3D-MID Technologie Räumliche elektronische Baugruppen, Hanser-Verlag, ISBN 3-446-22720-2.  
Joseph Fjeldstad et al.: Chip Scale Packaging for modern electronics, Electrochemical Publications Ltd, ISBN 0 901150 43 6.

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Advanced Packaging and Assembly Technology mit der Prüfungsnummer 210546 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung (60 Minuten) mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer 2101082)
- alternative Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer 2101083)

Details for examination part 2:

- Writing a seminar paper with a final presentation (Erstellen einer Seminararbeit mit abschließender Präsentation)

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Electronics Technology 2

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200575

Prüfungsnummer: 210544

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Müller

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																		
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2146																		
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS											
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																					
		2	1	1																	

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lecture and related exercises, students will be able to apply knowledge of ceramic packaging technology and will be able to assess and differentiate requirements for microelectronic modules and components and their interaction with material properties and process technology. They will have the ability to apply this knowledge to implement device requirements.

#### Technical competencies:

Students are familiar with materials science and engineering fundamentals. They are able to recognize development trends of new technologies and techniques at an early stage.

#### Methodological competence:

Students are able to systematically understand problems, are able to analyze failure mechanisms. They are able to apply their expertise and construct a component design using CAD tools. They can document their results accordingly.

#### System competencies:

Students understand the influences of technological circuit implementation on its function and reliability. They have developed interdisciplinary thinking (interaction design, material, technology).

#### Social competencies:

Students are capable of active communication, possess teamwork skills and are able to present their results confidently. They are able to consider ecological aspects for circuit realization

### Vorkenntnisse

Fundamentals of Electrical Engineering, Circuit Technology, Materials of EE., Electronics Technology 1

### Inhalt

#### Consolidation of thick-film technology

Substrate properties, Resistor parameters, adjustment, trim sensitivity, Design of DiS resistors, Conductor and dielectric materials

#### Thick-film circuit design

Structure of the layout system Hyde (differentiation to circuit board design), Introduction to the Hyde program, Procedure for designing a DiS circuit, Dimensioning of thick-film circuits

#### Consolidation of multilayer ceramic technology

Tape production and material classes, tape-on-substrate technology, HTCC technology, LTCC technology and materials, Properties of multilayer ceramics

#### Heat dissipation solutions

Thick-film on alumina substrates, LTCC-M

#### Direct Copper Bonding technology for power electronic circuits

Production of the DCB substrates, Design of DCB circuits, Method of mounting components on DCB substrates, Reliability of DCB circuits

Reliability of microelectronic assemblies  
Failure statistics, Causes and mechanisms of failure, Reliability studies

Ceramic Packaging  
1st level packaging, 2nd level packaging

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Slides/Powerpoint and videos, scripts, derivations and in-depth explanations on the blackboard.  
Technical requirements: Internet access with sufficient bandwidth for video stream, camera and microphone must be switched on over the whole time.

Literatur

H. Thust, J. Müller: Script Electronics Technology – Hybrid Technologies, available at Copyshop (currently under prep.)  
F. Barlow, A. Elshabini: Ceramic Interconnect Technology Handbook, CRC Press, ISBN 0-8483-3557-4  
Yoshihiko Imanaka: Multilayered Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) Technology, Springer, ISBN 0-387-23130-7

Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Electronics Technology 2 mit der Prüfungsnummer 210544 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- alternative Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2100917)
- alternative Studienleistung mit einer Wichtung von 50% (Prüfungsnummer: 2101081)

Details zum Abschluss Teilleistung 1:

Seminar Work: Presentation and discussion on a technological topic

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Lab work: Lab protocols

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Presentation and discussion on a technological topic: Internet access with sufficient bandwidth for video stream, camera and microphone must be switched on over the whole time. Access to the Webex-platform. Presentation software (e.g. PowerPoint), converting software to generate a pdf, upload capability in moodle.

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017



## Modul: Integrierte Optik, Mikrooptik und Holographie

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200228

Prüfungsnummer: 230472

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Sinzinger

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																				
Fakultät für Maschinenbau			Fachgebiet: 2332																				
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS													
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P		
semester																							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage

- das Modell der Wellenausbreitung und dessen Eigenschaften und Anwendungsgebiete zu beschreiben
- die Merkmale der skalaren Beugungstheorie zu erläutern und die Lichtausbreitung im Sinne der skalaren Beugungstheorie zu modellieren
- die Wirkungsweise mikrooptischer und beugungsoptischer Bauelemente zu beschreiben und zu berechnen
- mikrooptische Bauelemente und Systeme im Hinblick auf ihre Funktionalität und Anwendungsmöglichkeiten zu analysieren und zu bewerten
- mikro-, beugungs-, und wellenleiteroptische Bauelemente zu entwerfen und in optischen Systemen gezielt zum Einsatz zu bringen
- Die Entstehung von Interferogrammen zu modellieren und zu bewerten
- Die Entstehung von analogen und digitalen Hologrammen zu modellieren und zu bewerten
- Anwendungen der behandelten Komponenten und Methoden in der Messtechnik zu beschreiben und zu bewerten
- Eigenschaften von verschiedenen Komponenten gegenüberzustellen und die Auswahl einer Komponente zu begründen
- einen Prozessplan für die Fertigung mikrooptischer Bauelemente im Reinraum auszufüllen

Nach erfolgreicher Bearbeitung und Präsentation der Hausaufgaben sind die Studierenden in der Lage,

- einfache Designaufgaben aus dem Bereich der Mikrooptik zu lösen, vor der Gruppe zu präsentieren und über die Ergebnisse zu diskutieren
- die Leistungen ihrer Kommilitonen richtig einzuschätzen und zu würdigen.
- Feedback zu geben und zu empfangen.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in den Bereichen

- Strahlenoptik und
  - Wellenoptik,
- wie sie in den Lehrveranstaltungen Technische Optik I und Technische Optik II vermittelt werden.

### Inhalt

- Wellenleiteroptik,
- Lichtausbreitung in homogenen und inhomogenen Medien,
- Freiraum-Mikrooptik,
- refraktive und diffraktive Mikrooptik,
- Spezielle Präparationsmethoden und Herstellungstechnologien für mikrooptische Bauelemente und Systeme,
- Charakterisierungsverfahren,

- Bauelemente,
- Anwendungen,
- Holographie.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form  
Daten-Projektion, Folien, Tafel

#### Literatur

- B. Saleh, M. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley Interscience, 1991.  
St. Sinzinger, J. Jahns, "Microoptics", Wiley-VCH, 2003.  
D. O'Shea, "Diffractive Optics: Design, Fabrication, and Test", SPIE Press Monograph, 2003.

#### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Integrierte Optik, Mikrooptik und Holographie mit der Prüfungsnummer 230472 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 80% (Prüfungsnummer: 2300651)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 20% (Prüfungsnummer: 2300652)

Details zum Abschluss Teilleistung 2: Bearbeitung und Präsentation von Hausaufgaben gemäß Testkarte in der Vorlesungszeit

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Maschinenbau 2017  
Master Maschinenbau 2022  
Master Mechatronik 2017  
Master Mechatronik 2022  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2022

## Modul: Micro- and Nano Sensor Technology

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200523 Prüfungsnummer: 2100861

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 2 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and the exercises, the students have learned and understand basic processes for acquiring non-electrical quantities, the construction and function of key sensors and their technology.

### Vorkenntnisse

Mathematics, Physics, Electrical Engineering, Electronics

### Inhalt

Introduction to sensor technology: transducer principles, sensor materials, manufacturing process; Inertial sensors: acceleration sensors, gyroscopes; Mechanical Sensors: Strain Gages, Piezoresistive Sensors; Magnetic sensors: Hall effect sensors, anisotropic magnetoresistive sensors, giant magnetoresistive based sensors; Temperature sensors: thermistors, thermocouples; Infrared sensors: photon detectors, thermal sensors and arrays; Atomic force microscopy sensors

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Overhead projector, beamer, blackboard

### Literatur

Veikko Lindroos, Markku Tilli, Ari Lehto, Teruaki Motooka: Handbook of Silicon Based MEMS Materials and Technologies; William Andrew (2010)  
 Julien W. Gardner, Vijay K. Varadan, Osama O. Awadelkarim: Microsensors MEMS and Smart Devices; Wiley (2001)  
 Kempe, Volker: Inertial MEMS: principles and practice; Cambridge University Press (2011)  
 Antonio Rogalski: Infrared Detectors; Taylor & Francis (2010)  
 Ricardo García: Amplitude Modulation Atomic Force Microscopy; Wiley-VCH (2010)  
 J. Niebuhr, G. Lindner: Physikalische Messtechnik mit Sensoren; Vulkan-Verlag GmbH (2011)  
 H.-R. Tränkler, E. Obermeier: Sensortechnik Handbuch für Praxis und Wissenschaft; Springer (1998)  
 Ulrich Hilleringmann: Silizium-Halbleitertechnologie: Grundlagen mikroelektronischer Integrationstechnik; Springer (2019)

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Micro- and Semiconductor Technology 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200545 Prüfungsnummer: 2100887

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2142							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 2 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After attending the lectures, students can describe the individual processes steps and the physical background of materials science in the manufacturing of SiC and group III-Nitride semiconductor devices.

They can explain the fabrication of semiconductor devices based on wide band gap semiconductors.

After attending the course, students are able to develop strategies for new process steps in wide band gap semiconductor processing technology.

After attending the lecture, the student can summarize physical, chemical and material-scientific fundamentals and their applicability.

After the seminar, the students deepened their knowledge gained in the lecture using selected examples.

After the event students can correctly assess the trends in the field of SiC and group III-Nitrides microtechnology.

### Vorkenntnisse

Basic knowledge in physics, chemistry and physics in semiconductor devices and integrated circuits.

Basic knowledge in silicon semiconductor device and integrated circuit processing technology.

### Inhalt

The lecture course is based on the lecture course "Micro- and Semiconductor Technology 1" where the fundamentals and practice of the silicon semiconductor technology are given. In the class "Micro- and Semiconductor Technology 2" the knowledge in semiconductor technology will be extended to the field of wide band gap semiconductors (SiC and group III-Nitrides) continuously penetrating into the semiconductor market since the 90th of the last millennium. This material class extends or revolutionizes the application fields of semiconductor devices based on silicon, especially in optoelectronics, power electronics, high frequency electronics, homeland security and sensors, contributing to the development of a safe and sustainable society. The lecture gives and in depth understanding of the physical, chemical and technical fundamentals of silicon carbide and group III-Nitride semiconductor processing technologies applied for the production of sensors, semiconductor devices, integrated circuits, and microelectromechanical systems. A special attempt will be given to carve out the differences and specific points in silicon carbide and III-nitride semiconductor technologies compared to silicon device processing. Furthermore, the operation principles of semiconductor devices relevant for the market as well as new device concepts will be covered. The objective of the holistic, interdisciplinary knowledge transfer consists to empower the students to gather, analyse, develop and implement silicon carbide and group III-nitride technologies, applications and system solutions. They will be also able to carve out and to assess the advantages and disadvantages of wide band gap technologies and devices compared to silicon as well as to assess the market relevance of the new technologies.

- (1) Introduction: Where Silicon can be beaten by other materials
- (2) Properties of silicon carbide and group III-nitride materials
- (3) Point defects in silicon carbide and group III-nitride materials
- (4) Boule growth of silicon carbide and group III-nitride materials
- (5) Epitaxy of silicon carbide and group III-nitride materials
- (6) Heteroepitaxy of silicon carbide and group III-nitride materials
- (7) Two dimensional electron gases in heterostructures of silicon carbide and group III-nitride materials
- (8) Doping of silicon carbide and group III-nitride materials
- (9) Etching silicon carbide and group III-nitride materials
- (11) Ohmic contacts and metallisation issues in silicon carbide and group III-nitride materials
- (10) Device technologies

- (11) Highfrequency devices
- (12) Power devices
- (13) Sensors and special devices
- (14) The world of polytype transitions

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

MS Powerpoint, Transparencies, Blackboard

#### Literatur

1. T. Kimoto, J.A. Cooper: Fundamentals of Silicon Carbide Technology, Wiley, 2014.
2. Process Technology for Silicon Carbide Devices, Ed. C.-M. Zetterling, IEE Inspec, 2002,
3. H. Morkoc: Handbook of Nitride Semiconductors and Devices, Vol. 1, Wiley.VCH, 2008.
4. H. Morkoc: Handbook of Nitride Semiconductors and Devices, Vol. 2, Wiley.VCH, 2008.
5. H. Morkoc: Handbook of Nitride Semiconductors and Devices, Vol. 3, Wiley.VCH, 2008.

#### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021
- Master Micro- and Nanotechnologies 2016
- Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Neuromorphic Engineering 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200641 Prüfungsnummer: 2101016

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																			
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143																			
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS												
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	
semester																						
		2	2	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises, the students are able to understand and analyze the principles of neural computation methods so that they can compare various advantages and disadvantages of neuro-inspired networks.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

- Biophysical background: neurons, synapses, Data processing invertebrates and vertebrates, Implicit and explicit learning, Short and long-term potentiation, Plasticity
- Spiking neurons models
- Hebbian learning theory
- Neural Networks: an overview (McCulloch-Pitts Neuron, Perceptron, Adalein/Madaline, ART, Boltzmann-Machine)
- Neuronal analog circuits: Axon Hillock Circuit, LIF-Neuron, STDP, AER

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint presentation, blackboard

### Literatur

- Gerstner and Kistler, Spiking Neuron Models. Single Neurons, Populations, Plasticity, Cambridge University Press, 2002
- Analog VLSI and Neural Systems, C. Mead, Addison-Wesley Pub. Comp. 1989

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE  
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Semiconductor Devices 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200520 Prüfungsnummer: 2100857

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester		2 2 0								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises, the students have acquired an overview on current semiconductor devices: the physical background, typical applications and physical limits of different device technologies.

Capabilities: The students have a profound understanding of the main semiconductor devices and valuation of their advantages and disadvantages. They know current difficulties and developments in device-technologies and have knowledge of recent research approaches.

Competences: Students understand the physical background of different semiconductor devices, their scaling limits and functional principles.

### Vorkenntnisse

Fundamentals of electronics, Fundamentals of electrical engineering, Semiconductor devices 1

### Inhalt

**1-Field-Effect Transistors and beyond:** repetition of Semiconductor devices 1 (MOS capacitor, the classical MOSFET), modern types of Field-Effect Transistors

**2-Device Scaling:** Moore's law, Scaling MOSFET, Short channel effects

**3-Limits of Binary Computation:** Binary states variables, physical limits of computation

**4-Random Access Memories:** DRAM, Flash memories (EPROM, EEPROM), FeRAM, FeFET, MTJ, MRAM

**5-Resistive Random Access Memories:** the memory gap problem, PCM, FTJ, ECM and VCM, TCM

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint presentations + blackboard

### Literatur

1. Simon M. Sze: Physics of Semiconductor Devices, Wiley & Sons 2006
2. Michael S. Shur: Physics of Semiconductor Devices. Prentice Hall 1991
3. Simon M. Sze: Modern Semiconductor Device Physics. Wiley & Sons 1997
4. R. Waser (ed.), Nanoelectronics and Information Technology, Wiley VCH 2005

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Micro- and Nanotechnologies 2016





## Modul: Functionalized Peripherals

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200574 Prüfungsnummer: 2100916

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Jens Müller

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2146

SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
							2	1	1																								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises the students are familiar with modern microelectronic components. They know, that packages and devices require different interfaces to connect the periphery electrically, thermally, mechanically, optically and fluidly in order to meet the requirements on power management, data transmission band width, signal frequency etc. They know these specific functions, which are covered in the lecture Functionalized Peripherals.

Students are able to identify and differentiate the requirements on the interface between nano structures (semiconductor) and the circuit board technology. They have developed the ability to apply this knowledge for the conversion of electronic circuit requirements to the products and processes.

Special skills: Students know the basics of material science and engineering sciences. They are able to identify development trends, new technologies and techniques early.

Methodological competences: Students can systematically identify problems and requirements. They can apply state of the art knowledge, are familiar with computer aided design and documentation of results.

Systems competences: Students understand the correlations between design/material/technology and function/system reliability. They have the ability to interdisciplinary thinking

Social competences: Students are able to active communication, have the ability to work in a team and can self-confidently present results. They have developed environmental consciousness.

### Vorkenntnisse

Bachelor in engineering or natural sciences, Foundations of Material science, Electronics Technology or Basics of Microelectronic Packaging

### Inhalt

1) In-depth module circuit board technology

- Thick- and thinfilm processes
- LTCC-technology
- Flexible printed circuit boards
- stretchable electronics
- Silicon/ceramic composite substrates

2) RF- and microwave board technologies

- Materials, properties
- Lumped integrated passive components
- Distributed integrated passive components
- Design
- Measurement principles

3) Ceramic sensors and actuators

- Application scenarios
- Sensor principles
- Construction of ceramic sensors and actors
- Sensor packaging

follow the link in moodle (lecture): <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3190>

follow the link in moodle (seminar): <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=4415>

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Powerpoint slides (also available as script)
- Videos
- Writings on the board
- Exercises (presented by both students and lecturer)

Technical requirements for online participation:

Internet access with 600 kB/s or faster

Computer / laptop with operable camera and microphone

#### Literatur

Handbuch der Leiterplattentechnik Band 4, Eugen G. Leuze Verlag, Bad Saulgau, 2003, ISBN 3-87480-184-5.

Scheel, Wolfgang: Baugruppen-Technologie der Elektronik. Montage Verlag Technik, Berlin 1999.

Rao R. Tummala et al.: Microelectronics Packaging Handbook, Verlag Chapman & Hall, New York.

#### Detailangaben zum Abschluss

Course project

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Micro- and Nanotechnologies 2016

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

## Modul: Funktionswerkstoffe

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200602 Prüfungsnummer: 2100952

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
			2 2 0							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können verschiedene Funktionswerkstoffe beschreiben und ihre funktionalen Eigenschaften aufzählen und gegenüberstellen.

Die Studierenden sind in der Lage, mechanische und funktionale Eigenschaften der Werkstoffe aus ihren mikroskopischen und submikroskopischen Aufbauprinzipien zu erklären und Eigenschaftsveränderungen gezielt zu analysieren, zu bewerten und für neue Anwendungen zu synthetisieren.

Sie können Funktionswerkstoffe zu gegebenen Anforderungsprofilen auswählen und dies begründen. Nach dem Seminar können die Studierenden das Erlernte eigenständig vertiefen, Themen aufbereiten und einer Gruppe vorstellen, sowie die werkstoffwissenschaftlichen Fragestellungen in der Gruppe diskutieren. Nach dem Seminar verfügen sie über anwendungsbereites innerdisziplinäres Wissen und können dieses auch fachübergreifend einsetzen.

Nach dem Seminar können Sie Ihre Konzepte vorstellen und diese mit Kommilitonen diskutieren und analysieren.

Nach intensiven Diskussionen und Gruppenarbeit während der Übungen können die Studenten Leistungen ihrer Mitkommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Werkstoffwissenschaft, Physik- und Chemiekennntnisse.

### Inhalt

Dozenten: Dr. Thomas Kups, PD Dr. Dong Wang, Peter Schaaf

Fachkompetenzen:

- Werkstoffe der elektrischen Energietechnik (z.B. für Kabel, Kontaktwerkstoffe)
- Werkstoffe der Wärmetechnik (Isolation, Entwärmung, Speicherung und Transport)
- Supraleiter
- Thermoelektrische Werkstoffe
- elektromechanische Werkstoffe, Piezo-Werkstoffe
- Werkstoffe der Leistungselektronik
- Optoelektronische Werkstoffe, LED, Laser
- Werkstoffe der Sensorik

Methodenkompetenz

Diskussion von Aufgaben und Problemstellungen in der Gruppe und Vorstellung/Ausarbeitung von Lösungen.

Selbstkompetenz

Einschätzen der eigenen Fähigkeiten und des eigenen Kenntnisstandes im Bereich der Werkstoffe.

Sozialkompetenz

Fähigkeit zur Diskussion und Lösung von Fragestellungen in der Gruppe. Einschätzen von Lösungsstrategien und Problemen.

moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1623>

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Powerpoint, Animationen, Videos, Computer, Übungen, Vorträge, Skript.

Moodle Kurs - <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1623>

## Literatur

### Studienliteratur – kurze Auswahl, nicht vollständig

1. Nitzsche, K.; Ullrich, H,-J.; Bauch, J.: Funktionswerkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik; Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig
2. Bäker, Martin; Funktionswerkstoffe, SpringerVieweg
3. Shackelford, J. F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure; Pearson, München
4. Schatt, W.; Worch, H.: Werkstoffwissenschaft; Wiley-VCH, Weinheim
5. Hornbogen, E.; Eggeler; Werner: Werkstoffe; Springer, Berlin
6. Askeland, D. R.: Materialwissenschaften; Spektrum, Heidelberg
7. Callister, W. D.: Materials Science and Engineering; Wiley, New York
8. Ashby, M. F.; Jones, D.R. H.: Werkstoffe 1 + 2; Elsevier Spektrum, München
9. Fischer/Hofmann/Spindler: Werkstoffe in der Elektrotechnik, Hanser.
10. Ivers-Tiffée, E.; von Münch, W.: Werkstoffe der Elektrotechnik; Hanser
11. Buckel, W.; Kleiner, R.: Supraleitung; Wiley-VCH
12. Jousten, K.; Wutz - Handbuch Vakuumtechnik; Springer
13. Schiffner, G.: Optische Nachrichtentechnik; Teubner
14. weiter Infos und Fachliteratur in moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1623>

### Detailangaben zum Abschluss

#### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Schriftliche Abschlussarbeit (Klausur) in Distanz nach §6a PStO-AB (Take-Home-Exam)

Dauer: 90 Minuten

Technische Voraussetzung: moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Micro- and Nano System Technology

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200521 Prüfungsnummer: 2100858

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 2 0							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises, the students have an overview on basics and background knowledge of micro- and nanosystem technology, devices and fabrication technology. They are able to understand original literature, to design and use micro devices.

### Vorkenntnisse

Participation in the course "Micro and nano sensor technology"

### Inhalt

Requirements of micro- and nanotechnology; material properties and choice of materials; physical and engineering backgrounds of microsystem technology; fabrication and functionality of miniature sensors or actuators based on selected examples

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Overhead projector, beamer, blackboard

### Literatur

B. Heimann, W. Gerth, K. Popp: Mechatronik; Hanser Verlag München, 1998;  
 S. E. Lyschevski: Nano- and micromechanical systems, CRC Press, 2005;  
 Gerald Gerlach, Wolfram Dötzel, Einführung in die Mikrosystemtechnik, Hanser, München-Wien 2006  
 G. Gerlach, W. Dötzel, Introduction to Microsystem Technology, Wiley & Sons, 2008  
 W. Menz, J. Mohr, O. Paul, Mikrosystemtechnik für Ingenieure, Weinheim, Wiley-VCH, 3. Auflage (2005) U.  
 Mescheder, Mikrosystemtechnik, Wiesbaden, Teubner, 2. Auflage (2004)  
 M. Glück, MEMS in der Mikrosystemtechnik, Wiesbaden, Teubner (2005)  
 Friedemann Völklein, Praxiswissen Mikrosystemtechnik : Grundlagen, Technologien, Anwendungen. Wiesbaden, Vieweg (2006)  
 Friedemann Völklein, Einführung in die Mikrosystemtechnik : Grundlagen und Praxisbeispiele. Braunschweig, Vieweg (2000)  
 Werner Karl Schomburg, Introduction to Microsystem Design, Springer, Berlin-Heidelberg 2015  
 Nam-Trung Nguyen, Mikrofluidik, Teubner, Wiesbaden 2004  
 Nguyen/Wereley, Fundamentals and Applications of Microfluidics, Artech House, Boston-London 2002

### Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016





Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz oder elektronisch entsprechend § 6a PStO-AB  
Technische Hilfsmittel: Moodle-Zugriff, Webcam, Mikrofon, Webex

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2016

Master Micro- and Nanotechnologies 2021



## Modul: Neuromorphic Engineering 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200669 Prüfungsnummer: 2101049

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Martin Ziegler

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0																					
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2143																					
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS														
Fach-	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P
semester																								
				2	2	0																		

### Lernergebnisse / Kompetenzen

After the lectures and exercises, the students are able to understand and analyze the principles of biological sensing and information processing and the adaptation of these principles in technological system. They can compare different neuromorphic sensors, regarding their underlying principles and performance, and know about advantages and disadvantages of these technologies compared to conventional sensors.

### Vorkenntnisse

Neuromorphic Engineering 1

### Inhalt

- Biophysical background: biological sensors (vision, auditory, olfactory, tactile), pre-processing at sensor level, sensory adaptation, and processing methods and pathways for sensory information
  - Asynchronous output representation/ Address-event representation
  - Event-driven computation
- Nonlinear dynamics: an overview (bifurcations and their properties, fix-point analysis)
- Neuromorphic vision sensors
- Neuromorphic auditory sensors
- Sensor fusion for neuromorphic sensors
- Application in the robotic and medical field (retinal/cochlea implants)

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint presentation, blackboard

### Literatur

Analog VLSI and Neural Systems, C. Mead, Addison-Wesley Pub. Comp. 1989

### Detaillangaben zum Abschluss

Im Rahmen der Übung können die Teilnehmer Bonuspunkte für die erfolgreiche Bearbeitung bestimmter (vom Prüfer festgelegter) Teilaufgaben sammeln, welche zur Verbesserung der schriftlichen Prüfungsleistung mitangerechnet werden können.

In the frame of the seminars you can gain bonus points for some of the exercises (pre-defined by the teacher). These points can be used to improve your written exam.

### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

"written exam in distance ("takehome exam)" according to §6a PStO-AB" and "technical requirements according to [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx) (MoodleExam)"

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2021



## Modul: Thin Films and Surfaces

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200588 Prüfungsnummer: 2100930

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
semester			2 2 0							

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Students can repeat the basic properties of surfaces and thin films.  
 Students can describe the basic differences between surfaces/thin films and bulk materials.  
 Students can explain the basic methods for thin film and surface investigations.  
 Students can interpret various surface and thin film states.  
 Students can analyze materials properties in surfaces and thin films.  
 Students can propose different methods for the investigation of surfaces and thin films.  
 Students can interpret and judge results of surface and thin film measurements.  
 Students can judge about states and properties of surfaces and thin films, they can predict them and they can apply them. They know methods for the preparation and testing of surfaces and thin films and can choose the right ones for various application cases. They can explain and apply such methods. They can apply their knowledge and competences to new surface and thin film problems. They can present and scientifically discuss a given topic.  
 Students can present and given topic and discuss it. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

### Vorkenntnisse

Bachelor degree, basic knowledge in physics, Materials Science and Engineering, Chemistry, Electrical Engineering, etc.

### Inhalt

Dozent: PD Dr. Dong Wang

Factual Competences

Surfaces:

Basics, thermodynamics, structures, surface diffusion, reconstruction, relaxation, technologies, vacuum, analysis methods

Thin Films:

basics, preparation methods, growth dynamics and growth modes, grow structures, mechanical stresses, multilayers, epitaxy, properties, applications

Testing methods:

Thin films and surface measurement methods

Methodological Competences

Students can analyze thin films and surfaces and draw conclusions. They are able to convert measurements of properties of materials.

Self-reflecting competences

Students know how to deal with surface and thin film materials representations and can judge about deficiencies and limitations. They know how to extend the problem and find a solution.

Social Competences

After the seminar, the students can present and reflect selected topical examples, and they have learned how to search information and how to present this in a talk and to discuss the problems. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

moodle course: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/edit.php?id=1486>

enrolment key: TFS-2021

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Lecture with PowerPoint and Blackboard.

Animations, Videos, Scripts, moodle, seminar talks, excercises

moodle course: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/edit.php?id=1486>

enrolment key: TFS-2021

#### Literatur

Books (List will be provided via moodle)

Actual Research Literature, Reviews (List will be provided).

Specialized Literature on moodle.

#### Detailangaben zum Abschluss

written examination (Klausur) 90 min.

#### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Schriftliche Abschlussarbeit (Klausur) in Distanz nach §6a PStO-AB (Take-Home-Exam)

Dauer: 120 Minuten

Technische Voraussetzung: exam-moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

oder

Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz nach §6a PStO-AB

Dauer: 30 Minuten

Technische Voraussetzung: webex [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpslpand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2016

Master Micro- and Nanotechnologies 2021

Master Regenerative Energietechnik 2022

Master Werkstoffwissenschaft 2021

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Werkstoffzustände und -analyse

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200608 Prüfungsnummer: 2100959

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5	Workload (h): 150	Anteil Selbststudium (h): 105	SWS: 4.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 2172							
SWS nach Fachsemester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
		2 1 1								

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können Methoden zur Bestimmung von Werkstoffstrukturdaten unter Anwendung von ionisierender Strahlung aufzählen, einordnen und beschreiben.  
 Sie können besondere Methoden für Dünne Schichten erläutern.  
 Die Studierenden können Werkstoffstrukturdaten in Abhängigkeit der Untersuchungsmethoden und der erhaltenen Strukturkenngößen bewerten und analysieren.  
 Die Studierenden können Diffraktogramme, die PDF-Datei und die Geräte prinzipiell auswerten und analysieren.  
 Studierende können Untersuchungsstrategien für bestimmte Anwendungsfälle konzipieren und anwenden.

Durch das Seminar haben die Studierenden die Fähigkeit, das Erlernte eigenständig zu vertiefen und einer Gruppe vorzustellen, sowie die werkstoffwissenschaftlichen Fragestellungen in der Gruppe zu diskutieren.  
 Nach dem Seminar haben die Studierenden ihre in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse anhand ausgewählter Beispiele vertieft. Sie verfügen über anwendungsbereites innerdisziplinäres Wissen und können dieses auch fachübergreifend einsetzen.

Nach dem Seminar können Sie Ihre Konzepte vorstellen und diese mit Kommilitonen diskutieren und analysieren.

Nach intensiven Diskussionen und Gruppenarbeit während der Übungen können die Studenten Leistungen ihrer Mitkommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

Die Studierenden besitzen nach dem Praktikum Grundfertigkeiten in der Anwendung, der Eigenschaften, der Untersuchung/Analyse und der Modifikation von Werkstoffen. Sie sind in die Lage versetzt, werkstoffwissenschaftliche Experimente durchzuführen und auf verschiedene Werkstoffe anzuwenden. Sie sind praktisch in der Lage, Werkstoffeigenschaften zu erproben und anzuwenden, sowie Eigenschaftsmodifikationen vorzunehmen. Die werkstoffwissenschaftlichen Experimente können Sie diskutieren, entwerfen, auswerten, grafisch darzustellen und bewerten.

### Vorkenntnisse

Bachelorkenntnisse in Werkstoffwissenschaft, Physik, Chemie. Gute Kenntnisse in Werkstoffanalyse.

### Inhalt

Dozent: Dr. Thomas Kups

Fachkompetenz

Die Vorlesung wird durch eine Übung, teilweise unter Nutzung von Gerätenutzungen begleitet.

1. Einleitung - Werkstoffzustände
2. Arten, Eigenschaften und Wechselwirkung von Strahlung
3. Ausgewählte Detektoren für Strahlung
4. Radiographische Verfahren
5. Röntgenbeugungsverfahren
  - 5.1. Bragg-Brentano-Verfahren - qualitative Phasenanalyse
  - 5.2. Röntgenoptiken und Verfahren damit
  - 5.3. quantitative Phasenanalyse, Zellparameterbestimmung
  - 5.4. röntgenografische Texturanalyse
  - 5.5. röntgenografische Spannungsanalyse
  - 5.6. Superlattices, HRXRD, Einkristallverfahren
6. Schichtdickenmesverfahren

- 6.1. mit radioaktiven Strahlern
- 6.2. Röntgen-Reflektometrie
- 7. Zusammenfassung

#### Praktikum:

Das Modul umfasst etwa 4 Praktikumsversuche mit Inhalten zu Werkstoffen und Analyse ihren Eigenschaften und deren Messung. Durchführung von eigenen Messungen.

#### Methodenkompetenz

Diskussion von Aufgaben und Problemstellungen in der Gruppe und Vorstellung von Lösungen.

#### Selbstkompetenz

Einschätzen der Eigenen Fähigkeiten und des eigenen Kenntnisstandes im Bereich der Werkstoffe.

#### Sozialkompetenz

Fähigkeit zur Diskussion und Lösung von Fragestellungen in der Gruppe. Einschätzen von Lösungsstrategien und Problemen.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

#### Medien:

PowerPoint, Skript, Animationen, Videos, Übungen, Gerätevorführungen, Beispiele.

Moodle Kurs: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1634>

### Literatur

Aktuelle Literatur auch auf moodle.

1. Spieß, L.; Teichert, G.; Schwarzer, R.; Behnken, H.; Genzel, Ch. Moderne Röntgenbeugung, 3. Auflage Springer 2019, 635 S.
2. Allmann, R.; Kern, A.: Röntgenpulverdiffraktometrie: Rechnergestützte Auswertung, Phasenanalyse und Strukturbestimmung, 2. Aufl. Springer-Verlag, 2013 unv.
3. Krieger, H.: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, 5. Aufl. Springer Spektrum, 2017
4. Pecharsky, V. K.; P. Y. Zavalij: Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials, Springer, Berlin, 2. Auflage, 2008
5. He, B. B.: Two-dimensional X-ray Diffraction, John Wiley & Sons; 2. Auflage, 2018
6. Benediktovich, A.; Feranchuk, I.; Ulyanekov, A.: Theoretical Concepts of X-Ray Nanoscale Analysis, Springer 2014
7. R. E. Dinnebier; A. Leineweber; J. Evans: Rietveld Refinement, De Gryter, 2019
8. Hornbogen, E.; Skrotzky, B.: Mikro- und Nanoskopie der Werkstoffe, 3. Auflage, Springer, 2009
9. Schumann, H.; Oettel, H.: Metallographie, 14. neubearb. Aufl., Wiley-VCH, 2004
10. Werkstoffwissenschaft, 9. Aufl., (Herausg.: W. Schatt, H. Worch), Wiley-VCH, 2003
11. Werkstoffprüfung /Herausg.: H. Blumenauer.- Leipzig; Stuttgart: Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, 1994
12. Werkstoffanalytische Verfahren /Herausg.: H.-J. Hunger.- 1. Aufl.- Leipzig; Stuttgart: Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, 1995

### Detailangaben zum Abschluss

#### alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

Schriftliche Abschlussarbeit (Klausur) in Distanz nach §6a PStO-AB (Take-Home-Exam), Dauer: 120 Minuten

Technische Voraussetzung: exam-moodle [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

[pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

oder

Prüfungsgespräch (mündliche Abschlussleistung) in Distanz nach §6a PStO-AB, Dauer: 30 Minuten

Technische Voraussetzung: webex [https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

[pand/SitePages/Handreichungen\\_Arbeitshilfen.aspx](https://intranet.tu-ilmenau.de/site/vpsl-pand/SitePages/Handreichungen_Arbeitshilfen.aspx)

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021
- Master Micro- and Nanotechnologies 2016
- Master Micro- and Nanotechnologies 2021
- Master Werkstoffwissenschaft 2021

## Technical elective subject 1

Fachabschluss: Prüfungsleistung

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache:

Pflichtkennz.:Wahlmodul

Turnus:ganzjährig

Fachnummer: 0000

Prüfungsnummer:90301

Fachverantwortlich:

Leistungspunkte: 0	Workload (h):0	Anteil Selbststudium (h):0	SWS:0.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet:21							
SWS nach	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
Fach-semester	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P

Lernergebnisse / Kompetenzen

Vorkenntnisse

Inhalt

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Literatur

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Maschinenbau 2017  
 Diplom Maschinenbau 2021  
 Bachelor Medienwirtschaft 2015  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE  
 Master Optische Systemtechnik/Optronik 2022  
 Bachelor Informatik 2010  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB  
 Master Allgemeine Betriebswirtschaftslehre 2013  
 Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung MB  
 Bachelor Medientechnologie 2021  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB  
 Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2012  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
 Master Informatik 2021  
 Bachelor Mathematik 2013  
 Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET  
 Master Wirtschaftsinformatik 2021  
 Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2013  
 Master Media and Communication Science 2021  
 Master Fahrzeugtechnik 2022

Master Mechatronik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011  
Bachelor Wirtschaftsinformatik 2021  
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009  
Bachelor Fahrzeugtechnik 2021  
Bachelor Informatik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2021  
Bachelor Mathematik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung AT  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Medientechnologie 2013  
Master Maschinenbau 2022  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013  
Bachelor Mathematik 2021  
Master Biotechnische Chemie 2020  
Master Medienwirtschaft 2018  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung MB  
Master Regenerative Energietechnik 2013  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014  
Master Biomedizinische Technik 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Technische Physik 2013  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Bachelor Maschinenbau 2021  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
Master Werkstoffwissenschaft 2013  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Bachelor Medienwirtschaft 2013  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsinformatik 2018  
Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM  
Bachelor Technische Physik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010  
Master Medienwirtschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung MB  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014  
Master Communications and Signal Processing 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Bachelor Medienwirtschaft 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB  
Bachelor Mechatronik 2021  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Medien- und Kommunikationswissenschaft/Media and Communication Science 2013  
Bachelor Biotechnische Chemie 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung IKT



Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Bachelor Informatik 2013  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung ATE  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET  
Master Maschinenbau 2017  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Medientechnologie 2017  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2021  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2014  
Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit technischer Orientierung 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Communications and Signal Processing 2013  
Bachelor Medientechnologie 2013  
Master Medienwirtschaft 2014  
Master Electrical Power and Control Engineering 2008  
Bachelor Biomedizinische Technik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Fahrzeugtechnik 2009  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung WM  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung BT  
Master Medienwirtschaft 2015  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Electrical Power and Control Engineering 2013  
Master Informatik 2013  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master International Business Economics 2021

## Technical elective subject 2

Fachabschluss: Prüfungsleistung Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Pflichtkennz.:Wahlmodul Turnus:ganzjährig

Fachnummer: 0000 Prüfungsnummer:90302

Fachverantwortlich:

Leistungspunkte: 0		Workload (h):0		Anteil Selbststudium (h):0		SWS:0.0																											
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik						Fachgebiet:21																											
SWS nach Fach- semester	1.FS			2.FS			3.FS			4.FS			5.FS			6.FS			7.FS			8.FS			9.FS			10.FS					
	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P	V	S	P

Lernergebnisse / Kompetenzen

Vorkenntnisse

Inhalt

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Literatur

Detailangaben zum Abschluss

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Maschinenbau 2017  
 Diplom Maschinenbau 2021  
 Bachelor Medienwirtschaft 2015  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung BT  
 Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung MNE  
 Master Optische Systemtechnik/Optronik 2022  
 Bachelor Informatik 2010  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB  
 Master Allgemeine Betriebswirtschaftslehre 2013  
 Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung MB  
 Bachelor Medientechnologie 2021  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB  
 Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2012  
 Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
 Master Informatik 2021  
 Bachelor Mathematik 2013  
 Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung ET  
 Master Wirtschaftsinformatik 2021  
 Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2013  
 Master Media and Communication Science 2021  
 Master Fahrzeugtechnik 2022

Master Mechatronik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2011  
Bachelor Wirtschaftsinformatik 2021  
Master Miniaturisierte Biotechnologie 2009  
Bachelor Fahrzeugtechnik 2021  
Bachelor Informatik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2013  
Bachelor Ingenieurinformatik 2021  
Bachelor Mathematik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung AT  
Master Ingenieurinformatik 2014  
Master Medientechnologie 2013  
Master Maschinenbau 2022  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2013  
Bachelor Mathematik 2021  
Master Biotechnische Chemie 2020  
Master Medienwirtschaft 2018  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung AST  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014 Vertiefung MB  
Master Regenerative Energietechnik 2013  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2014  
Master Biomedizinische Technik 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Master Technische Physik 2013  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021  
Master Biomedizinische Technik 2014  
Bachelor Maschinenbau 2021  
Bachelor Ingenieurinformatik 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2016  
Bachelor Biotechnische Chemie 2013  
Master Werkstoffwissenschaft 2013  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Bachelor Medienwirtschaft 2013  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsinformatik 2018  
Master Wirtschaftsinformatik 2014  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung AM  
Bachelor Technische Physik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2009  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2010  
Master Medienwirtschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung MB  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2014  
Master Communications and Signal Processing 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Bachelor Medienwirtschaft 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung MB  
Bachelor Mechatronik 2021  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Medien- und Kommunikationswissenschaft/Media and Communication Science 2013  
Bachelor Biotechnische Chemie 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung IKT

Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Elektrotechnik 2013  
Bachelor Informatik 2013  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2008  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung ATE  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung ET  
Master Maschinenbau 2017  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Master Ingenieurinformatik 2009  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Medientechnologie 2017  
Bachelor Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013  
Master Research in Computer & Systems Engineering 2021  
Bachelor Angewandte Medien- und Kommunikationswissenschaft 2014  
Bachelor Betriebswirtschaftslehre mit technischer Orientierung 2021  
Bachelor/Lehramt Polyvalenter Bachelor mit Lehramtsoption für berufsbildende Schulen - Metalltechnik 2013  
Master Communications and Signal Processing 2013  
Bachelor Medientechnologie 2013  
Master Medienwirtschaft 2014  
Master Electrical Power and Control Engineering 2008  
Bachelor Biomedizinische Technik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015 Vertiefung BT  
Master Fahrzeugtechnik 2009  
Master Wirtschaftsinformatik 2015  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Bachelor Optische Systemtechnik/Optronik 2013  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2018 Vertiefung BT  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2010  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2013 Vertiefung WM  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2013 Vertiefung BT  
Bachelor Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2015  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung BT  
Master Medienwirtschaft 2015  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Electrical Power and Control Engineering 2013  
Master Informatik 2013  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master International Business Economics 2021

## Master Thesis with Colloquium

Fachabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: English/German

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 201009

Prüfungsnummer: 99000

Fachverantwortlich: Cornelia Scheibe

Leistungspunkte: 30	Workload (h): 900	Anteil Selbststudium (h): 900	SWS: 0.0							
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik			Fachgebiet: 21							
SWS nach Fach- semester	1.FS	2.FS	3.FS	4.FS	5.FS	6.FS	7.FS	8.FS	9.FS	10.FS
	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P	V S P
				900 h						

### Lernergebnisse / Kompetenzen

With the Master's thesis, the students are able to work independently on a given extensive engineering task within a set time frame.

The students were able to deepen and expand their previously acquired skills in a specific technical topic. They are thus able to thoroughly familiarize themselves with a topic and organize their own thoughts on the problem. Using the theoretical and methodological competences acquired so far, they are able to work on the problem independently according to scientific methods and to classify it in a scientific context. They are able to assess a concrete problem and document it according to scientific standards.

Through the analysis of technical literature regarding the task and their own scientific work, they are trained to apply their acquired knowledge and skills to new systems and the problem.

Students have been able to acquire problem-solving skills and are able to evaluate and classify their own work.

The students are able to present the concern of their worked scientific topic in a lecture in front of a general and/or professionally involved audience, to present the research results in a condensed form in the context of a final colloquium and to both present and defend the gained knowledge in the scientific discussion. They are able to pay attention to comments and appreciate criticism and are able to critically question their work. They are able to pay attention to comments and appreciate criticism and are able to critically challenge their work.

They have learned to present and substantiate their own findings and results in a clear and comprehensible manner and are thus able to write scientifically sound texts on other topics as well.

### Vorkenntnisse

defined at Examination and Study Regulations - Special Provisions - MNT

### Inhalt

- # Independent processing of a subject-specific topic under supervision
- # Documentation of the work (conception of a work plan, literature research, state of the art,)
- # Scientific activities (e.g. analysis, synthesis, modeling, simulations, design and construction, measurement)
- # Evaluation and discussion of results
- # Composition of a written thesis
- # Scientific presentation with subsequent scientific discussion

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Written documentation and lecture with digital presentation

### Literatur

Topic-specific literature will be named by the supervisor at the beginning of the thesis or must be researched independently.

Ebeling, P.: Rhetorik, Wiesbaden, 1990. Hartmann, M., Funk, R. & Niemann, H.: Präsentieren. Präsentationen: zielgerichtet und adressatenorientiert, 4. Auflage, Beltz, Weinheim, 1998. Knill, M.: Natürlich, Zuhörerorientiert, aussagenzentriert reden, 1991 Motamedi, Susanne: Präsentationen. Ziele, Konzeption, Durchführung, 2. Auflage, Sauer-Verlag, Heidelberg, 1998. Schilling, Gert: Angewandte Rhetorik und Präsentationstechnik, Gert Schilling Verlag, Berlin, 1998.

### Detailangaben zum Abschluss

- Alternative semester examination with a weighting of 80% (examination number: 99001)
- Colloquium Examination with a weighting of 20% (Examination number: 99002)

Details on the degree Partial achievement 1:  
Independent written scientific work, 750 hours within 5 months.

Details on the completion of the examination Partial achievement 2:  
Presentation approx. 20 min (max. 30 minutes) + discussion max. 30 min  
The colloquium usually takes place no later than four weeks after the submission of the written academic work.

alternative Abschlussform aufgrund verordneter Coronamaßnahmen inkl. technischer Voraussetzungen

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2021



## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

LP	Leistungspunkte
SWS	Semesterwochenstunden
FS	Fachsemester
V S P	Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika
N.N.	Nomen nominandum, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia)
Objekttypen lt. Inhaltsverzeichnis	K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung, Lehrveranstaltung, Unit)